



## RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

*Pour l'Obtention du*

**Diplôme de Master Sciences et Techniques**  
**Spécialité : Génie Mécanique et Productique**

*Thème :*

*Amélioration des indicateurs de performances de la ligne  
PIMO du projet General Motors*

*Présenté par :*

**TOUGOUCHE Fadwa**

**MOUENIS Meryem**

*Encadré par :*

**- HARRAS Bilal, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès**

**- FADIL Mohamed, Encadrant de YAZAKI Kénitra**

*Effectué à : YAZAKI Kénitra*

*Soutenu le : 15/06/2017*

**Devant le jury :**

• Pr. ELBIYAALI Ahmed	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. JABRI Abdelouahhab	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. EL HAKIMI Abd elhadi	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr.HARRAS Bilal	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

**Année Universitaire : 2016-2017**

## **Dédicaces(1)**

### ***A mes parents***

Auxquels je dois tout, et pour lesquels aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments de reconnaissance, de gratitude et de dévouements.

Vous nous avez inculqué la passion du savoir, vous avez toujours éclairé mes voies par vos conseils. Rien au monde ne pourrait compenser tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et bien être. Que Dieu puisse vous donner longue vie et santé.

### ***A mes sœurs***

Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter. En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation, affectueuse reconnaissance.

Vous avez contribué en fonction de vos moyens à affermir ma formation, sincère gratitude.

### ***A mes amis et mes collègues de la FST***

Avec qui j'ai passé l'année de formation dans un climat sérieux et harmonieux.

### ***A mes amis (stagiaires) au sein de YAZAKI***

En honneur à la grande amitié qui nous unit, je vous remercie de fond du cœur pour votre aide et soutien durant le stage ainsi que des souvenirs.

Merci pour les moments agréables si précieux passés ensemble.

### ***A l'ensemble du personnel de la société***

Mes remerciements vont à tous le personnel de la société YAZAKI MOROCCO Kénitra, pour le temps que vous m'avez accordé ainsi que pour votre gentillesse et pour votre soutien durant la période de stage.

### ***A mes chers formateurs de Master GMPPr (FST Fès)***

Qui ont veillé à apprendre tout ce qui est nécessaire pour affronter le monde réel du travail.

\* A toute Personne ayant consacré un jour, un moment de sa vie pour m'aider, me conseiller, m'encourager ou simplement me faire sourire

*Je dédié ce travail*

**MOUENIS Meryem**

## **Dédicaces(2)**

### ***A ma mère, Lala Khadija***

Rien au monde ne pourra compenser tous les sacrifices que tu consentis pour mon éducation et ma réussite afin que je puisse achever mes objectifs, tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Une mère merveilleuse qui a toujours cru en moi et en l'aboutissement de mes efforts.

Je t'offre ce modeste travail pour te remercier, tes sacrifices & l'affection dont tu m'as toujours entouré.

### ***A mon père, Mr Ahmed***

Lorsque j'ai besoin d'une personne digne de mon estime et de mon respect,

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments

A Un père digne de considération, un père qui a fait preuve d'altruisme

Que Dieu le tout puissant te préserve et te procure santé et longue vie. Ce modeste travail soit pour toi le fruit de tous tes efforts et sacrifices.

### ***A ma très chère sœur, Fatima-Zohra***

Qui me redonne force, courage, et espoir. Ce n'est que grâce à toi que je réussis chaque jour un peu plus.

### ***A toute ma famille***

Ceux qui m'ont soutenu, encouragé, apprécié mes efforts et créé le milieu favorable, l'ambiance joyeuse et l'atmosphère joviale pour procurer ce travail.

### ***A mes chers Professeurs***

Un profond respect et un remerciement particulier pour mes professeurs du département Génie Mécanique. A tous ceux qui ont d'une manière ou d'une autre participé à la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui m'aime

*Je dédie ce travail*

**TOUGOUCHE Fadwa**

## Remerciement

Ce travail est le fruit de nombreuses collaborations qu'il serait aisé de remplir plusieurs pages de remerciements. La pauvreté de ces quelques lignes n'enlève cependant rien à leur sincérité.

Nous tenons à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de la **Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF)** et les intervenants professionnels responsables de la formation **Génie Mécanique et Productique** pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Nous remercions également Professeur. **Bilal HARRAS** pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il nous a apporté lors des différents suivis.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles nous ont fait vivre durant ces 4 mois au sein de l'entreprise **YMK**.

Notre parrain au sein de la société **FADIL Mohamed**, Superviseur du projet GM pour sa disponibilité permanente, ses orientations avisées ainsi que pour ses précieux conseils qu'il nous a cessés de nous prodiguer et qui ont contribués largement à l'accomplissement du présent travail dans de bonnes conditions.

Nous tenons à remercier aussi Mlle. **Soukaina EL BIADI** (Responsable de Recrutement et Développement chez **YAZAKI** Kénitra), pour leur effort considérable de nous assurer un espace de travail, et ses conseils tout au long la réalisation de ce projet.

Ainsi que l'ensemble du personnel de la société **YMK** pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long cette période.

# Avant-propos

## Noms et Prénoms du binôme stagiaire :

- **MOUENIS Meryem**
- **TOUGOUCHTE Fadwa**

Etudiantes Master en Génie Mécanique et Productique, Option : Ingénierie Mécanique à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF).

## Intitulé du travail :

« Amélioration des indicateurs de performance de la ligne P1MO famille PASSENGER du projet General Motors »

## Etablissement d'accueil (Coordonnées) :

**Nom :** YAZAKI Kénitra (YMK)  
**Adresse :** Route de Tanger km 9, NKHAKHSSA - 14000 Kénitra  
**Tél :** +212 5 37 36 96 00  
**Fax :** +212 5 37 32 19 70  
**Site Web:** <http://www.yazaki-europe.com>

## Etablissement d'origine (Coordonnées) :

**Nom :** Faculté des Sciences et Techniques (FST FES)  
**Adresse :** Fès - B.P. 2202 – Route d'IMOUZZER – FES  
**Tél:** +212 5 35 60 29 53  
**Fax:** +212 5 35 60 82 14  
**Site Web:** <http://www.fst-usmba.ac.ma>

## Nom et Prénom de Tuteur du Stage à YAZAKI Kénitra :

FADIL Mohamed, Superviseur de département Production et Responsable du nouveau projet de GM.

## Nom et Prénom de l'Encadrant Pédagogique du projet à FST Fès :

Professeur HARRAS Bilal

## Période du stage :

Du 06/02/2017 à 06/06/2017 (4 mois)

## Résumé

En se donnant pour objectif d'excellence basé sur l'un des meilleurs systèmes de production au monde partant du concept « **Lean Manufacturing** », le système de production YAZAKI s'oriente sur le développement de ses unités de production et ses indicateurs de performance en éliminant toutes sortes de gaspillages.

Dans le secteur automobile, la réduction maximale des défauts de qualité, le respect des délais de livraison et le coût réduit représentent un objectif constant pour tous les acteurs.

Dans ce cadre et pour répondre aux exigences du marché, ce projet de fin d'études s'inscrit dans le cadre du « **Lean Manufacturing** » qui stipule l'optimisation des **MUDAs** et l'amélioration de la performance qui nécessitera une meilleure organisation du milieu de travail tout en assurant la réduction des gaspillages et de non-conformité qui touchent les produits.

Ce projet a été effectué dans la zone d'assemblage P3 du projet **General Motors**. Afin de mener à bien cette mission, nous avons commencé par une étude de l'état de lieu de la zone, ainsi qu'une cartographie des flux **VSM** afin d'identifier les dysfonctionnements qui constituent les sources de gaspillages à éliminer ou à optimiser.

La deuxième étape de ce projet consistait à la recherche des causes racines des problèmes et l'élaboration d'un plan d'actions à mettre en place par la suite.

A la lumière de cette étude, divers axes d'amélioration sont décelés englobant l'amélioration de la productivité et l'efficacité ainsi que la diminution des gaspillages dans la ligne de production P1MO de la famille PASSENGER du projet **General Motors**.

**Mots clés:** Lean Manufacturing, Indicateur de Performance, Gaspillage, Non-Conformité, General Motors, VSM, Productivité, Efficacité.

## Abstract

While being given for objective the excellence to the daily newspaper, based on one of the best production systems in the world starting from the concept **Lean Manufacturing**, production system for YAZAKI, is oriented towards the development of its production units and indicators performance by eliminating all kinds of waste unveiled.

In automobile industry, the search for the maximum reduction of quality defects, delivery times and reduced cost are the constant goals for all players in the sector.

In this context and to meet the constant demands of the market, our final project study is part of the Lean Manufacturing and says Lean Manufacturing called " **MUDA's Optimization** " and consequently improved performance, This improvement will require better organization of the workplace while reducing kinds of waste and non- product compliance.

Our project was carried out in the area of the mounting of General Motors project. To carry out this mission, we found it useful to begin with a study of the state instead of the mounting area and a Value Stream Mapping (**VSM**) to identify dysfunctions that are sources of waste to be eliminate or optimize. The second stage of this project was to research the causes of dysfunction and the development of action plans to implement in the future. In the light of this study, various areas for improvement are identified including improving the **productivity** and management of workstations and lower waste production lines of the Ford project that is the subject of our study and Store at which feeds raw material thereof.

Finally, a techno-economic study was conducted to estimate and record earnings associated with our proposed solutions.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Indicators Performance, VSM, Productivity, Non- product, MUDA.

## ملخص

واحدة من أفضل أنظمة الإنتاج في العالم هي " التصنيع الرشيق "، ولهذا السبب نجده داخل نظام الإنتاج للشركة اليابانية يازاكي حيث يهدف هذا النظام الى تطوير وحدات إنتاج ومؤشرات أداء الشركة من خلال القضاء على جميع أنواع الاسراف. ففي قطاع السيارات، يمثل البحث في انخفاض عيوب الجودة، التسليم والإنتاج هدفا ثابتا لجميع الجهات الفاعلة في القطاع.

وفي هذا السياق، لتلبية مطالب السوق، قمنا خلال هذا مشروع " بدراسة شاملة لكل أنواع الاسراف اعتمادا على اليات نظام التصنيع الرشيق وذلك من اجل تحسين أداء العمال وتوفير مكان منظم للعمل مع ضمان الحد من جميع أنواع الاسراف والعراقيل.

بناء على منهجية « DMAIC » قمنا بتقديم عرض يتضمن خمس محاور رئيسية كالتالي :

1. تقديم مكان المشروع.
2. تحديد الاطار العام للموضوع.
3. تقييس و تحليل جميع انواع الاسراف المتواجدة بالمشروع.
4. ايجاد حلول مناسبة للمشاكل التي تم تعيينها في المحور السابق مع امكانية تطبيقها.
5. اقتراح خطة لمتابعة تطور الحلول مع تقديم جدول عام للتمويل.



## Sommaire

Dédicaces(1).....	1
Dédicaces(2).....	2
Remerciement .....	3
Avant-propos.....	4
Résumé.....	1
Abstract .....	2
ملخص.....	3
Sommaire .....	4
Table des figures .....	19
Liste des tableaux .....	21
Liste des Abréviations.....	22
Glossaire.....	23
Introduction Générale.....	25
<b>Partie 1</b> .....	22
Chapitre 1: Présentation de l'organisme d'accueil.....	23
I. Présentation de l'organisme.....	24
1. Aperçu général sur YAZAKI.....	24
1.1. Introduction.....	24
1.2. Historique.....	27
II. Présentation de YAZAKI Morocco Kénitra .....	28
1. Aperçu sur YMK.....	28
2. Fiche signalétique.....	28
3. Organigramme et missions des départements .....	29
3.1. Organigramme d'YMK.....	29
3.2. Missions des différents départements .....	29
III. Câblage d'automobile .....	30
1. Généralités.....	30
2. Types de câbles .....	31
3. Composants de câbles .....	31
4. Flux de production des câbles .....	32
IV. Conclusion.....	34

Chapitre 2 : Présentation du projet et l'état de l'existant .....	35
I. Présentation du projet .....	36
1. Introduction .....	36
2. Cahier de charges du projet.....	36
2.1. Contexte du projet.....	36
2.2. Les objectifs du projet.....	36
2.3. Equipe du projet.....	37
2.4. Contraintes du projet.....	37
II. Méthodologie de travail.....	37
1. Lean Manufacturing.....	37
2. Démarche du projet .....	38
3. Planification du projet dans le temps .....	38
III. Conclusion.....	39
Partie 2 .....	40
Chapitre 1: Application de la première étape.....	41
de la démarche DMAIC – Définir.....	41
I. Formulation du problème.....	42
1. Mise en situation .....	42
2. Problématique .....	42
3. Périmètre du projet.....	42
4. Boite noire.....	44
5. Conception de la ligne P1MO-PASSENGE .....	45
5.1. Définition de l'effectif .....	46
5.2. Identification du CTQ.....	46
6. Diagramme SIPOC pour la ligne P1MO-PASSENGER .....	47
7. Charte de projet .....	49
II. Conclusion.....	49
Chapitre 2 : Application les étapes de la démarche DMAIC – Mesurer et Analyser .....	50
I. Introduction.....	51
II. Evolution des indicateurs de performance de la ligne .....	51
1. Evolution de la productivité et l'efficience .....	52
1.1. Evolution hebdomadaire .....	52

1.2.	Evolution mensuelle .....	52
2.	Evolution DPM .....	53
2.1.	Suivi DPM par semaine durant les trois mois.....	53
2.2.	Etat global du DPM mensuelle durant les trois mois.....	54
3.	Les Cinq pourquoi.....	55
3.1.	Application des Cinq pourquoi .....	55
III.	Etudes des éléments impactant sur les indicateurs de performance de la ligne P1MO .....	56
1.	Etude d'effectif.....	56
1.1.	Diagramme YAMAZUMI .....	56
1.2.	Diagramme YAMAZUMI de la ligne P1MO-PASSENGER.....	57
1.3.	Résultats du YAMAZUMI .....	58
1.4.	Analyse des résultats.....	59
1.5.	Analyse des postes goulots .....	60
1.6.	Analyse de l'effectif.....	61
2.	Etude des arrêts de la ligne.....	62
2.1.	La moyenne des arrêts durant trois mois .....	62
2.2.	Diagramme Pareto pour les arrêts des trois mois .....	63
2.3.	Analyse des causes d'arrêts .....	65
3.	Défauts qualités durant les trois mois .....	67
3.1.	Diagramme ISHIKAWA .....	68
4.	MUDAs .....	69
4.1.	Définition des MUDAs.....	70
5.	Cartographie VSM actuelle de la ligne .....	72
5.1.	La philosophie de la VSM .....	72
5.2.	Cartographie actuelle de la ligne P1MO-PASSENGER.....	73
5.3.	Analyse de la cartographie du flux .....	75
IV.	Conclusion.....	75
	Chapitre 3: Application les étapes de la démarche DMAIC – Innover.....	76
I.	Introduction.....	77
II.	Matrice de décision .....	77
1.	Balancement des postes.....	79
2.	Two Bin System .....	81

2.1.	Pour les composants.....	81
2.2.	Cartes de communication.....	83
3.	Etude AMDEC du Test Electrique .....	84
3.1.	Le groupe de travail .....	84
3.2.	Analyse fonctionnelle du Test Electrique .....	85
3.3.	L'étude qualitative: Causes-Modes-Effets de défaillance .....	86
3.4.	La hiérarchisation par criticité .....	88
3.5.	La mise en place d'un plan d'action préventif.....	89
4.	Amélioration des défauts qualités .....	91
4.1.	Circuit Croisé : AW40 .....	91
4.2.	Le circuit manquant : AW26 .....	92
III.	Kaizen .....	92
IV.	Conclusion.....	96
Chapitre 4 : Application les étapes de la démarche DMAIC – Contrôler.....		97
I.	Introduction.....	98
II.	Comparaison entre l'état avant et l'état après l'amélioration .....	98
1.	Yamazumi Chart .....	98
2.	Contrôle de la productivité et d'efficience.....	100
3.	Contrôle de DPM .....	101
4.	Nouvelle cartographie VSM .....	101
III.	Développer et documenter les pratiques standardisées .....	103
1.	Standard de nettoyage .....	103
2.	Standard de suivi .....	103
3.	Tableau de Bord .....	103
IV.	Les gains engendrés par les actions d'amélioration .....	103
1.	Gains en espace .....	104
2.	Gains en transport .....	104
3.	Gain en terme des arrêts .....	105
4.	Gains en terme de défauts de qualité.....	105
5.	Gains en terme de productivité et d'efficience .....	106
V.	Conclusion.....	106
Conclusion générale .....		107

Annexes.....	110
Annexe N°1: SIPOC YMK.....	111
Annexe N°2: Charte de projet.....	112
Annexe N°3: Les tâches des postes.....	113
Annexe N°4 : Chronométrage des postes (Mesurer-Analyser).....	115
Annexe N°6 : Codification des défauts de qualité .....	116
Annexe N°7 : L’historique des panne de T.E .....	117
Annexe N°8: Chronométrage des postes (Contrôler) .....	120
Annexe N°9: Standard de nettoyage T.E .....	121
Annexe N°10: Standard de suivi.....	122
Annexe N°11: Tableau de bord.....	123
Bibliographie et Webographie .....	125
Bibliographie.....	126
Webographie .....	126

## Table des figures

<b>Figure 1:</b> Domaines d'activités du groupe YAZAKI .....	25
<b>Figure 2:</b> Implémentation mondiale du groupe YAZAKI .....	25
<b>Figure 3:</b> Profil de groupe YAZAKI.....	26
<b>Figure 4:</b> Clients de groupe YAZAKI.....	27
<b>Figure 5:</b> La zone industrielle de YAZAKI Morocco Kénitra.....	28
<b>Figure 6:</b> Organigramme général du groupe YAZAKI.....	29
<b>Figure 7:</b> Exemple d'un faisceau électrique.....	30
<b>Figure 8:</b> Les différents types de câblage.....	31
<b>Figure 9:</b> Flux de production des câbles .....	32
<b>Figure 10:</b> Machines de Sertissage manuel, de Shunk et de Twist successivement .....	33
<b>Figure 11:</b> Les postes d'insertion, d'enrubannage et du test électrique successivement .....	34
<b>Figure 12 :</b> Boîte noire du projet.....	44
<b>Figure 13:</b> Conception de la ligne P1MO-PASSENGER du projet GM .....	45
<b>Figure 14:</b> Diagramme CTQ .....	47
<b>Figure 15:</b> Diagramme SIPOC de la ligne P1MO-PASSENGER .....	48
<b>Figure 16:</b> Evolution Productivité-Efficience hebdomadaire .....	52
<b>Figure 17:</b> Evolution Productivité-Efficience mensuelle .....	53
<b>Figure 18:</b> Diagramme des défauts de qualité hebdomadaire .....	54
<b>Figure 19:</b> Défauts qualité du 3 mois .....	54
<b>Figure 20:</b> Diagramme YAMAZUMI de la ligne P1MO-PASSENGER .....	57
<b>Figure 21:</b> Les postes goulots de la ligne P1MO-PASSENGER.....	59
<b>Figure 22:</b> Diagramme des TVA et TNVA.....	61
<b>Figure 23:</b> Diagramme de temps d'arrêts durant 3 mois .....	63
<b>Figure 24:</b> Diagramme Pareto des causes racines des arrêts.....	64
<b>Figure 25:</b> Diagramme Arbre des causes du manque Matière Première.....	65
<b>Figure 26 :</b> Pareto des problèmes du Test Electrique.....	66
<b>Figure 27:</b> Problème de Continuité .....	66
<b>Figure 28:</b> Problème de Détection .....	67
<b>Figure 29:</b> Pareto des défauts qualités majeures .....	67
<b>Figure 30:</b> Diagramme ISHIKAWA du défaut qualité AW40 .....	68
<b>Figure 31:</b> Diagramme ISHIKAWA du défaut AW26 .....	69
<b>Figure 32:</b> Chaine de création de valeur d'un produit .....	72
<b>Figure 33:</b> Cartographie VSM de la ligne P1MO-PASSENGER .....	74
<b>Figure 34:</b> Schéma simplifier de Two Bin System .....	81
<b>Figure 35:</b> Two Bin System de Poste 12.....	83
<b>Figure 36:</b> Mise en place de Two Bin System .....	83
<b>Figure 37:</b> Carte de communication.....	84
<b>Figure 38:</b> Diagramme pieuvre pour Test Electrique.....	85

<b>Figure 39:</b> Système Poka Yoke pour le poste 26 .....	92
<b>Figure 40:</b> Nouvelle conception de la ligne P1MO.....	96
<b>Figure 41:</b> Le nouveau YAMAZUMI après les améliorations .....	99
<b>Figure 42:</b> Contrôle Efficience.....	100
<b>Figure 43:</b> Contrôle Productivité.....	100
<b>Figure 44:</b> Evolution DPM.....	101
<b>Figure 45:</b> Nouveau VSM de la ligne P1MO.....	102
<b>Figure 46:</b> Réduction des arrêts .....	105
<b>Figure 47:</b> Réduction en défauts commis.....	105

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Fiche signalétique de YAZAKI Morocco Kénitra.....	28
<b>Tableau 2:</b> Les différents composants du câble.....	31
<b>Tableau 3:</b> Planning du projet.....	39
<b>Tableau 4:</b> La méthode QQQQCP.....	43
<b>Tableau 5:</b> Effectif de la ligne P1MO.....	46
<b>Tableau 6:</b> Evolution Productivité-Efficience hebdomadaire.....	52
<b>Tableau 7:</b> Evolution Productivité-Efficience mensuelle.....	52
<b>Tableau 8:</b> Les défauts de qualité hebdomadaire.....	53
<b>Tableau 9:</b> Défauts qualité durant 3 mois.....	54
<b>Tableau 10:</b> L'application des Cinq Pourquoi.....	55
<b>Tableau 11:</b> Temps de mesure des postes SPS et Schunk.....	58
<b>Tableau 12:</b> Temps de mesure des postes d'assemblages.....	58
<b>Tableau 13:</b> Temps de mesure des postes d'inspection.....	58
<b>Tableau 14:</b> Chronométrage des postes goulots.....	60
<b>Tableau 15:</b> Analyse de sureffectif de la ligne P1MO-PASSENGER.....	62
<b>Tableau 16:</b> Historiques des arrêts du 3 mois de la ligne P1MO-PASSENGER.....	62
<b>Tableau 17:</b> La durée du causes racines des arrêts.....	64
<b>Tableau 18:</b> Les problèmes rencontrées par le Test Electrique.....	66
<b>Tableau 19:</b> Analyse des défauts qualités majeures.....	67
<b>Tableau 20:</b> Les Cinq MUDAs de la ligne P1MO.....	71
<b>Tableau 21:</b> Matrice de décision de la ligne P1MO-PASSENGER.....	79
<b>Tableau 22:</b> Evaluation des critères de décision.....	79
<b>Tableau 23:</b> Balancement des postes goulots.....	81
<b>Tableau 24:</b> Le groupe de travail pour l'étude AMDEC.....	84
<b>Tableau 25 :</b> Les fonctions du Test Electrique.....	85
<b>Tableau 26:</b> Etude AMDEC Test Electrique.....	87
<b>Tableau 27:</b> Le barème de la cotation de chaque critère.....	88
<b>Tableau 28:</b> Evaluation de la Criticité.....	89
<b>Tableau 29:</b> Plan d'action AW26.....	92
<b>Tableau 30:</b> Fiche d'amélioration Poste 12.....	93
<b>Tableau 31:</b> Fiche d'amélioration de Poste 0 (Schunk).....	93
<b>Tableau 32:</b> Fiche d'amélioration des Postes 27 et 28.....	94
<b>Tableau 33:</b> Amélioration de Poste 9.....	94
<b>Tableau 34:</b> Elimination du MUDA de Poste 9.....	95
<b>Tableau 35:</b> Exploitation des espaces vides.....	95
<b>Tableau 36:</b> Gains en espace.....	104
<b>Tableau 37:</b> Gains en transport.....	104
<b>Tableau 38:</b> Gains en productivité et en efficience.....	106



## Liste des Abréviations

Abréviations	Désignation
YMK	Yazaki Morocco Kénitra
GM	General Motors
DPM	Défaut Par Mille
JAT	Juste A Temps
MO	Meriva Opel
BMPV	B-segment Multi Propose Vehicul
T.E	Test Électrique
C.C	Clip Checker
MH	Man-Hour
SPS	Sub-assembly Production System
T.V	Test Visuel
ET	Elementary Time
WT	Walking Time
CT	Cycle Time
TT	Takt Time
TVA	Temps à Valeur Ajoutée
TVNA	Temps à Non-Valeur Ajoutée
CAO	Cutting Area Optimization
WH	Wire House
ATT	Actuel Takt Time
NYS	New Yazaki System
P1	La zone de coupe
P2	La zone de Pré-assemblage
P3	La zone d'Assemblage

## Glossaire

**Efficienc** : Capacité de produire le maximum de résultats avec le minimum d'effort, de dépense, d'énergie. Elle peut être évaluée à l'aide du rapport Résultats atteints / Ressources mobilisées. Il est important de noter que l'efficienc ne garantit pas l'efficacité et inversement.

**Productivité** : Permet de mesurer le degré de contribution d'un ou de plusieurs facteurs de production (facteurs matériels consommés ou facteurs immatériels mis en œuvre) à la variation du résultat final dégagé par un processus de transformation.

**DPM** : est un indicateur de la performance de qualité. Il permet d'évaluer la qualité d'usine à répondre aux besoins des clients, leurs attentes et leurs exigences au sujet du produit fourni. Ainsi, il permet à l'usine d'obtenir des statistiques sur la qualité de son produit. L'évaluation est exprimée en défaut par mille.

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

**Efficienc / Productivité** : les deux indicateurs de performance ou du rendement d'une ligne.

**Main Body** : le câble principal de la voiture est parmi les familles de l'usine.

**Front End** : le câble qui lie l'avant et l'arrière de la voiture.

**Jig-Board (JIG)** : Planche en bois comprenant le schéma du faisceau, elle sert à assembler les câbles.

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

**Man-Hour** : Homme-heure, temps nécessaire à un opérateur seul pour effectuer une certaine tâche.

**Scrap** : le déchet qui est coûteux pour l'entreprise représentés par les non-conformités des câbles, en générale ils sont présentés par les défauts qualité.

**Poste goulot** : représenté par le poste le plus chargé dont le temps de cycle dépasse le temps de Takt.

**Shift** : Equipe qui travail une durée de 7,67 h.

**Takt Time** : Le Takt est la traduction allemande de la cadence déterminée par la baguette du chef d'orchestre, qui lui permet entre autres de donner le rythme. Le Takt Time est la vitesse à laquelle les pièces doivent être produites pour satisfaire la demande client.

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

**Elementary Time** : le temps élémentaire qui est le temps nécessaire pour effectuer les tâches du poste sans aucune perte, c'est le temps que paye le client.

**Temps Déplacement** : ce sont les déplacements que fait l'opérateur, par exemple pour amener la matière première, c'est-à-dire les tâches utiles sans valeur ajoutée (non payé par le client).

**Pertes** : toute tâche sans valeur ajoutée est incluse dans ce terme comme les attentes.

**KSK** : Knuden Spezifischer Kabelsaft dont la traduction française « Câblage électrique Spécifique du Client » n'a rien d'autre que la traduction du juste à temps et du juste en séquence, plus adapté au domaine du câblage automobile. C'est un système de production tiré par le client dont le principe est de produire ce que le client a commandé juste au bon moment.

**Six Sigma** : une méthode structurée de management visant à une amélioration de la qualité et de l'efficacité des processus. Cette méthode est utilisée dans des démarches de réduction de la variabilité dans les processus de production (ou autre) et au niveau des produits et vise ainsi à améliorer la qualité globale du produit et des services.

## Introduction Générale

Aujourd'hui dans le monde des affaires, les enjeux stratégiques et financiers tels que la planification et l'aménagement d'usine ne sont plus un luxe, mais une nécessité. L'entreprise qui veut se performer doit revoir périodiquement ses procédés afin d'adapter sa production aux besoins changeants de sa clientèle, aux fluctuations des marchés ou encore pour s'accommoder des plus récentes innovations technologiques.

La fonction production est la pierre angulaire de l'entreprise. Qu'il s'agisse d'une société de services ou d'une compagnie manufacturière, le succès d'une entreprise est directement relié à sa capacité de maintenir de façon constante une production de qualité supérieure à moindre coût. Toute déficience dans la dynamique de fabrication ou de livraison du produit peut entraîner des rejets coûteux, des coûts supplémentaires ou des plaintes qui font un tort considérable à l'entreprise.

Des études ont permis de cerner rapidement les carences de production. Des interventions simples et pratiques permettent de développer un système de gestion de la production qui soit fiable, flexible, ordonné, et surtout adapté aux réalités financières et humaines de l'entreprise. Ces nouveaux modes de production se généralisent actuellement dans une démarche appelée « Lean Manufacturing », inventé par la société japonaise TOYOTA.

La traduction de « Lean Manufacturing » est « Fabrication maigre », au sens de réduction des gaspillages. Cette chasse aux gaspillages conduit naturellement à la fluidification de la production et donc à une meilleure flexibilité. Le Lean Manufacturing lie donc la performance (Productivité et Qualité) à la souplesse d'une entreprise, qui doit être capable de reconfigurer en permanence l'ensemble de ses processus (Réactivité Industrielle) afin de fournir au client ce qu'il veut et quand il veut, en utilisant un minimum de ressources (Matières Premières, Equipement, Main-d'œuvre, Espace).

Le présent travail, s'inscrit dans le cadre du projet de Fin d'Etudes afin de terminer notre formation Master Génie Mécanique et Productique à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, et aussi dans le but de la mise en application des connaissances acquises durant la formation, de nouer de nouvelles relations au niveau professionnel et de se familiariser avec le marché d'emploi. Notre choix d'entreprise a été visé principalement vers les firmes de l'industrie automobile Multinationale,



puisque'il s'agit d'un secteur en plein essor dans notre pays. Le stage est effectué au sein de la société **YAZAKI Morocco** située à la préfecture de **Kénitra (YMK)**, dont la durée est de 4 mois (de 06/02/2017 à 06/06/2017).

Le travail que nous avons effectué vient de répondre à la réduction de tous gaspillages du projet qui est un projet managé par la société **YAZAKI Morocco Kénitra**. La répartition de notre étude est portée sur deux parties présentant la démarche suivie pour la mise au point et l'organisation de cette mission :

### **Partie 1 :**

- Le premier chapitre : Décrit l'organisme d'accueil en présentant le système de production, ses activités et ses différents processus.
- Le deuxième chapitre : Elaboration du cahier de charges, ainsi la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce stage.

### **Partie 2 :**

- Le premier chapitre : Ce chapitre représente la première étape de la démarche DMAIC- Définir-, en exposant le contexte général du projet.
- Le deuxième chapitre : Ce chapitre sera consacré pour les deux étapes de la démarche DMAIC-Mesurer et Analyser-, nous avons présenté des idées très précises des sources d'insatisfaction et des paramètres qui devront être modifiés pour atteindre la performance attendue.
- Le troisième chapitre : Cette phase expérimentale est la quatrième étape de la démarche DMAIC-Innover- où nous avons proposé un plan d'actions qui traite les différentes solutions pour les problèmes trouvées dans le chapitre précédent.
- Le quatrième chapitre : Ce chapitre résume le bilan financier des travaux effectués, ainsi nous avons élaboré un tableau de bord pour assurer le suivi des indicateurs de la production.

# Partie 1

# C

## hapitre 1: Présentation de l'organisme

### d'accueil

Ce chapitre comportera une esquisse sur le lieu du projet de fin d'études à travers une description du groupe YAZAKI, et en particulier YAZAKI Morocco Kénitra (YMK), on va présenter aussi les activités de l'entreprise et le processus de fabrication de câble électrique. Et pour bien mener cette étape, on va aborder le chapitre comme suivant :

- Aperçu général sur le groupe YAZAKI ;
- Description YAZAKI Morocco Kénitra ;
- Processus de fabrication du câble électrique ;



## I. Présentation de l'organisme

### 1. Aperçu général sur YAZAKI

#### 1.1. Introduction

Le groupe YAZAKI est une multinationale japonaise, créée en 1929 par le père Mr. **SADAMI YAZAKI**.

YAZAKI a fait ses débuts dans la vente du câblage automobile, pour s'orienter par la suite vers la production de ce dernier, en **Octobre 1941** YAZAKI est devenu l'un des leaders dans le domaine du câblage.

Actuellement le groupe pratique des activités de fabrication des composants et faisceaux électriques ainsi que des instruments pour le secteur automobile.

Le groupe YAZAKI opère, en plus du secteur d'automobile présentant **90%** de son activité, dans d'autres secteurs tels que :

- Les nouveaux secteurs commerciaux : tels que les soins médicaux, le recyclage et autres.
- Le secteur des systèmes environnementaux : En développant et en fabriquant un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que le gaz, l'électricité et l'énergie solaire.

#### SLOGANS de YAZAKI :

**" One for all, and all for one "**

La figure ci-dessous représente les différentes activités du groupe YAZAKI.



**Mr. YASUHIRO YAZAKI**

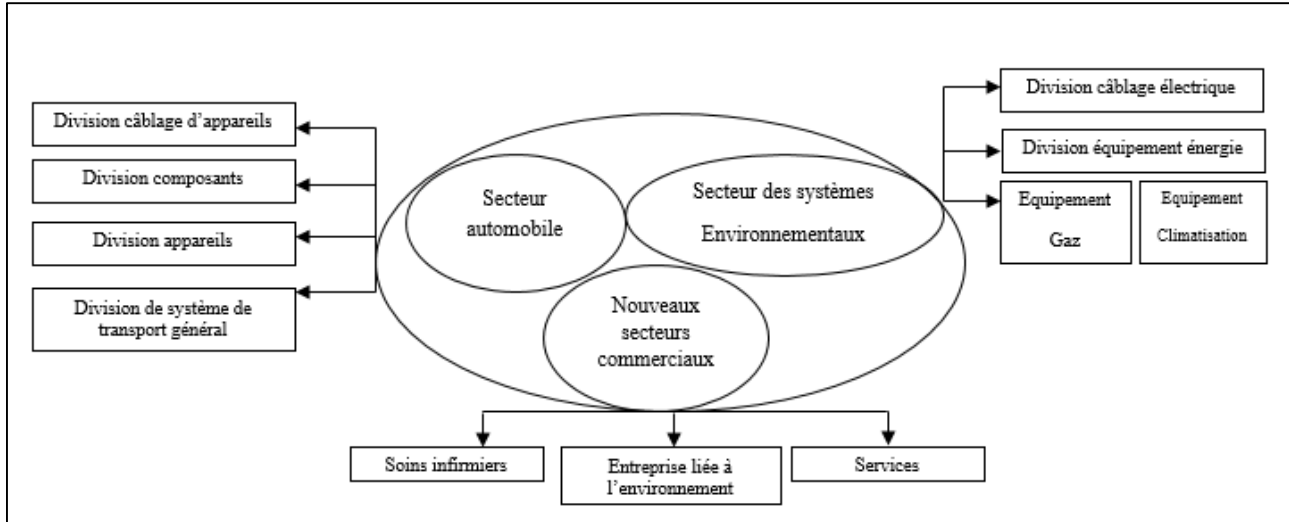
Président Conseil YAZAKI



**Mr. SHINJI YAZAKI**

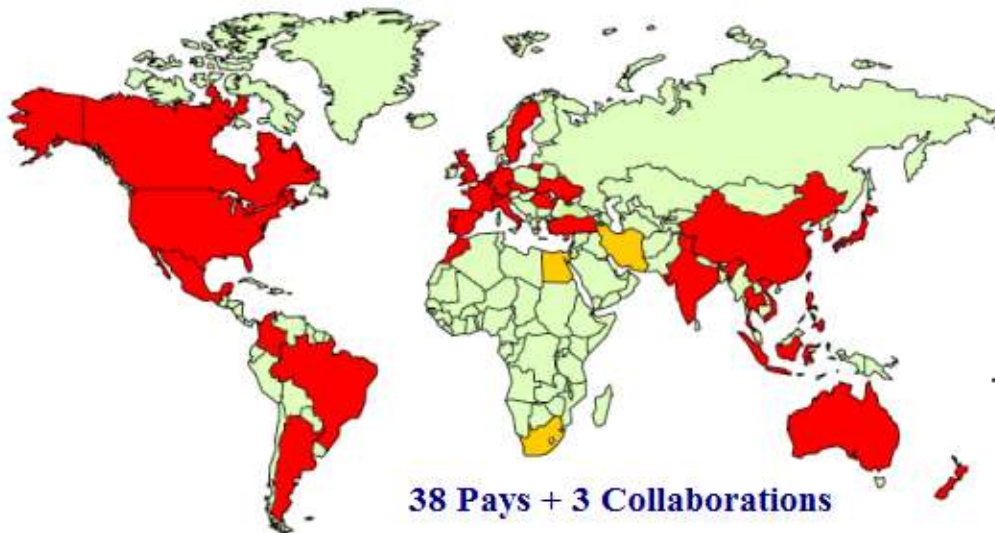
Président Directeur Général YAZAKI

Corporation



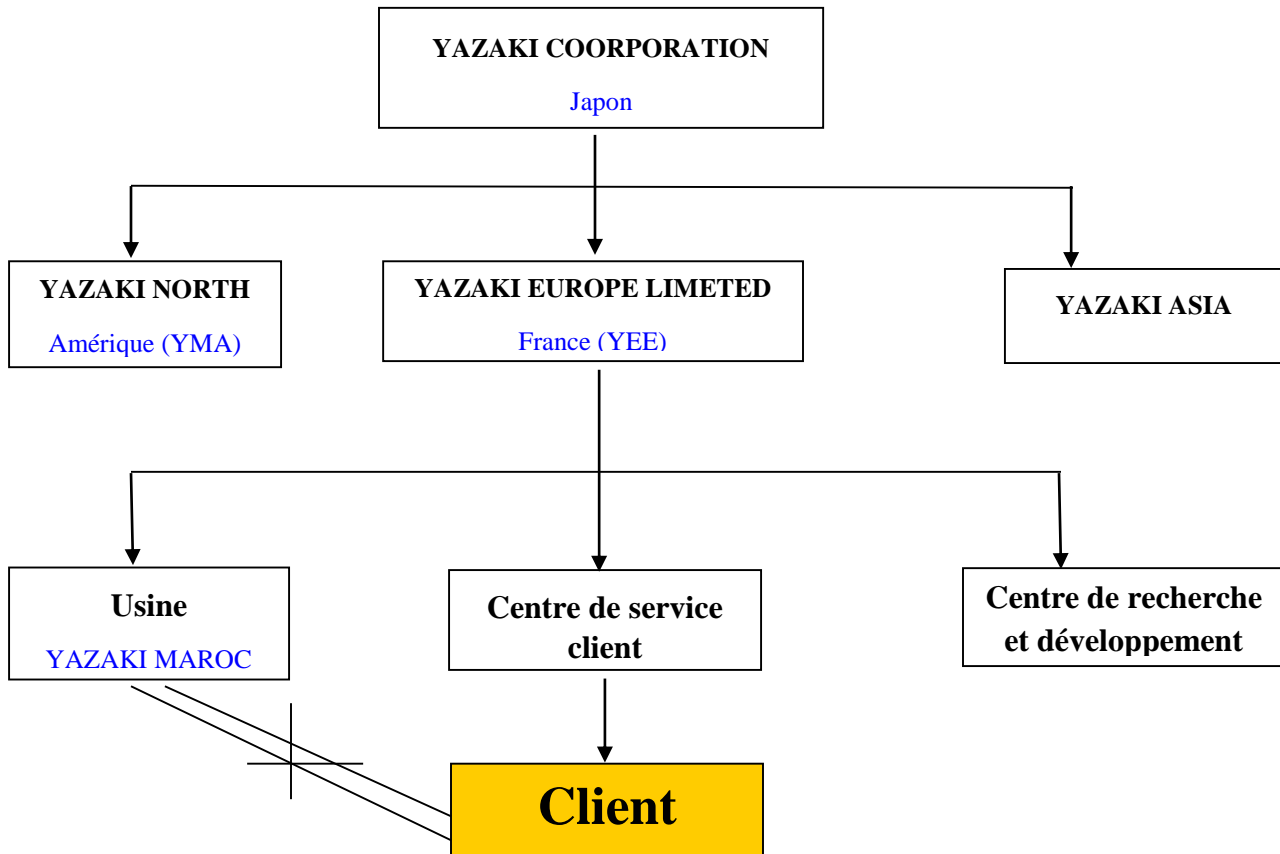
**Figure 1:** Domaines d'activités du groupe YAZAKI

YAZAKI est représenté dans **38 pays** regroupé en Amérique du Nord et Sud, Europe et Afrique. Elle emploie plus de **152000 employés**, réparti sur **105 sociétés** dans le monde, elle dispose de plus de **35%** de la part globale du marché d'équipementiers.



**Figure 2:** Implémentation mondiale du groupe YAZAKI

La structure globale du groupe YAZAKI dans le monde se présente comme suit:



**Figure 3:** Profil de groupe YAZAKI

**YAZAKI CORPORATION :** Siège Social (20 000m<sup>2</sup>), Société familiale, CA de 10 Billion d’US dollars, 180 000 employés.

**YAZAKI EUROPE LIMITED :** Siège Europe, contrôle 17 pays, 21 000 employés.

Le groupe YAZAKI est parmi les plus grands concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile. En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, YAZAKI ne cesse de dominer le marché en présentant des produits dotés d’une excellente fiabilité et des performances qui ne cessent de satisfaire les plus grands constructeurs de l’industrie automobile tel que Ford, Land Rover, Peugeot, Volvo, General Motors (Opel, Citroën) et d’autres.



Figure 4: Clients de groupe YAZAKI

## 1.2. Historique

Le succès du groupe YAZAKI remonte à **1929** lorsque Sadami **YAZAKI** a commencé à vendre des faisceaux de câbles pour automobiles et en 1941, YAZAKI Electric Wire Industrial a été créée avec environ **70 employés**.

A cette époque, la construction automobile a été une branche prometteuse de l'industrie, et ainsi en **1949** Sadami **YAZAKI** pris une importante décision stratégique: se concentrer sur la production de faisceaux de câblage automobile.

Ce fut une décision révolutionnaire, qui a abouti à un leadership mondial d'aujourd'hui. Les compétences développées YAZAKI dans le secteur automobile ont été utilisées pour établir divers types d'équipement pour l'industrie du gaz de ville.

Depuis, l'entreprise a développé et fourni un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que les câbles de transport d'électricité, systèmes de sécurité de gaz...

En conséquence, YAZAKI est devenue une société sûre et respectueuse de l'environnement. Ces produits sont maintenant intégrés dans l'environnement et les opérations de l'équipement énergétique.

En **2001**, Le Maroc a été le premier pays africain auquel Mr. **YAZAKI** a fait l'inauguration de son site opérationnel **YMO (YAZAKI MOROCCO)** pour la production du câblage automobile, en présence du roi MOHAMMED VI.

## II. Présentation de YAZAKI Morocco Kénitra

### 1. Aperçu sur YMK

Le groupe YAZAKI a installé un deuxième site de câblage automobile au Maroc à Kénitra, qui est une région ambitieuse de devenir un pôle industriel spécialisé particulièrement dans la fabrication d'équipements pour l'automobile.



Figure 5: La zone industrielle de YAZAKI Morocco Kénitra

### 2. Fiche signalétique

Afin de repérer rapidement et brièvement les caractéristiques du contexte où s'est déroulé mon projet, on propose la fiche signalétique suivante :

<b>Fiche signalétique</b>	
<b>Création</b>	Juillet 2010
<b>Statut juridique</b>	S.A : Société Anonyme avec un Capital de 90 000 000 DHs
<b>Activité principale</b>	Fabrication de faisceaux de câbles pour l'automobile.
<b>Directeur Général</b>	Abdeslam BENJELLOUN
<b>Effectifs</b>	3500
<b>Clients</b>	Land Rover, Ford, Jaguar, General Motors (GM) ...
<b>Fournisseurs</b>	COFICAB, NEXANS...
<b>Chiffre d'affaire</b>	500 à 1000 Millions Dhs
<b>Coordonnées</b>	<b>Adresse :</b> Route de Tanger km. 9, Nkhakhssa - 14000 Kénitra <b>Téléphone :</b> 05 37 36 96 00 <b>Site internet :</b> <a href="https://www.yazaki-group.com/global/">https://www.yazaki-group.com/global/</a>

Tableau 1: Fiche signalétique de YAZAKI Morocco Kénitra

### 3. Organigramme et missions des départements

#### 3.1. Organigramme d'YMK

Un aperçu sur les liens fonctionnels, organisationnels et hiérarchiques d'YMK est schématisé sous l'organigramme ci-dessous :

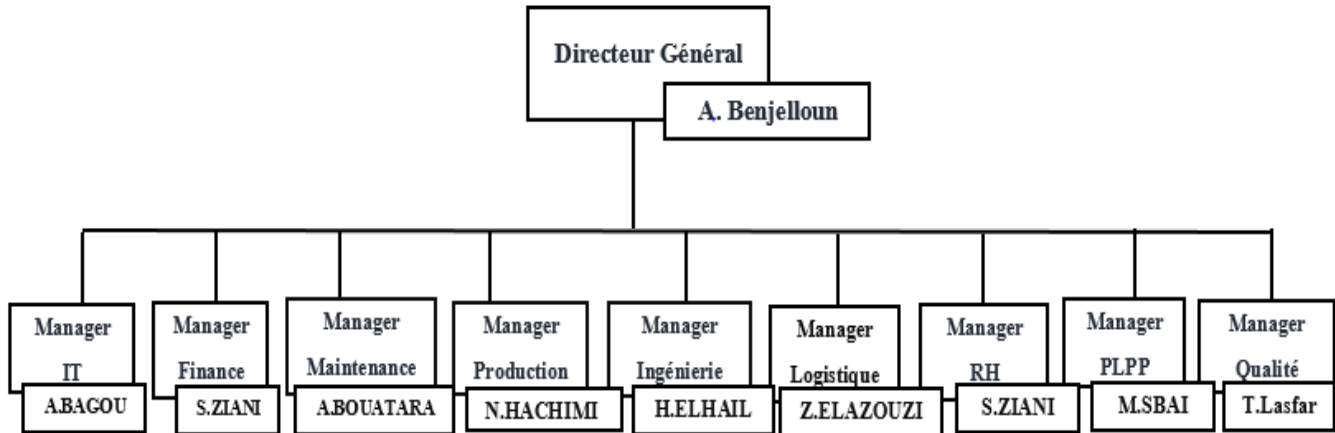


Figure 6: Organigramme général du groupe YAZAKI

#### 3.2. Missions des différents départements

##### ➤ Le département des Ressources Humaines :

Disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de facilitateur et accompagnateur en social afin d'atteindre des objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

##### ➤ Le département Financier :

Assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développer les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie.

##### ➤ Le département Qualité :

C'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients.

##### ➤ Le département Ingénierie :

A pour mission la gestion et l'implantation des nouveaux projets, le suivi des changements demandés par les clients, ainsi que l'adaptation des procédés des fabrications conformément aux règles définies par les directions engineering et qualité du groupe.

➤ **Le département Maintenance :**

Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

➤ **Le département Logistique :**

Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

➤ **Le département Production :**

Il a pour principale mission la réalisation des plannings de production tout en assurant la qualité requise du produit, en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.

### III. Câblage d'automobile

#### 1. Généralités

Le câblage électrique d'un véhicule est un ensemble de fils assemblés permettant de :

- Relier l'ensemble des composants électriques et électroniques du véhicule ;
- Alimenter en énergie l'ensemble des équipements et assurer la distribution électrique ;
- Transmettre les commandes entre les différents équipements électriques ;

L'architecture du câblage est définie par son parcours au sein du véhicule, elle peut être aussi complexe que variée.



**Figure 7:** Exemple d'un faisceau électrique

## 2. Types de câbles

Dans une voiture, plusieurs types de câbles peuvent être distingués entre eux. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches de montage et de réparation en cas de panne électrique dans l'automobile. Ainsi on peut distinguer entre plusieurs familles de câble :

- Câblage principal (Main) ;
- Câblage moteur (Engin) ;
- Câblage sol (Body) ;
- Câblage portes (Doors) ;
- Câblage toit (Roof) ;
- Câblage planche de bord (Instrumental Panel) ;
- Autres...

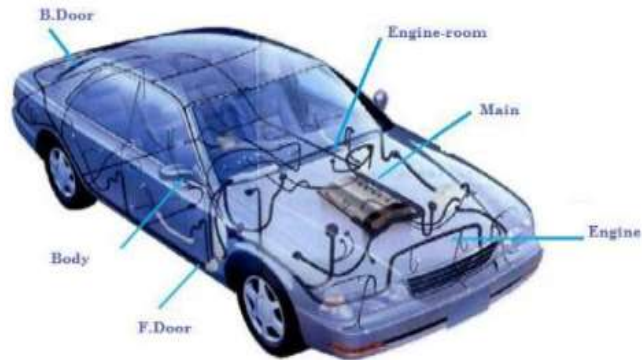


Figure 8: Les différents types de câblage

## 3. Composants de câbles

Les principaux composants d'un faisceau électrique :

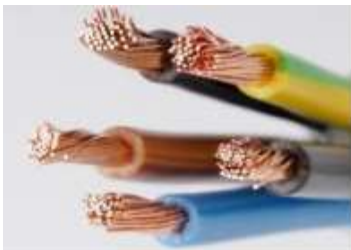




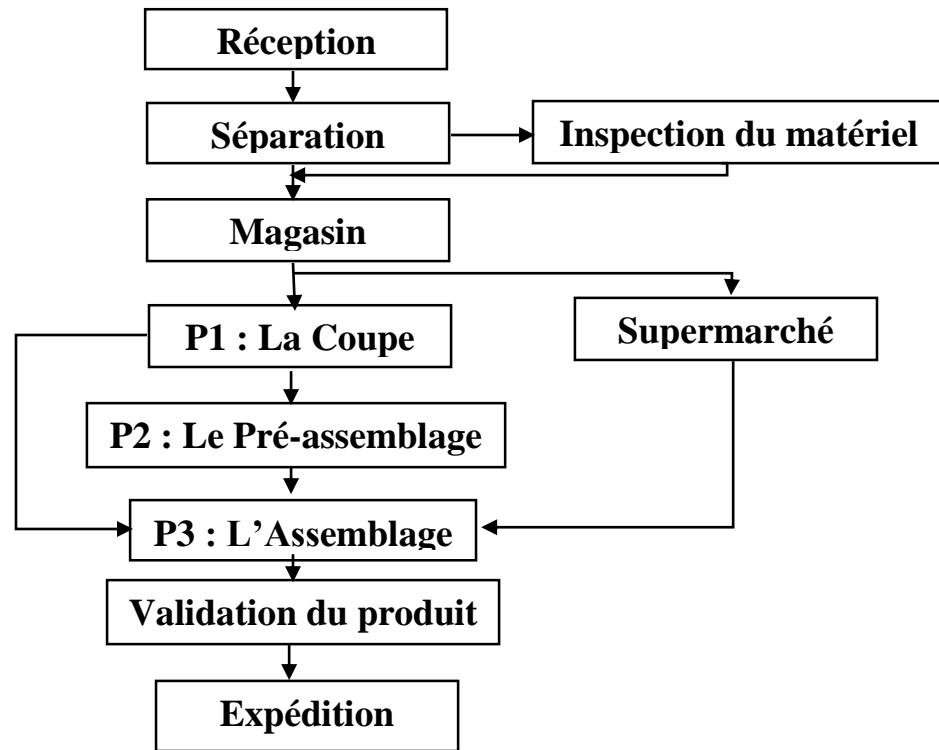
	<p><b>Fil conducteur</b> Assure la continuité du courant électrique d'un point à un autre.</p>		<p><b>Matériel de protection</b> Protège le câble et ses composants des surcharges du courant</p>
	<p><b>Terminal</b> Assure une bonne connexion entre fil(s) électrique(s) et connecteur(s).</p>		<p><b>Clips et Agrafes</b> Sert à la fixation du câble à la carrosserie d'automobile</p>
	<p><b>Connecteur</b> Recueille les terminaux dans un circuit accouplé et isolé.</p>		<p><b>Accessoires</b> Permettent une protection et une isolation du câble</p>

Tableau 2: Les différents composants du câble



#### 4. Flux de production des câbles

Le processus de production des câbles d'automobile est composé des grandes étapes schématisées ci-dessous :



**Figure 9:** Flux de production des câbles

➤ **La réception :**

La MP reçue auprès des fournisseurs des bobines des fils amant, des composants, des outils et outillages est passée par une séparation et une inspection avant d'être stockée dans le magasin.

➤ **La coupe :**

C'est la première phase dans le processus de production effectuée dans la zone dite P1. Elle consiste à découper les fils électriques réceptionnés sous forme de bobines selon l'ordre lancé par le système CAO suivant le principe du Kanban.

La coupe est réalisée à l'aide de deux types de machines à savoir la :

**KOMAX :** est la plus utilisée pour la coupe des fils de petites et moyennes sections (5 à 20 mm).

**SHELINGUER :** utilisée pour la coupe des fils de grande section (25 mm).

Les opérations assurées par ces machines sont :

**La coupe :** Consiste à couper les fils suivant les longueurs désirées.

**Le dénudage :** Consiste à enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments.

**Le sertissage :** Consiste à réaliser la jonction d'un terminal-fil(s) conducteur(s).

**L'insertion des bouchants :** A l'extrémité des fils afin d'assurer l'étanchéité lors du contact terminal-connecteur.

➤ **Le pré-assemblage :**

C'est la 2ème phase traitant une partie des fils coupés dans une séquence d'opérations à savoir :

**Le sertissage manuel des terminaux :** Pour les fils de grande section.

**Le soudage ultrason (Shunk) :** Consiste à réaliser des épissures unissant un ou plusieurs fils.

**Le torsadage (Twist) :** c'est l'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques et ralentir la vitesse du passage du courant électrique (les deux fils pour les protéger des variations des champs magnétiques).

**L'insertion des accessoires :** Tels que les bouchants...



**Figure 10:** Machines de Sertissage manuel, de Shunk et de Twist successivement

➤ **Le montage :**

Dite aussi phase d'assemblage des différents composants afin d'obtenir le câble final, elle est accomplie généralement par l'exécution des trois grandes phases dont les opérations varient selon la nature et la famille du câble travaillé, et qui sont :

**L'insertion :** Consiste à insérer les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent manuellement suivant des normes d'opération disponibles pour les opérateurs.

**L'enrubannage :** Consiste à recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et des protecteurs sur

un convoyeur linéaire (QE ligne : Quality Efficiency line) ou rotatif (Carrousel).

**L'inspection et le test :** Les tests standards réalisés sur le câble sont le :

- **Test Electrique :** en testant la continuité électrique tout au long du câble.
- **Clip Checker :** une insertion et une vérification des clips.
- **Test Vision :** pour l'assemblage des boites fusibles.
- **Test Visuel :** d'une cadence d'une à deux fois afin de vérifier les longueurs.



**Figure 11:** Les postes d'insertion, d'enrubannage et du test électrique successivement

➤ **L'expédition :**

Une fois emballés à la fin de chaque ligne d'assemblage, les câbles sont mis par huit dans des cartons et transportés par palettes contenant une dizaine de cartons chacune vers la zone d'expédition qui s'occupe du transfert de la marchandise vers l'entrepôt mondial de YAZAKI en Belgique puis vers ses clients finaux.

## IV. Conclusion

Nous clôturons ce chapitre en ayant décrit le groupe YAZAKI et particulièrement le site fraîchement inauguré de Kénitra (YMK).

Dans le chapitre suivant, on va présenter le cahier de charge relatif au projet, aussi on va parler du contexte général du projet et nous décrirons d'une manière non-exhaustive la démarche de réalisation du projet.

# C

## hapitre 2 : Présentation du projet et l'état de l'existant

Ce chapitre expose le contexte général du projet en définissant le cahier de charges, le concept du projet, les états des lieux et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce stage.

Et pour bien mener cette étape, on va aborder ce chapitre comme suit :

- Présenter le périmètre du projet ;
- Etablir le cahier de charges du projet ;
- Réaliser le diagramme GANTT pour planifier les différentes tâches du projet ;

# I. Présentation du projet

## 1. Introduction

De nos jours, le secteur automobile a connu une grande évolution dans le marché, de ce fait, les exigences des clients augmentent, cette réalité pousse YMK à présenter le meilleur de leurs produits, et en permanence vise à lancer des nouveaux projets dans les différents secteurs afin d'optimiser son système de production. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études intitulé comme suit : « Amélioration des indicateurs de performance de la ligne P1MO-PASSENGER du projet GENERAL MOTORS (OPEL MERIVA) », qui se déroule dans la zone d'assemblage P3 et basé sur le concept de production KSK. Alors pour agir sur les problèmes qui grèvent l'évolution des indicateurs de performance dans cette zone, on doit analyser les processus de production et se lancer dans une démarche d'amélioration continue.

## 2. Cahier de charges du projet

### 2.1. Contexte du projet

Ce projet de fin d'études a pour but d'étudier et d'analyser tous les problèmes qui impactent sur les indicateurs de performance de la ligne P1MO-PASSENGER dans la zone d'assemblage(P3), tout en se focalisant sur l'élimination de tous les gaspillages de cette dernière afin de :

- Améliorer la Productivité et l'Efficiencce ;
- Réduire les défauts de qualités (DPM.....) ;
- Mise en place des méthodes de Lean Manufacturing ;

### 2.2. Les objectifs du projet

Pour arriver aux objectifs du projet, il faut :

- Minimiser les défauts de qualité (DPM inférieur ou égal à 153) ;
- Atteindre un taux d'efficience qui dépasse 80%, et un taux de productivité de 75% ;
- Eliminer les ressources de Gaspillages ;
- Réduire les temps d'arrêts (Down Time) ;

Pour piloter efficacement ce projet, on va traiter les axes suivants :

- Faire connaitre tous les flux physiques de la production des produits de câble client ;
- Détecter les causes qui affectent la productivité et l'efficience ;
- Proposer et appliquer un plan d'actions et le contrôlé par la suite ;

### 2.3. Equipe du projet

Le groupe du présent projet est constitué de:

- L'encadrant au sein de l'entreprise YAZAKI Maroc Kénitra Mr. **FADIL** Mohamed Pilote de projet.
- L'ingénieur responsable du projet Mr. **GHAZALI** Youssef, Mr. **Hicham** chef de secteur et Mr. **Abd Ouahed** chef de la ligne P1MO-PASSENGER du projet GM.
- Le professeur encadrant à la Faculté des Sciences et Techniques Fès : Mr. **HARRAS** Bilal.
- Les stagiaires « **MOUENIS** Meryem et **TOUGOUCHTE** Fadwa » en deuxième année Master Génie Mécanique et Productique à FST Fès.

### 2.4. Contraintes du projet

- Perte de temps dans la planification et recherche des tâches à faire par la suite, journée sans valeur ajoutée ;
- La mauvaise analyse du besoin exprimé par le maître d'ouvrage (travail non structuré), manque de motivation, perte d'efficacité ;
- Difficulté dans la recherche des informations ;
- Indisponibilité des membres de l'équipe du projet ;

## II. Méthodologie de travail

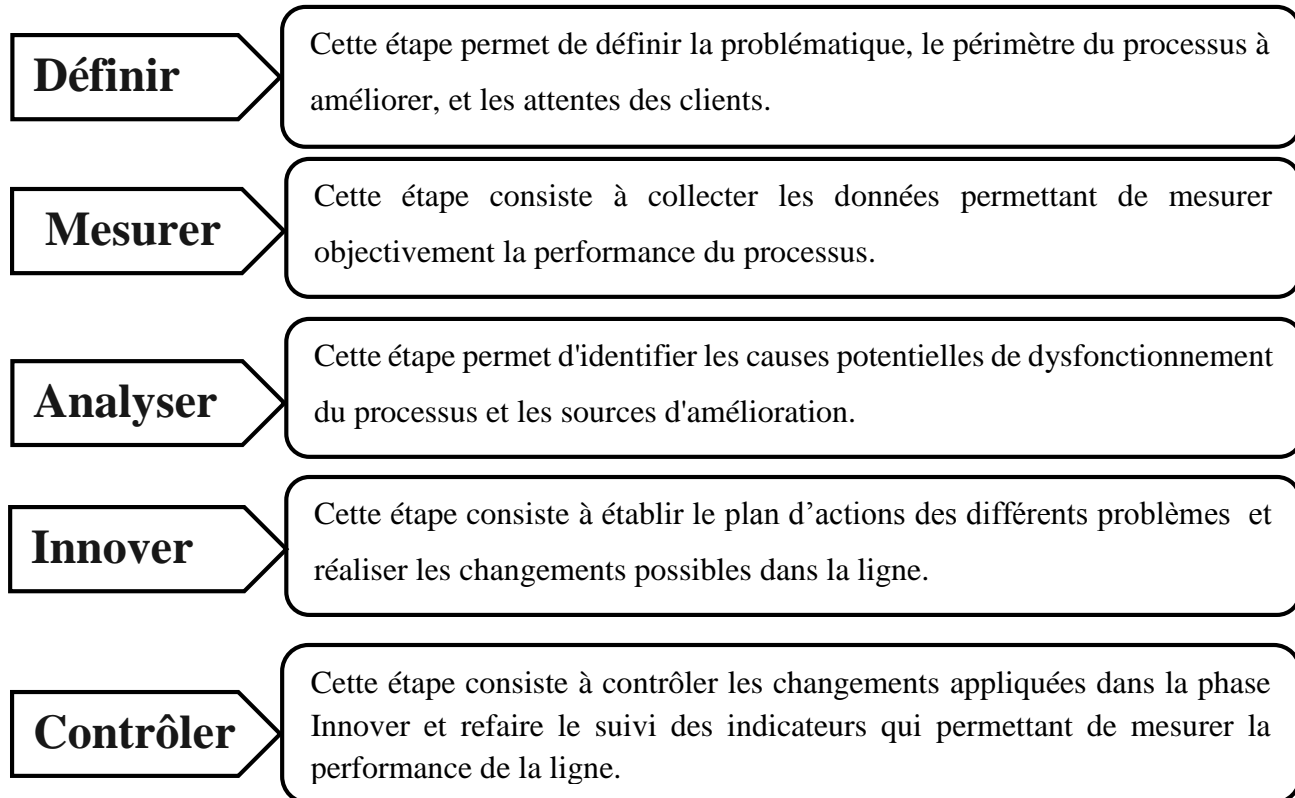
### 1. Lean Manufacturing

Le Lean Manufacturing est un système de gestion de production basé sur trois éléments fondamentaux. Le premier est la réduction des coûts par l'élimination des **MUDAs**, le second est la production juste à temps et le troisième concerne la qualité.

En vue d'arriver à l'objectif principal de **Lean Manufacturing** qui se manifeste dans la Production sans gaspillage, certains outils sont mis en place et reposent essentiellement sur le développement de l'état d'esprit. Parmi les outils que nous avons utilisés, on peut citer : **QOOQCP** (Qui, Quand, Où, Quoi, Comment, Pourquoi), **CTQ** (Critical To Quality), **PARETO** (Diagramme 20% - 80 %), **VSM** (Value Stream Mapping), **SIPOC** (Supplier, Input, Process, Output, Customer), **ISHIKAWA** (Diagramme Cause-Effet),...

## 2. Démarche du projet

Pour notre étude, nous allons adopter la démarche **DMAIC** comme une méthodologie de travail structurée qui peut être décrite comme étant un processus structuré utilisée dans le cadre des projets **Lean-Six Sigma** pour améliorer la performance opérationnelle des processus. Cette démarche se décompose en Cinq étapes principales qui impliquent les opérationnels impliqués dans le processus étudié.





## 3. Planification du projet dans le temps

Le diagramme de GANTT est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires à la réalisation d'un projet.

Ce diagramme présenté ci-dessous, jouait le rôle d'un fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation de ce projet.

Mois		2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	Etat					
Date		6/2	13/2	20/2	27/2	6/3	14/3	21/3	28/3	4/4	11/4	18/4	25/4	2/5	9/5	16/5	23/5	30/5	6/6						
Activités/Semaine		S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23						
Phase d'intégration	Auto-formation sur le processus de production	[Red]																							Terminé
	Formation lean manufacturing		[Red]																		Terminé				
	Elaboration du cahier de charges		[Red]																		Terminé				
Définir	Formulation du problème			[Red]																	Terminé				
	Elaboration de SIPOC			[Red]																	Terminé				
	Rédaction de la charte du projet				[Red]																Terminé				
Mesurer et Analyser	Collecte des données					[Red]															Terminé				
	Mesurer les variables de sorties					[Red]															Terminé				
	Analyse des causes racines					[Red]															Terminé				
Améliorer	Imaginer des solutions								[Red]												Terminé				
	Sélectionner les solutions									[Red]											Terminé				
	Tester les solutions											[Red]									Terminé				
Contrôler	Mettre sous contrôle le processus													[Red]							Terminé				
	Elaboration de tableau de bord																			[Red]		Terminé			
	Clôture du projet																			[Red]		Terminé			

Tableau 3: Planning du projet

 Durée planifiée  
 Durée terminée

### III. Conclusion

Dans ce deuxième chapitre nous avons donné une brève présentation de notre projet, ensuite nous avons présenté le contenu du cahier de charges du projet, tout en citant l'objectif du projet, ses contraintes ainsi que la démarche à suivre.



# Partie 2

# C

## hapitre 1: Application de la première étape de la démarche DMAIC – Définir

Ce chapitre sera dédié à la première étape de la démarche DMAIC : Définir, où nous allons d'abord définir la problématique, les limites de remise en cause, l'équipe de travail...

Et pour bien mener cette étape, on va utiliser les outils suivants :

- Formulation du problème par la méthode QQQQCP ;
- Comprendre les attentes clients à l'aide du diagramme CTQ ;
- Identifier le processus et son environnement : diagramme SIPOC ;
- Et finalement, on va conclure par la Charte de Projet ;

# I. Formulation du problème

## 1. Mise en situation

YMK possède une base clientèle diversifiée, récemment il est entrain de lancer un nouveau projet du client « General Motors», ce projet consiste à fabriquer la famille de câble P1MO-PASSENGER pour la voiture OPEL MERIVA. Pour assurer la production de ces câbles, YMK a créé une extension d'usine qui comporte deux zones, une zone P2 et une zone P3. Toutes les informations concernant le projet nommés GM ou BMPV seront traitées par la suite.

## 2. Problématique

L'étude de la ligne P1MO-PASSENGER nous a permis de détecter toutes les anomalies qui existent, et leurs influencent sur la productivité afin de proposer des actions amélioratives et arriver aux objectifs ciblés. Et pour mieux traiter notre problématique on doit répondre à la question suivante : « **Comment peut-on améliorer le taux de la productivité et de l'efficacité de la ligne P1MO correspond à la famille de câble PASSENGER ?** C'est dans cette optique qu'a été initié notre projet de fin d'études qui vise à implanter le Lean Manufacturing dans la zone P3.

## 3. Périmètre du projet

Pour décrire d'une manière claire et structurée notre problématique, nous avons utilisé l'outil **QOQCP**, c'est un outil qualité très efficace pour cerner le plus complètement possible un problème, une cause, une situation donnée ? Son nom vient des questions auxquelles on doit répondre :

- **Quoi ?** : De quoi s'agit-il (objet, opération, nature,...) ?
- **Qui ?** : Qui est concerné (exécutants, qualification) ?
- **Où ?** : Où cela se produit-il ?
- **Quand ?** : Quand cela survient-il (durée, fréquence....) ?
- **Comment ?** : Comment procède-t-on (matériel, matières, méthode...) ?
- **Pourquoi ?** : Pourquoi cela se passe-t-il ainsi ?

Le **Tableau 4** représente la méthode QOQCP.

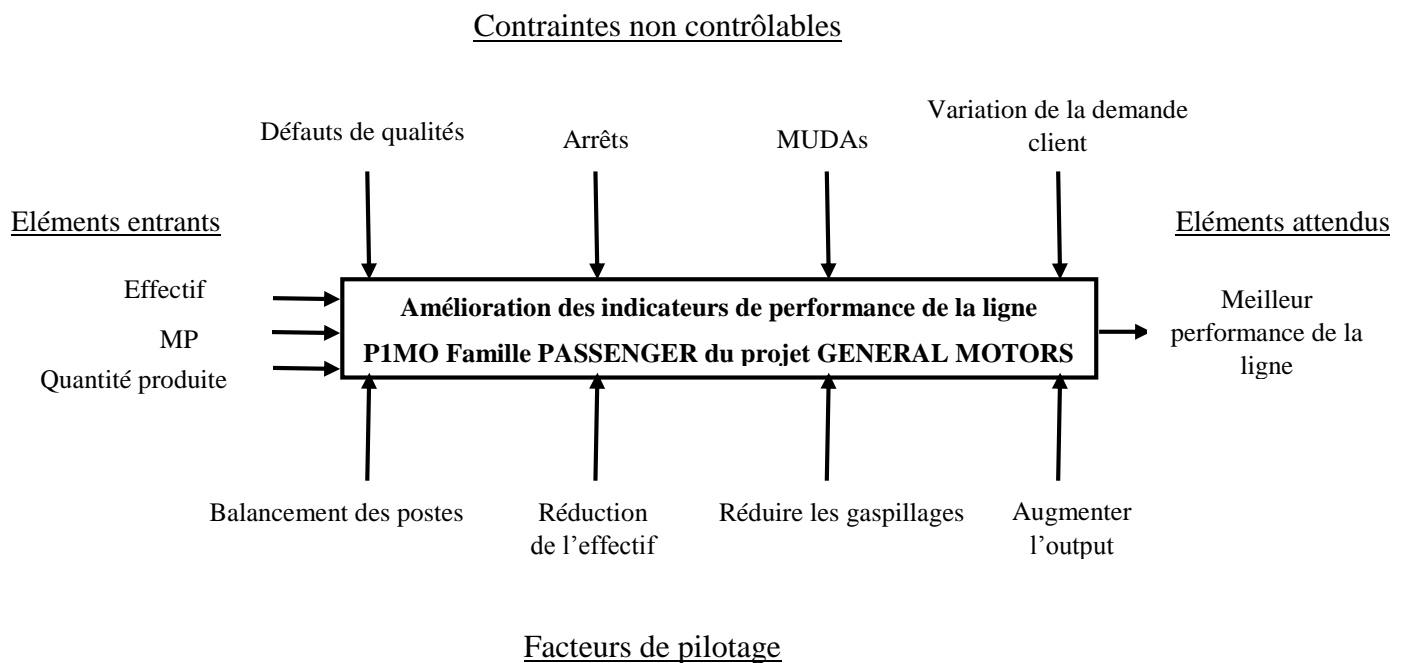
<b>Quoi ?</b>	<b>De Quoi s'agit-il ?</b>
<b>Nom du projet</b>	GENERAL MOTORS
<b>Nom du véhicule</b>	OPEL MERIVA
<b>Type de câble</b>	PASSENGER
<b>Phase de projet</b>	Production série
<b>Localisation du client</b>	Espagne
<b>Qui ?</b>	<b>Qui est concerné par le problème ?</b>
<b>Département</b>	Production
<b>L'équipe de travail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TOUGOUCHTE Fadwa et MOUENIS Meryem, Etudiantes en Master Génie Mécanique et Productique.</li> <li>- FADIL Mohamed, Pilote de nouveau projet GM.</li> </ul>
<b>Où ?</b>	<b>Où cela se produit-il ?</b>
<b>Ligne</b>	P1MO, Famille : PASSENGER
<b>Zone</b>	Assemblage « P3 »
<b>Quand ?</b>	<b>Quand le problème est apparait ?</b>
<b>Temps</b>	Dès le démarrage du projet
<b>Comment ?</b>	<b>Comment mettre en œuvre les moyennes nécessaires?</b>
<b>Méthodes utilisées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse détaillée des données actuelles ;</li> <li>- Application des outils de Lean Manufacturing ;</li> <li>- Analyse comparative entre l'existence et cible ;</li> <li>- Estimation et Perspective ;</li> </ul>
<b>Pourquoi ?</b>	<b>Pourquoi le problème se propose-t-il ?</b>
<b>Objectifs du projet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des MUDAS (Gaspillages) ;</li> <li>- Amélioration QCD (Qualité, Coût, Délai) ;</li> <li>- Amélioration des indicateurs de performance de la ligne (Production /Efficience), en optimisant le coût de l'équipement ;</li> </ul>

**Tableau 4:** La méthode QQQQCP

## 4. Boite noire

Boite noire est comme un projet ou un système qui a des paramètres entrants et des paramètres sortants (produit tangible) sans considérer son fonctionnement interne, et comme son nom indique la boite noire vient du fait que les composants et les processus de traitement ne sont pas visibles. et il y a plusieurs contraintes de cette méthode on peut citer :

- Contraintes de pilotage se sont les éléments physiques ou technologiques qui réalisent les fonctions.
- Contraintes de bruit sont les éléments qui perturbent le déroulement du travail.



**Figure 12 :** Boite noire du projet

## 5. Conception de la ligne P1MO-PASSENGER

Pour une vision plus claire du flux de production de la ligne P1MO-PASSENGER. La figure ci-dessous représente l'emplacement des différents postes et leurs organisations dans la ligne.

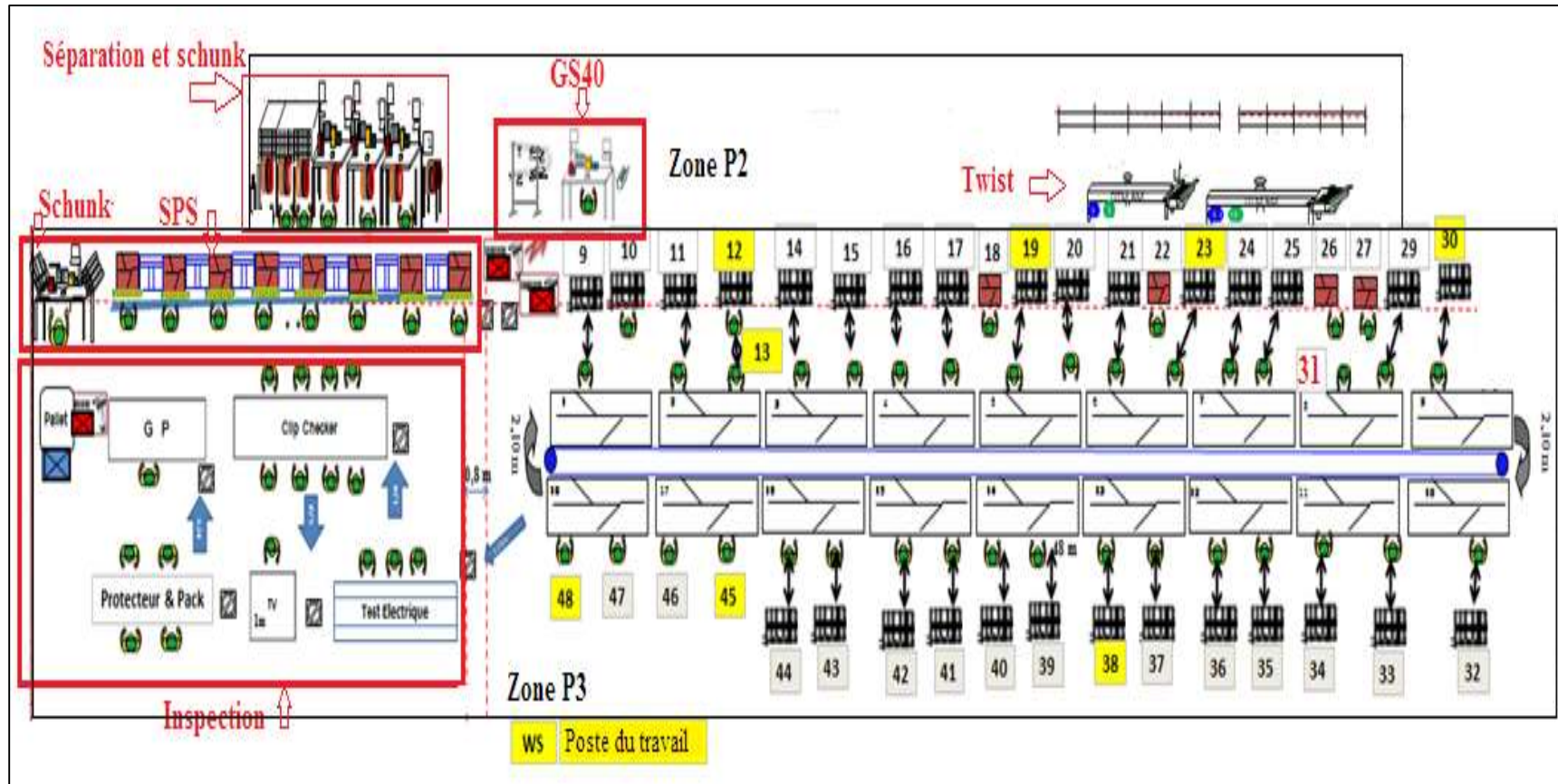


Figure 13: Conception de la ligne P1MO-PASSENGER du projet GM

### 5.1. Définition de l'effectif

Comme indique le **Tableau 5**, notre projet sera consacré sur la ligne P1MO-PASSENGER. Le recensement de l'effectif travaillant dans la ligne montre qu'il y a uniquement un seul shift :

	Processus	Ligne	Effectif des opérateurs	Total
Direct	Pré -assemblage	Séparation	2	7
		Schunk	3	
		Twist	2	
	Assemblage	Chaine	40	65
		Inspection	16	
		SPS	9	
Indirect		Distributeur	2	3
		Chef de ligne	1	

**Tableau 5:** Effectif de la ligne P1MO

### 5.2. Identification du CTQ

Débuter et lancer un nouveau projet n'est pas chose aisée, c'est pourquoi, il nous faut mettre en action les éléments clefs pour commencer sur de bonnes bases. Pour cela, on va clarifier un certain nombre de points, qui sont les suivants :

- Quelles sont les caractéristiques critiques pour le client, leurs cibles, leurs limites ?
- Quelles sont la situation actuelle et la situation espérée ?

Afin de répondre à ces questions, on va utiliser le diagramme **CTQ (Critical To Quality)** qui a pour objectif de décomposer le besoin des clients en exigences, qui doivent pouvoir être mises en face de caractéristiques que l'on sait évaluer par mesure pour chacune de ses caractéristiques, on doit pouvoir déterminer une cible et des spécifications limites.

La **Figure 15** représente le diagramme CTQ qui nous a permis de bien définir le niveau précis de qualité exigé pour chaque attribut déterminant du produit.

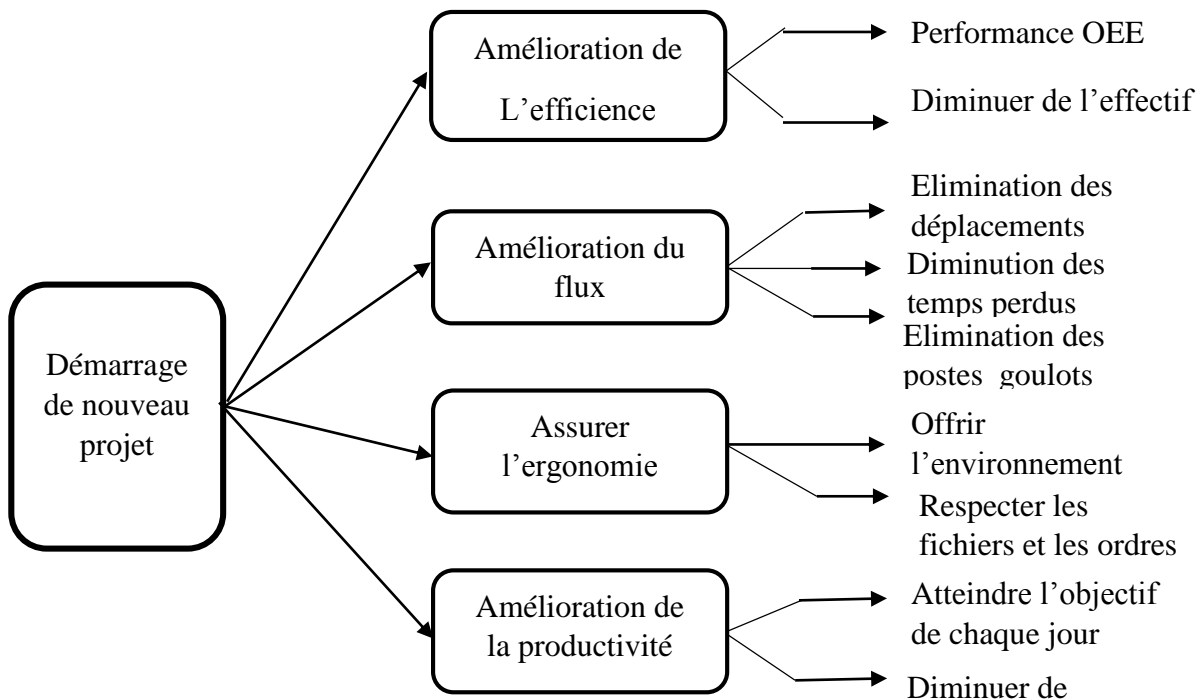


Figure 14: Diagramme CTQ

## 6. Diagramme SIPOC pour la ligne P1MO-PASSENGER

Pour comprendre le flux de production au sein de YKM, nous avons proposé le diagramme de **SIPOC** (Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers) qui est une cartographie du processus décrit le flux depuis les entrées du fournisseur jusqu'aux sorties de client. Au fur et à mesure du déroulement du flux, le fournisseur (Supplier) qui peut être interne ou externe à l'entreprise, fournit une entrée (Input) sous forme d'informations, des matières premières, ou des équipes et alimente le processus (Process) dans sa globalité.

De ce processus, résulte un livrable (Output) qui peut être un produit, une information, un service adressé aux clients (Customers) qui ne sont pas forcément des clients finaux d'un produit.

La **Figure 16** représente le flux du processus de fabrication chez YMK de la ligne P1MO-PASSENGER du nouveau projet GM :



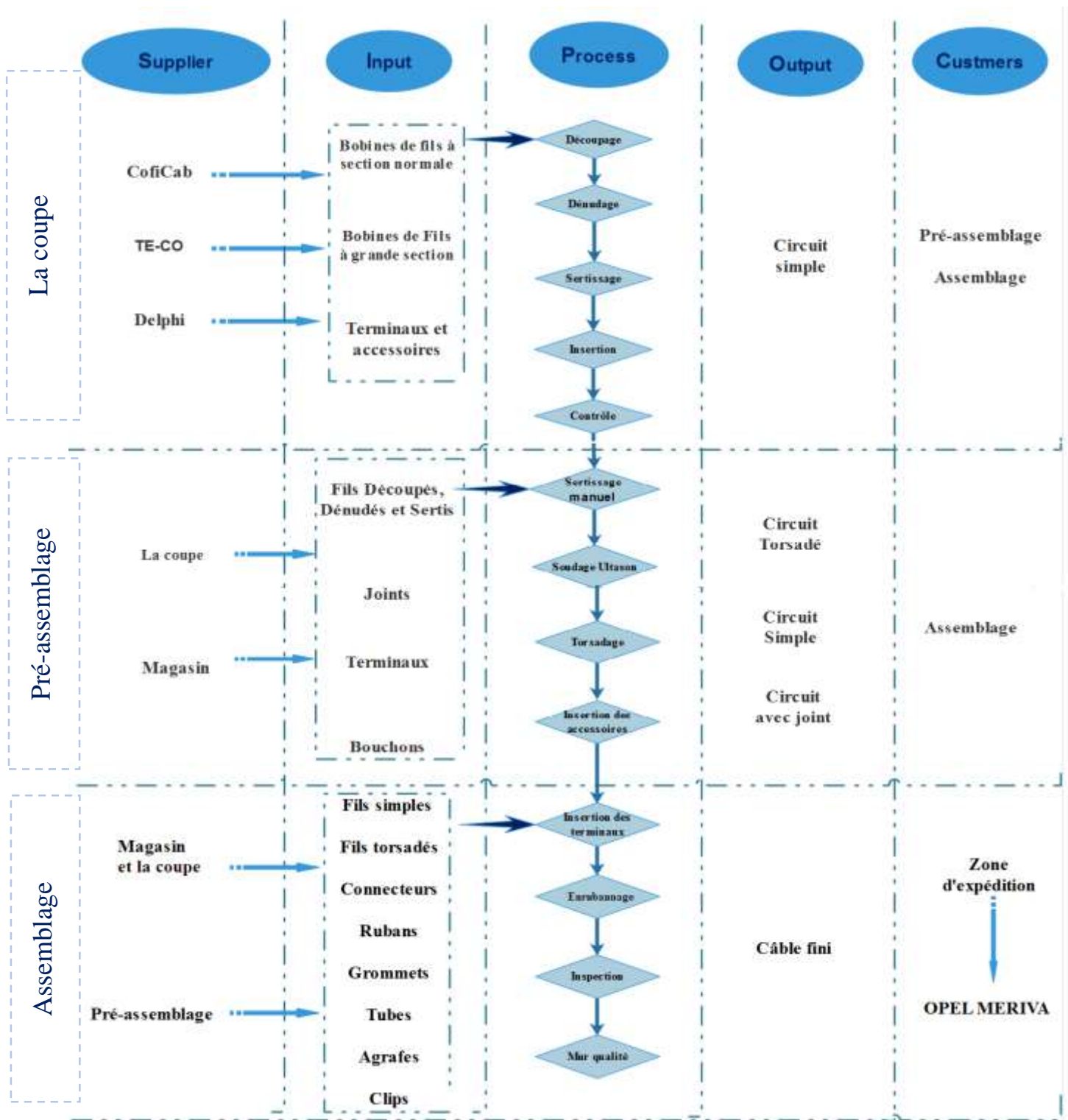


Figure 15: Diagramme SIPOC de la ligne P1MO-PASSENGER

## **7. Charte de projet**

La charte de projet est un élément clef de la phase de construction d'un projet. Elle va présenter d'une manière synthétique le problème à résoudre, l'objectif à atteindre. Et elle va également définir les rôles et les responsabilités du projet ainsi que les principaux jalons temporels (Voir les annexes 1 et 2).

## **II. Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de bien définir notre projet, notamment en ciblant ses objectifs principaux dans le sens technique, et en décrivant la ligne concernée.

Dans le chapitre suivant, nous présentons une analyse détaillée de l'état actuel de la ligne P1MO, cette étude est basée essentiellement sur l'analyse des différents facteurs qui influencent sur l'efficiency et la productivité.

# C

## hapitre 2 : Application les étapes de la démarche DMAIC – Mesurer et Analyser

Dans ce chapitre, on passera au terrain pour effectuer nos mesures et les analyser par la suite, en divisant le travail à un ensemble des tâches :

- Décrire l'évolution de Productivité, Efficience et DPM de la ligne PIMO- PASSENGER ;
- Etablir un bilan de chronométrage de chaque poste : diagramme YAMAZUMI Chart afin de déterminer les postes goulots ;
- Déterminer les causes les plus fréquentes ;
- Analyser les résultats obtenus (ISHIKAWA, Pareto, cinq Pourquoi) ;
- Etablir la cartographie des flux de valeur VSM ;

## I. Introduction

Les étapes du DMAIC « **Mesurer** et **Analyser** » particulièrement complexe dont l'objectif principal consiste à recueillir des données dans le but de mieux quantifier les processus et comprendre la manière dont ils fonctionnent. Ces phases contribuent à déterminer l'origine précise du problème et à obtenir des données fiables sur lesquelles basés le reste de l'étude DMAIC.

## II. Evolution des indicateurs de performance de la ligne

Les indicateurs de performance KPI sont des outils de pilotage, de suivi et de mesure de la performance industrielle, ils permettent de générer des rapports détaillés sur l'évolution des facteurs de succès d'une ligne de production, pour notre projet nous sommes intéressés au indicateurs suivants : Productivité, Efficience et DPM.

Les relations de la productivité, l'efficience et DPM comme suit :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Nombre de Câbles} \times \text{Heures de Production par Câble}}{\text{Effectif} \times 7,66(\text{Heures de travail par équipe})} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Efficience} = \frac{\text{Nombre de Câbles} \times \text{Heures de Production par Câble}}{\text{Effectif} \times (7,66(\text{Heure de travail par équipe}) - \text{Temps d'arrêts})} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Défauts qualité (DPM)} = \frac{\text{Nombre de Câbles Défectueux}}{\text{Total des Câbles Produits}} \times 1000 \quad (3)$$

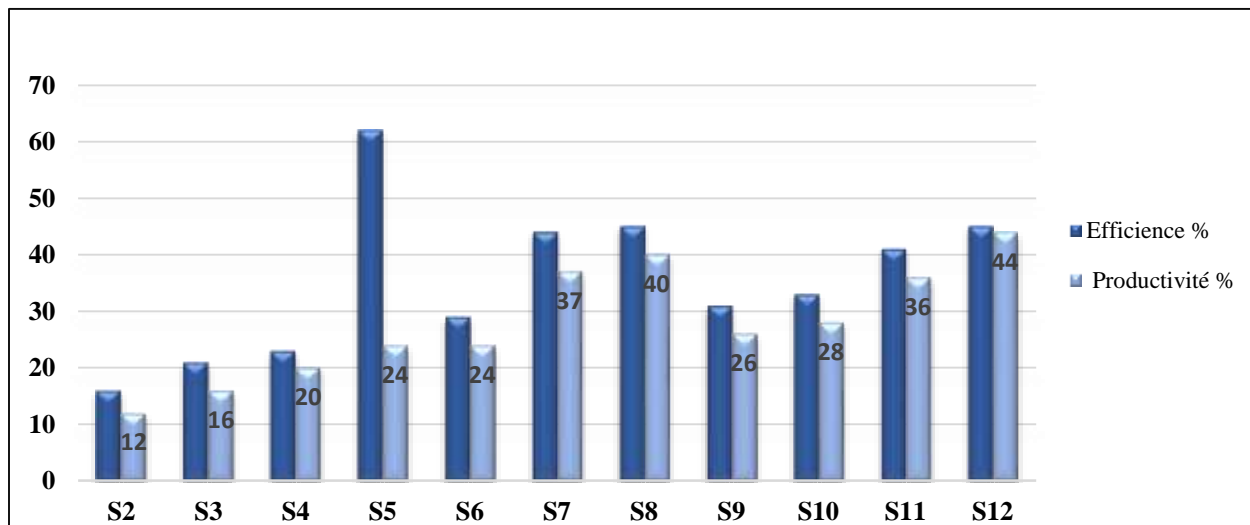
## 1. Evolution de la productivité et l'efficacité

### 1.1. Evolution hebdomadaire

Pour mettre en perspective l'évolution mensuelle de ces indicateurs, on va présenter l'historique de la moyenne du taux de productivité et l'efficacité pour les 3 mois Janvier, Février et Mars 2017.

Semaines	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
<b>Productivité %</b>	12	16	20	24	24	37	40	26	28	36	44
<b>Efficience %</b>	16	21	23	62	29	44	45	31	33	41	45

**Tableau 6:** Evolution Productivité-Efficience hebdomadaire



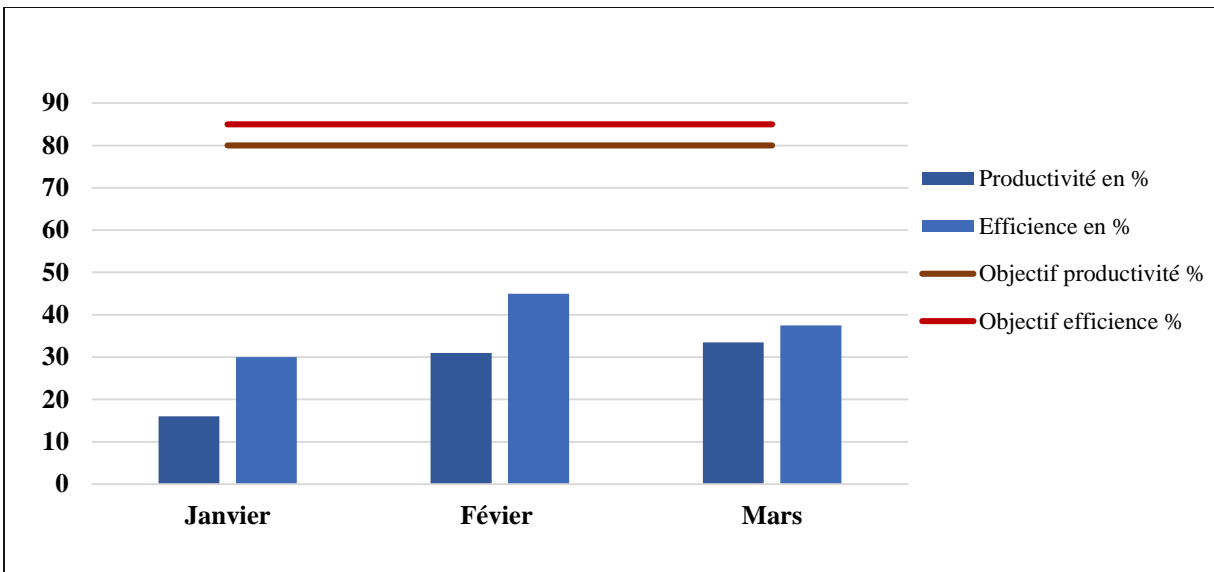
**Figure 16:** Evolution Productivité-Efficience hebdomadaire

### 1.2. Evolution mensuelle

Le **Tableau 7** présente la moyenne de Productivité et d'Efficience durant les trois mois passés Janvier, Février et Mars 2017 :

Mois	Janvier-17	Fèvrier-17	Mars-17
<b>Productivité %</b>	16	31	33,5
<b>Efficience %</b>	20	45	37,5

**Tableau 7:** Evolution Productivité-Efficience mensuelle



**Figure 17:** Evolution Productivité-Efficience mensuelle

D’après les **Figures 17** et **18**, on remarque des fluctuations de la productivité entre **12%** et **44 %** ainsi que l’efficience entre **16%** et **62%** , mais elles n’atteint pas leurs objectifs à cause des dysfonctionnements provoqués par certaines sources de gaspillages, qu’on va découvrir par la suite. Alors la question qui se pose est la suivante : Quelles sont les causes qui influencent sur la performance de la ligne ?

Conséquemment, il est d’une importance cruciale de déceler les causes de ces faibles valeurs tout en étudiant les paramètres de la productivité et l’efficience.

## 2. Evolution DPM

### 2.1. Suivi DPM par semaine durant les trois mois

Le **Tableau 8** et la **Figure 19**, représentent l’historique de DPM pendant trois mois : Janvier, Février et Mars 2017.

Semaines	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
<b>DPM</b>	1908	583	417	255	213	213	174	171	168	128	138
<b>Objectif</b>	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153

**Tableau 8:** Les défauts de qualité hebdomadaire

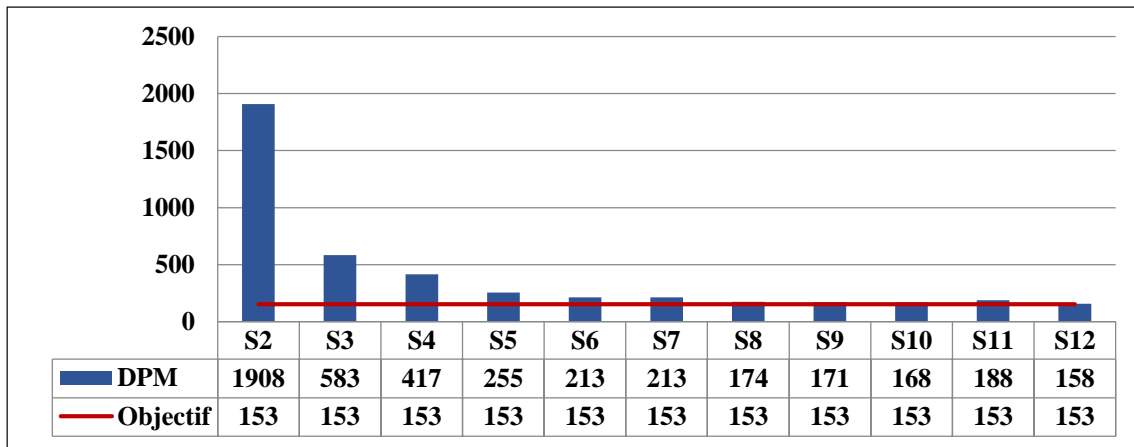


Figure 18: Diagramme des défauts de qualité hebdomadaire

D'après le **Tableau 8** et la **Figure 19**, on remarque que la semaine 2 représente le plus grand nombre de défauts de qualité qui sont de l'ordre de **1908 défauts**, ce qui est normal à cause de démarrage du nouveau projet et après cette semaine le DPM commence à décroître jusqu'à **158 défauts** dans la semaine 12 mais malheureusement reste toujours loin de notre objectif qui vaut **153**.

## 2.2. Etat global du DPM mensuelle durant les trois mois

Le **Tableau 9** et la **Figure 20**, représentent le suivi mensuel des défauts qualités :

	Janvier	Février	Mars
DPM	774	205	155
Objectif	153	153	153

Tableau 9: Défauts qualité durant 3 mois

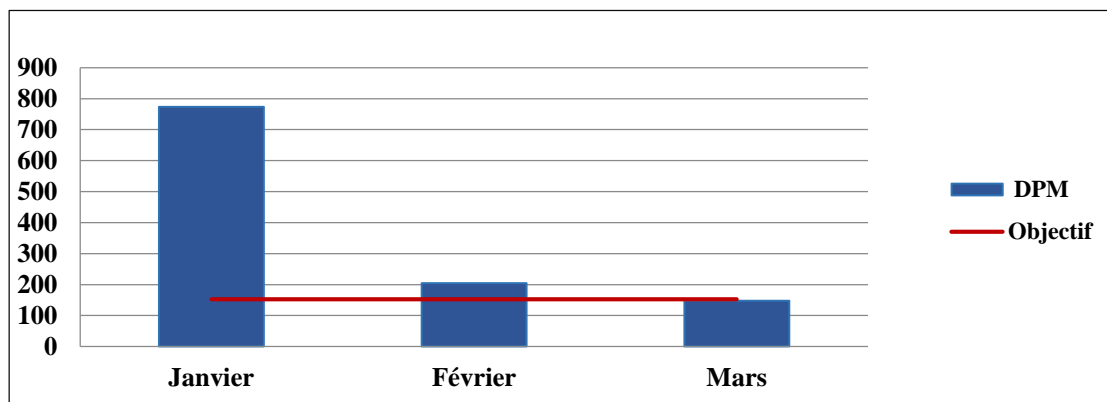


Figure 19: Défauts qualité du 3 mois

D'après la **Figure 20** et le **Tableau 9**, nous remarquons que Janvier a connu une grande croissance du DPM jusqu'à 774 qui représente presque le triple de l'objectif, comme nous avons déjà indiqué auparavant à cause du démarrage du nouveau projet donc ce qui est normal de trouver plusieurs problèmes au début.

D'où la question qui se pose : quels sont les défauts de qualités qui impactent sur ce projet ? Dans ce qui suit, on va bien prélever les causes majeures qui engendrent cette faible évolution de ces indicateurs de performance. Pour cela « **Cinq pourquoi** » intervient comme une méthode pertinente qui va nous aider à détecter les causes racines de ces problèmes.

### 3. Les Cinq pourquoi

La méthode des « Cinq Pourquoi » permet l'identification des causes racines d'un problème. En posant plusieurs fois la question « Pourquoi ? » au problème, on retire une à une les couches de symptômes qui mène à les causes racines. Bien que la méthode se nomme « Les Cinq Pourquoi », il se peut que vous ayez à vous poser la question « Pourquoi ? » moins de cinq fois ou plus de cinq fois selon le problème.

#### 3.1. Application des Cinq pourquoi

Pour mieux comprendre le **Tableau 10** qui décortique les différentes questions qu'ils se posent afin de comprendre les obstacles qui influencent sur les KPI de la ligne nous présenterons le tableau ci- dessous :

	Problèmes	Causes
<b>Pourquoi ?</b>	Une faible Performance de la ligne P1MO.	-Des gaspillages.
<b>Pourquoi ?</b>	Ces gaspillages existent-ils ?	-Des arrêts. -Des Défauts de qualité.
<b>Pourquoi ?</b>	Ces problèmes arrivent-ils ?	- Rupture de Matière Première, Panne Machine, fils similaires, Manque des aides visuelles....
<b>Pourquoi ?</b>	Ces problèmes interviennent-ils ?	- Manque de la maintenance Préventive, non-respect du mode Opérateur.....
<b>Pourquoi ?</b>	Pourquoi cela arrive-t-il ?	-Manque de formation des Personnels. -Irresponsabilité des personnels.

**Tableau 10:** L'application des Cinq Pourquoi



En analysant le **Tableau 10**, nous remarquons qu'il ya plusieurs facteurs qui handicapent la performance de la ligne, ce qui nous a conduit a faire des mesures et des analyses qui porteront sur quatre axes à savoir :

- Etude de l'effectif ;
- Les arrêts ;
- DPM (Défauts de qualité);
- Les gaspillages (Ergonomie, Déplacement inutile, Attentes,...) ;

### **III. Etudes des éléments impactant sur les indicateurs de performance de la ligne P1MO**

#### **1. Etude d'effectif**

Ne nous pouvons pas juger un sureffectif ou un manque d'effectif qu'après avoir chronométré les divers postes et comparé les temps mesurés au Temps Takt. Notons que le Temps Takt est la maille de temps unitaire disponible pour accomplir une tâche selon la demande du client. C'est un outil essentiel pour pouvoir dire à chaque instant si l'on est « en avance » ou « en retard ». Les temps de cycle des différents processus de production doivent être inférieurs ou égaux au Temps Takt, afin de répondre au besoin du client.

##### **1.1. Diagramme YAMAZUMI**

**YAMA** = la Montagne, la Pile et **ZUMI** = Ordonné.

Un YAMAZUMI est un graphique de distribution des tâches à différents postes en fonctions du Temps Takt. Il permet d'équilibrer la charge de travail de plusieurs opérateurs. Le YAMAZUMI est construit à partir des relevés de temps de cycle découpés en tâches élémentaires. Le chronométrage des temps de cycle est accompagné d'un calcul de certain nombre de paramètres qui aident à bien décrire la situation.

L'ensemble des calculs qui s'effectue à ce niveau pour la réalisation de YAMAZUMI est comme suit :

$$\text{Temps Takt} = \frac{\text{Temps Disponible}}{\text{Demande Client}} = \frac{460 \text{ min} \times 60(\text{s})}{\text{Demande Client}} \quad (4)$$

### 1.2. Diagramme YAMAZUMI de la ligne P1MO-PASSENGER

Le YAMAZUMI consiste à mesurer et analyser chaque poste dans la ligne P1MO-PASSENGER afin de vérifier le diagnostic du temps d'y apporter des améliorations et de fournir à la production dans la ligne un temps stabilisé.

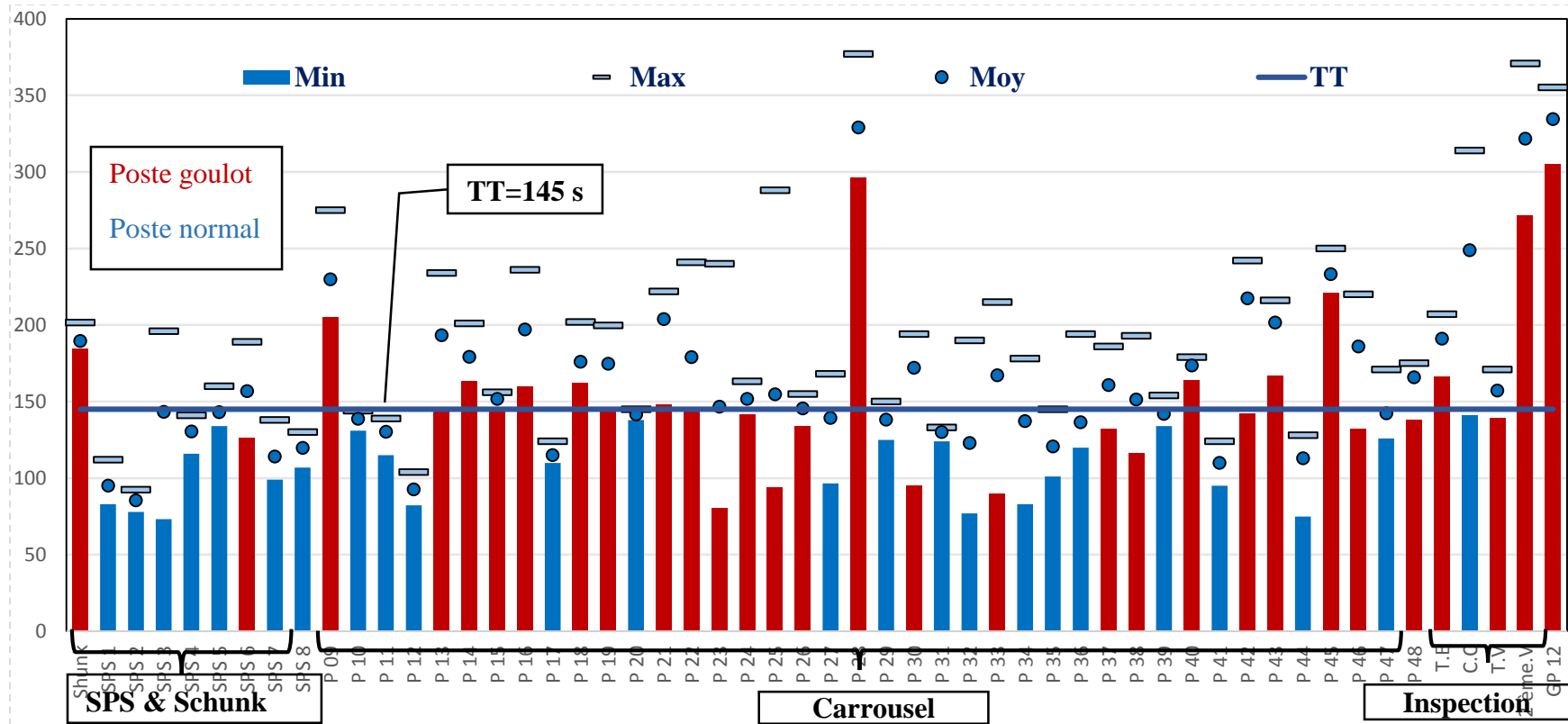


Figure 20: Diagramme YAMAZUMI de la ligne P1MO-PASSENGER

### 1.3. Résultats du YAMAZUMI

La procédure de l'analyse constitue la répartition des postes par les membres de l'équipe de travail. Chacun s'occupe d'un nombre spécifique de postes dans la ligne P1MO-PASSENGER, pour surveiller la méthode de travail des opérateurs, réaliser des mesures de temps pour chaque poste et soulever les difficultés rencontrées lors de la réalisation des tâches afin d'optimiser les phases de travail surveillées.

Le nombre des mesures relevées est cinq pour assurer une meilleure fiabilité des résultats, et afin de conclure par rapport à l'effectif de la ligne.

#### ➤ Les postes pré-Assemblage : SPS et Shunk

Poste	Shunk	SPS 1	SPS 2	SPS 3	SPS 4	SPS 5	SPS 6	SPS 7	SPS 8
Moy (s)	189,48	95	85,44	143,16	130,4	143	156,8	114	119,8

Tableau 11: Temps de mesure des postes SPS et Schunk

#### ➤ Les postes Assemblage : 39 postes

Poste	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17
Moy (s)	229,8	138,8	130,2	92,56	193,4	179,2	151,8	197	115
Poste	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26
Moy (s)	176	174,6	140,2	203,8	179	146,64	151,68	154,64	145,6
Poste	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35
Moy (s)	130,32	329	138,2	172	130	123	167,2	137,2	120,6
Poste	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	P 44
Moy (s)	139,4	160,8	151,4	142	173,5	110	217,4	201,6	113
Poste	P 45	P 46	P 47	P 48					
Moy (s)	233,2	186	142,4	165,8					

Tableau 12: Temps de mesure des postes d'assemblages

#### ➤ Les postes d'Inspection : 4 postes

Poste	T.E	C.C	T.V	2ème Visuel	GP 12
Moy (s)	191	248,8	157,2	321,6	334,44

Tableau 13: Temps de mesure des postes d'inspection

#### 1.4. Analyse des résultats

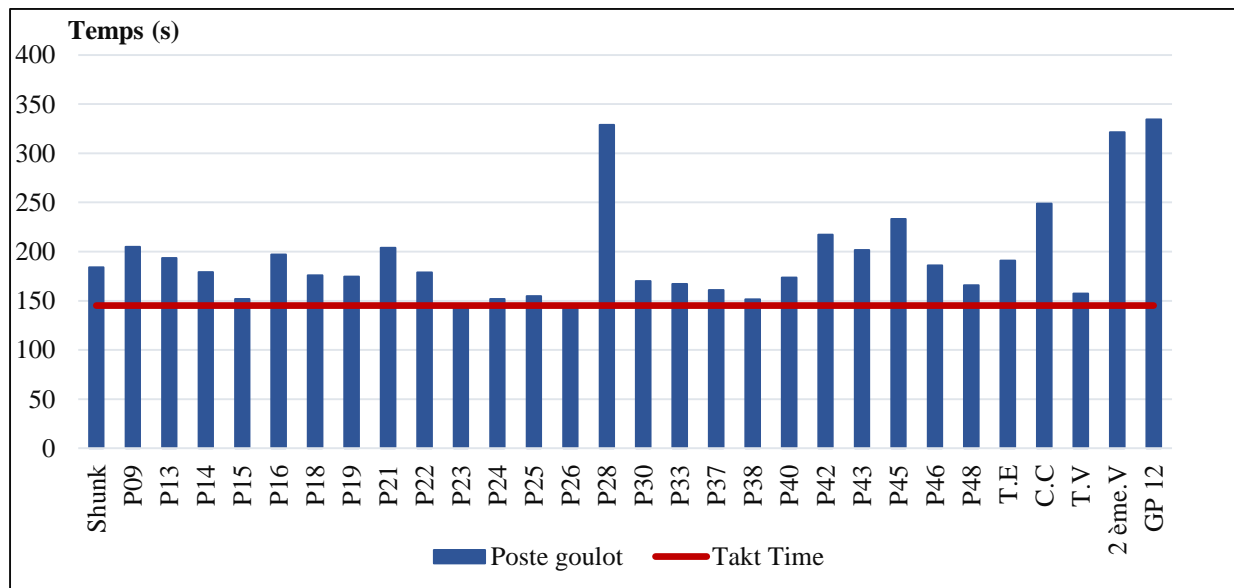
Après avoir effectué le chronométrage (YAMAZUMI) au niveau de la ligne P1MO-PASSENGER, on va procéder à l'analyse des résultats trouvés en traitant tous les paramètres influençant le taux d'efficience et de productivité.

Cette étude consiste à comparer les temps de cycles mesurés avec le Temps Takt. On peut constater d'après le graphe YAMAZUMI qui représente le temps de cycle de chaque poste de la ligne P1MO-PASSENGER, que certains postes ont dépassé le Temps Takt (Postes goulots), donc ils ne sont pas adaptés au rythme de la production d'où il faut agir sur eux.

Les postes goulots de la chaîne de production dans ce cas se présentent par :

- **Les postes de SPS** : Shunk et SPS6.
- **Les postes Assemblage (Carrousel)** : P9, P13, P14, P15, P16, P18, P19, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P28, P30, P33, P37, P38, P40, P42, P43, P45, P46 et P48.
- **Les postes d'inspection** : tous les postes d'inspection (T.E, C.C, Test Vision, 2<sup>ème</sup> Visuelle et GP12) sont des postes goulots.

La **Figure 22** représente les postes goulots que nous avons détectés par le YAMAZUMI.



**Figure 21:** Les postes goulots de la ligne P1MO-PASSENGER

### 1.5. Analyse des postes goulots

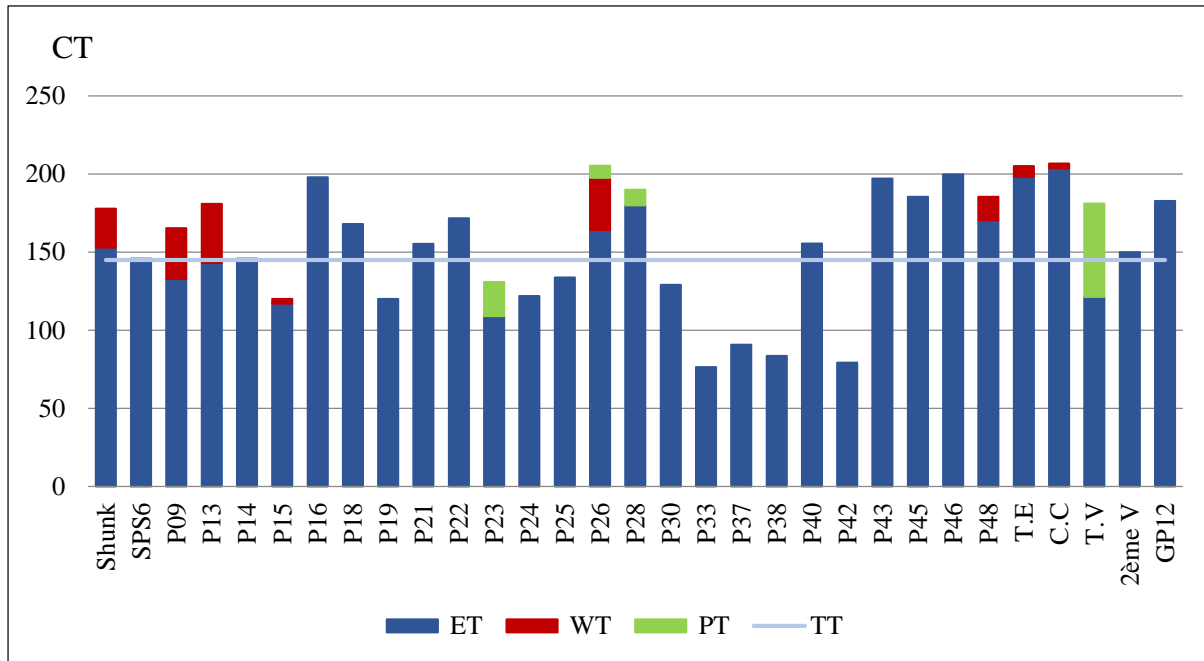
La première chose à faire est de valoriser les tâches effectuées au sein de ses postes goulots, donc il est nécessaire de les observer plusieurs fois afin d'avoir une vision globale sur le poste et vérifier par la suite, le respect des standards (Les tâches affectées à chaque opérateur : Voir annexe N°3). Le tableau suivant représente ces tâches là et leurs durées de manière séquentielle.

$$CT = ET + WT + Pertes \quad (5)$$

Les postes	ET (s)	WT (s)	PT (s)	CT (s)	TT (s)
<b>Shunk</b>	152,8	25	0	177,8	145
<b>SPS6</b>	146	0	0	146	145
<b>P09</b>	132,8	32,6	0	165,4	145
<b>P13</b>	143	38	0	181	145
<b>P14</b>	146	0	0	146	145
<b>P15</b>	117	3	0	120	145
<b>P16</b>	198	0	0	198	145
<b>P18</b>	168	0	0	168	145
<b>P19</b>	120	0	0	120	145
<b>P21</b>	155,4	0	0	155,4	145
<b>P22</b>	171,8	0	0	171,8	145
<b>P23</b>	109	0	22	131	145
<b>P24</b>	122	0	0	122	145
<b>P25</b>	133,8	0	0	133,8	145
<b>P26</b>	164,2	33,4	7,8	205,4	145
<b>P28</b>	180	0	10	200	145
<b>P30</b>	129	0	0	129	145
<b>P33</b>	76,44	0	0	76,44	145
<b>P37</b>	90,8	0	0	90,8	145
<b>P38</b>	83,5	0	0	83,5	145
<b>P40</b>	155,6	0	0	155,6	145
<b>P42</b>	79,2	0	0	79,2	145
<b>P43</b>	197,2	0	0	197,2	145
<b>P45</b>	185,4	0	0	185,4	145
<b>P46</b>	199,8	0	0	199,8	145
<b>P48</b>	170,4	0	0	170,4	145
<b>T.E</b>	198,2	7	0	205,2	145
<b>C.C</b>	203,8	3	0	206,8	145
<b>T.V</b>	121,2	0	60	181,2	145
<b>2<sup>ème</sup> V</b>	150	0	0	150	145
<b>GP12</b>	182,8	0	0	182,8	145

**Tableau 14:** Chronométrage des postes goulots

La **Figure 23** illustre le temps de chaque poste analysé dans le **Tableau 14**, en précisant ses valeurs ajouté et non ajouté.



**Figure 22:** Diagramme des TVA et TNVA

D'après la **Figure 23**, nous avons remarqué qu'après le deuxième chronométrage des postes goulots et en détaillant les tâches de chaque poste qu'il y a :

- Des postes qui perdent beaucoup de temps dans des opérations avec non-valeur ajouté ;
- Des postes qui sont bien équilibrés ;
- Des postes qui sont de nature chargé, ce qui nous va conduire de faire un lissage des postes concernées ;

### 1.6. Analyse de l'effectif

Après le chronométrage des temps de cycles des postes, nous pouvons maintenant calculer le nombre nécessaire d'opérateurs par processus. En utilisant la relation suivante :

$$\text{Effectif requis} = \frac{\text{Somme des moyennes des Temps opératoires}}{\text{Temps Takt}} \quad (6)$$

Les résultats obtenus sont présenté dans le **Tableau 15**:

Les postes	Shunk + SPS	Carrousel	Inspection
Effectif requis	8 Opérateurs	45 Opérateurs	9 Opérateurs
Effectif existant	9 Opérateurs	40 Opérateurs	16 Opérateurs
Remarques	Un opérateur de plus par rapport au nombre qui existe déjà, on peut avoir une action qui sera traité dans le chapitre suivante.	le nombre d'opérateurs déjà réduit du 45 jusqu'à 40 opérateurs.	A ce niveau, on ne peut pas réduire le nombre d'opérateurs car les postes sont des postes goulots.

**Tableau 15:** Analyse de sureffectif de la ligne P1MO-PASSENGER

## 2. Etude des arrêts de la ligne

Les arrêts qui pénalisent la productivité sont de deux ordres :

**Les arrêts induits :** Ce sont les périodes pendant lesquelles le moyen de production est arrêté pour des causes externes (défaut d'approvisionnement, manque de personnel, défaut d'énergie).

**Les arrêts propres :** Ce sont les arrêts imputables au moyen de production. En distinguant : le temps de panne, le temps d'arrêt d'exploitation (temps dû aux arrêts de service et les problèmes de qualité) et le temps d'arrêt fonctionnel (temps d'arrêt nécessaire à la fabrication).

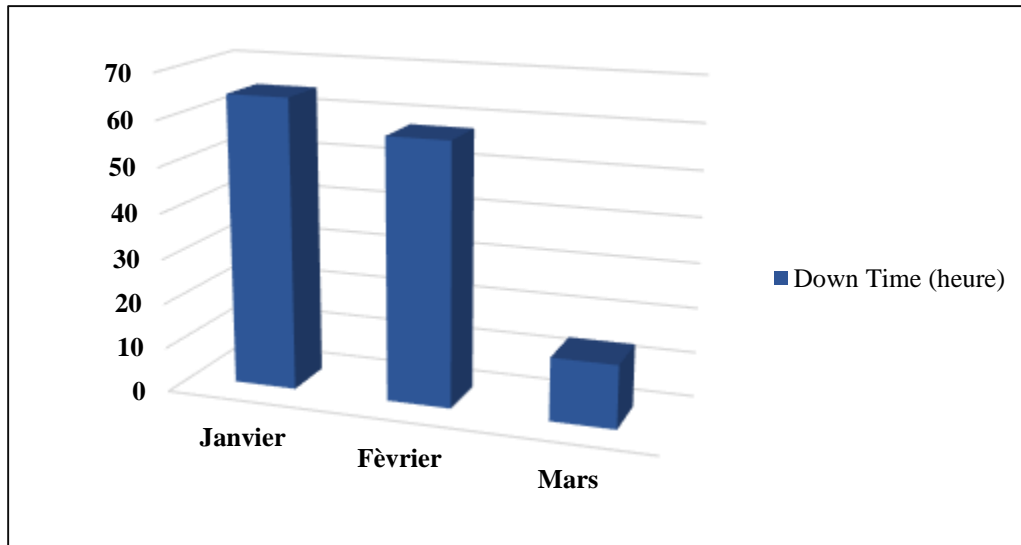
Après une observation détaillée de la ligne, nous avons constaté que les arrêts constituent l'un des problèmes majeurs, raison pour laquelle nous avons eu recours à l'historique des arrêts afin de pouvoir identifier les causes principales et les problèmes éventuels qui handicapent la bonne marche de la chaîne.

### 2.1. La moyenne des arrêts durant trois mois

Le **Tableau 16** récapitule les arrêts de la ligne P1MO-PASSENGER du trois mois (Janvier, Février et Mars) :

Mois	Janvier-2017	Février-2017	Mars-2017
Temps d'arrêt (heure)	64,5	57,8	14
Objectif (heure)	9,34	9,34	9,34

**Tableau 16:** Historiques des arrêts du 3 mois de la ligne P1MO-PASSENGER



**Figure 23:** Diagramme de temps d'arrêts durant 3 mois

D'après l'analyse globale, nous avons constaté que les arrêts représentant la plus grande portion des problèmes surtout pour le mois janvier qui a connu de plus ce problème. Pour plus de détails sur les arrêts et afin de pouvoir analyser et dégager les causes racines nous proposons une quantification de ces derniers.

## 2.2. Diagramme Pareto pour les arrêts des trois mois

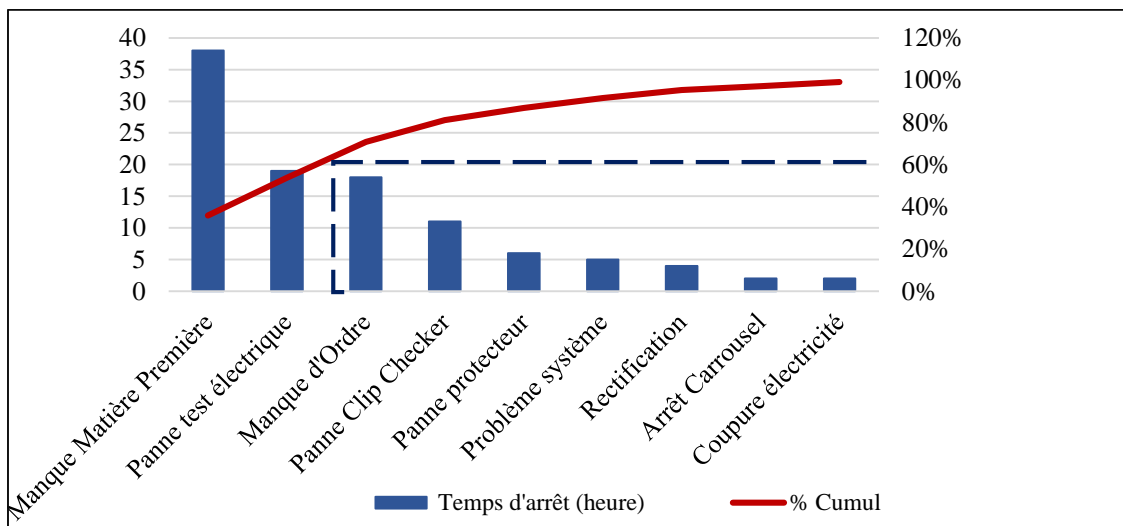
Pour mieux visualiser les arrêts les plus pénalisants, nous avons utilisé le diagramme de Pareto, ce diagramme a pour objectif de classer par ordre d'importance des éléments à partir d'un historique. Cet outil est basé sur la loi 80/20, il met en évidence les 20% des causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre les 80% des problèmes.

Les résultats se présentent sous forme d'une courbe, dont l'exploitation permet de détecter les éléments les plus significatifs du problème à résoudre. Dans notre étude, l'historique des arrêts se base sur le critère duré des arrêts. Le **Tableau 17** montre la durée des arrêts durant les trois mois : Janvier, Février et Mars 2017.



Type d'arrêt	Temps d'arrêt (h)	Cumul	% Cumul
Manque de la Matière Première	38	38	36
Panne Test Électrique	19	57	54
Manque d'Ordre	18	75	71
Panne Clip Checker	11	86	81
Panne protecteur	6	92	87
Problème système	5	97	92
Rectification	4	101	95
Arrêt Carrousel	2	103	97
Coupure électricité	2	105	100
<b>Total</b>	<b>105</b>		

**Tableau 17:** La durée du causes racines des arrêts



**Figure 24:** Diagramme Pareto des causes racines des arrêts

D'après la **Figure 24**, nous constatons que la majorité des arrêts enregistrés proviennent essentiellement deux problèmes, à savoir :

- Manque de la Matière Première ;
- Panne de Test Electrique ;

Afin de diminuer les arrêts et d'augmenter la production, une étude doit être portée sur ces éléments.

### 2.3. Analyse des causes d'arrêts

#### a. Diagramme : Arbre des causes

L'arbre des causes est une méthode qui permet de rechercher de façon structurée les facteurs ayant contribué aux problèmes en remontant le plus en amont possible, d'en comprendre le scénario et de proposer des actions de prévention.

#### b. Manque de la Matière Première

Afin de connaître les sources qui ont mené à un manque de matière première. Nous avons utilisé l'Arbre des causes pour trouver les différentes causes qui influencent sur ce manque de la matière première.

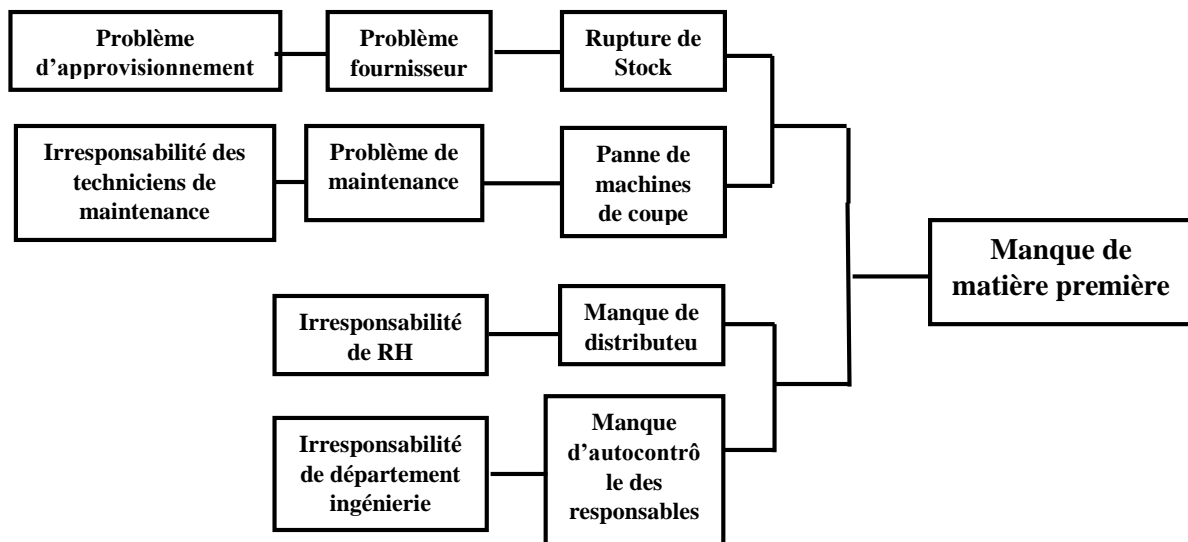


Figure 25: Diagramme Arbre des causes du manque Matière Première

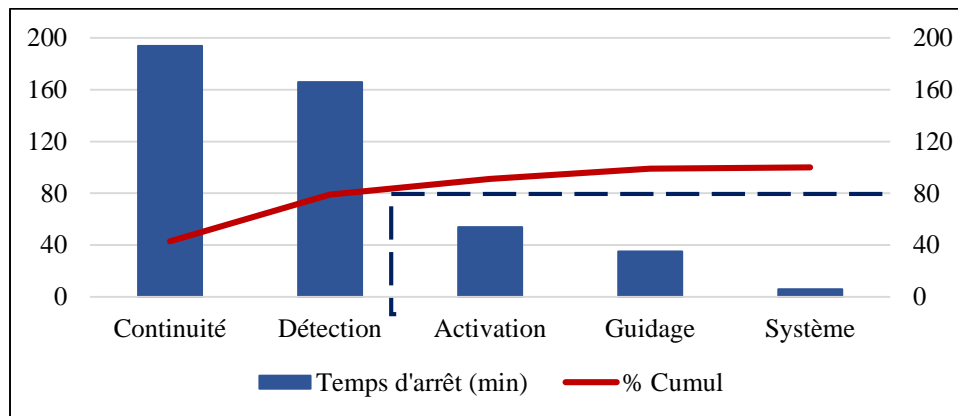
#### c. Panne de Test électrique

Le test électrique constitue l'un des processus indispensables au sein de (YMK). Or, C'est l'étape de vérification principale où les opérateurs vérifient grâce à une machine de test sophistiquée la continuité électrique et la présence de tous les connecteurs sur le câble. Ce dernier se compose par plusieurs contre parties, où les connecteurs sont insérés pour vérifier la fiabilité du câble.

D'après notre analyse, En se basant sur les interventions du département Technique du Test Electrique, le **Tableau 18** représente l'analyse des pannes dans les trois mois (Janvier, Février et Mars 2017).

Problèmes	Temps d'arrêt (min)	Cumul	% Cumul
Continuité	194	194	43
Détection	166	360	79
Activation	54	414	91
Guidage	35	449	99
Système	6	455	100
<b>Total</b>	<b>455</b>		

**Tableau 18:** Les problèmes rencontrés par le Test Electrique



**Figure 26 :** Pareto des problèmes du Test Electrique

D'après le **Tableau 18** et la **Figure 26**, nous déduisons que le problème de Continuité et Détection représentent les causes majeures des pannes du Test Electrique, ce qui nous a conduit à bien détailler ces deux problèmes.

Au moment dont un câble soit incorrect pour quelque motif, il nous montrera dans l'écran l'explication plus cohérente pour l'erreur trouvée. Pour plus de détails on présente les **Figures 27 et 28**.

### Problème de Continuité

Cet écran apparaît lorsqu'il y a des problèmes de non continuité. Dans les deux côtés de l'écran se montrent les photos des connecteurs impliqués dans la non-continuité et dans la partie centrale, le nom et la couleur du câble qui a produit l'erreur.



**Figure 27:** Problème de Continuité

### Problème de Détection

Il nous montre dans l'écran que dans le connecteur que nous voulions vérifier originellement manque quelque des propriétés ou il ne fonctionne pas.

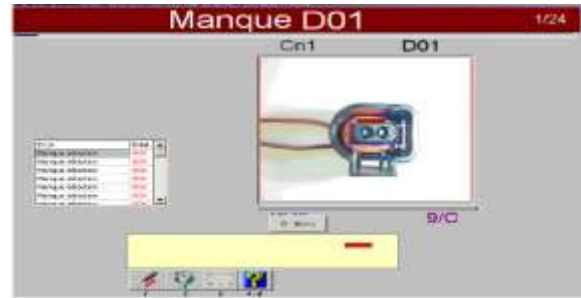


Figure 28: Problème de Détection

### 3. Défauts qualités durant les trois mois

Pour connaître les aspects de non-conformité de la ligne, le DPM est l'un des indicateurs que le département qualité se base sur lui, en se basant sur l'historique de cet indicateur nous avons généré les différents défauts de qualités suivant que nous avons analysé par un diagramme Pareto.

Code défaut	Description	Quantité	Cumul	% Cumul
AW40	Circuit Croisé	321	321	42
AW26	Circuit Manquant	193	514	67
AB36	Terminal Détaché	90	604	79
AH23	Enrubanage Insuffisant	82	686	89
AG32	Connecteur Ouvert	43	729	95
AK17	Clip Position Incorrect	38	767	100

Tableau 19: Analyse des défauts qualités majeures

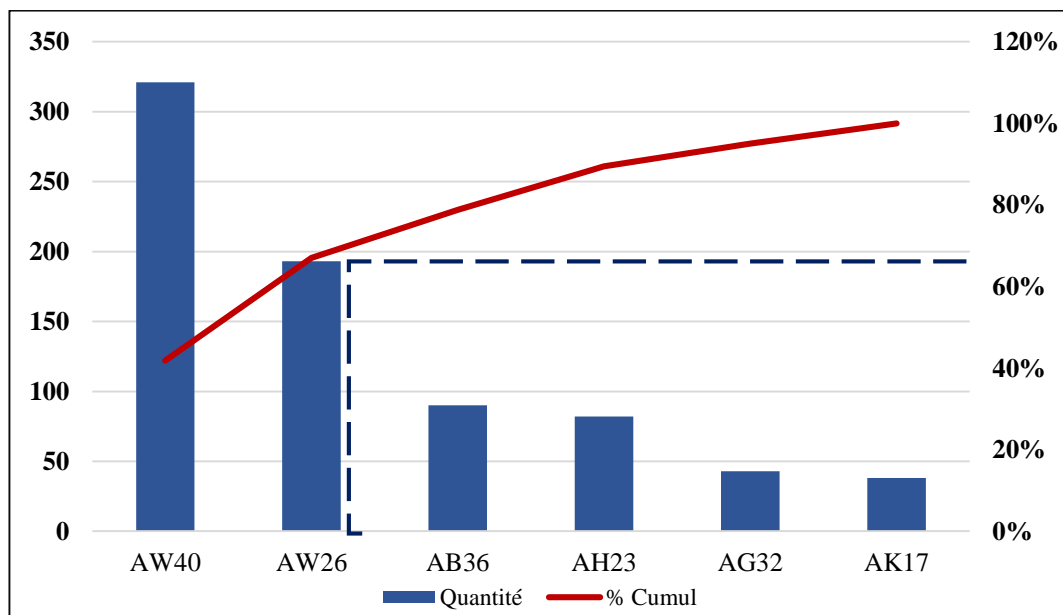


Figure 29: Pareto des défauts qualités majeures

D'après le **Tableau 19** et la **Figure 29**, nous constatons que les défauts les plus critiques durant les 3 mois (Janvier, Février et Mars) sont les défauts **AW40** (Circuit Croisé) et **AW26** (Circuit manquant en moins), alors quelles sont les causes de ces défauts ? Pour cette raison le diagramme ISHIKAWA intervienne comme une méthode pertinente qui va nous aider à détecter les causes racines de ces problèmes.

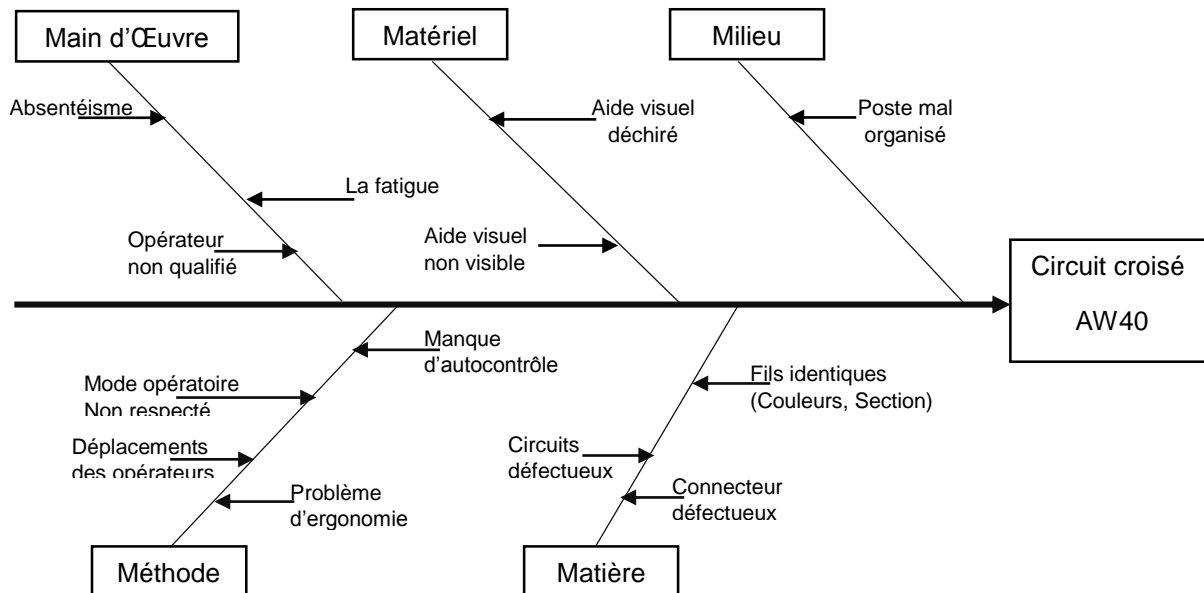
### 3.1. Diagramme ISHIKAWA

ISHIKAWA diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé dans le cadre de recherche de cause d'un problème existant, ce diagramme se structure habituellement autour des **5M**. Il recommande de regarder en effet l'évènement sous cinq aspects différents, résumés par le sigle 5M (**Matière**, **Main d'œuvre**, **Matériel**, **Méthode**, **Milieu**).

#### a. ISHIKAWA : Défaut de qualité AW40

Le circuit croisé est le défaut le plus fréquent d'après le diagramme de Pareto (**Figure 29**), ça veut dire qu'un fil ou plus n'est pas encliqueté dans la cavité du connecteur qui lui est définit.

Certes les fils similaires encliquetés par le même opérateur sont la cause principale de ce défaut mais il y'a d'autres facteurs qui peuvent aussi être responsables. La **Figure 31** illustre le diagramme ISHIKIWA du défaut AW40.



**Figure 30:** Diagramme ISHIKAWA du défaut qualité AW40

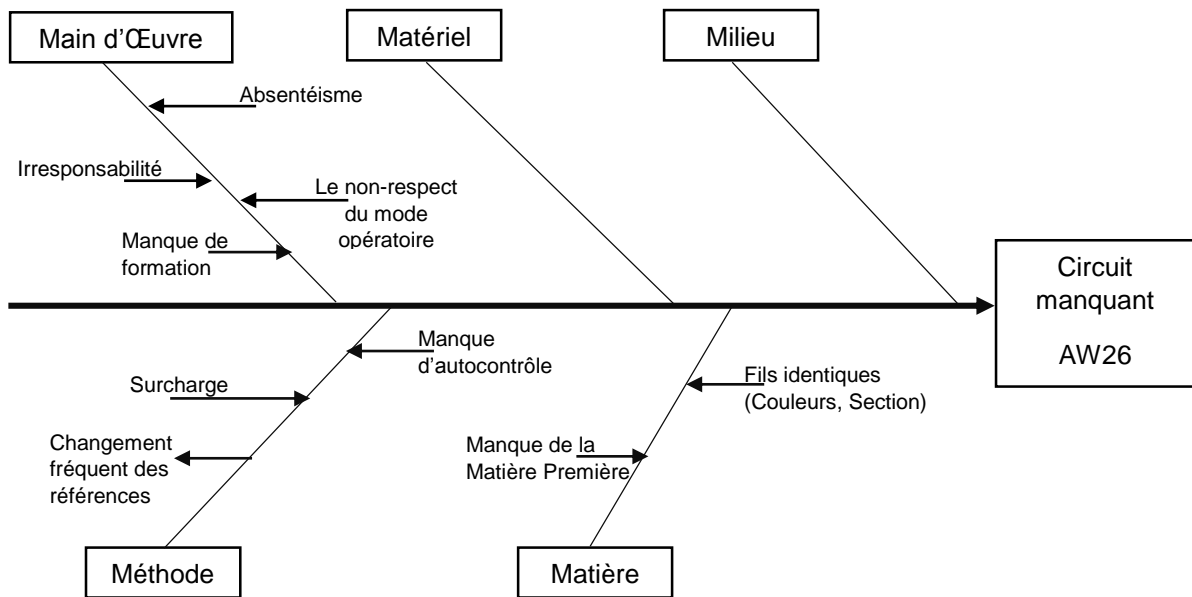
Après analysé les causes majeures du défaut AW40 (Circuit Croisé) par le diagramme ISHIKAWA, nous avons remarqué que :

- Manque de formation et des aides visuelles pour les connecteurs critiques.
- Présence des fils similaires et demi insérées dans différents postes.

Ce sont les causes principales de ce défaut, et pour une analyse plus détaillée du défaut qualité AW40.

### b. ISHIKAWA : Défaut de qualité AW26

La **Figure 31** illustre une étude cause à effets pour déterminer les causes racines du défaut circuit manquant :



**Figure 31:** Diagramme ISHIKAWA du défaut AW26

Après analysé les causes majeures du défaut AW26 (Circuit Manquant au moins) par le diagramme ISHIKAWA (**Figure 31**), nous avons remarqué que :

- Manque de formation et d'autocontrôle.
- Présence des fils similaires et Surcharge des postes.

## 4. MUDAs

Taïchi **OHNO** père fondateur du Système de Production Toyota, a défini trois familles de gaspillages :

- **MUDA** (tâche sans valeur ajoutée mais acceptée) ;
- **MURI** (tâche excessive, trop difficile, impossible) ;
- **MURA** (irrégularités, fluctuations) ;

Le gaspillage est tout sauf la quantité minimum requise de machines, de matériaux, de pièces et de temps de travail, absolument essentielle à la création de produit ou service.


#### 4.1. Définition des MUDAs

Un **MUDA** est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur ajouté aux yeux du client. Néanmoins, certaines tâches sans valeur ajoutée sont obligatoires (archivage, sauvegarde...).

- **Processus excessif** : La notion de processus excessif sous-entend de faire plus que le travail demandé dans la gamme de temps standard.
- **Transport** : Les transports sont considérés comme une non-valeur ajoutée car même s'ils sont nécessaires, ils ne contribuent pas à augmenter la valeur des produits.
- **Mouvements** : Tous les mouvements réalisés par les employés mais qui ne procurent aucune valeur ajoutée aux produits sont considérés comme un gaspillage.
- **L'attente** : Cela concerne toutes les attentes qui peuvent se produire dans une entreprise : les attentes pour finir le cycle de production, que ce soit une pièce ou une machine, ce sont des pertes directes de productivité.
- **Stock** : Le MUDA stock est souvent lié au MUDA surproduction. Ces stocks entraînent d'importants coûts pour l'entreprise, en plus du stockage des produits finis qui ne sont pas livrés ou vendus immédiatement.
- **La surproduction** : C'est la plus courante non-valeur ajoutée, elle implique souvent d'autres MUDAs (Stock...). Surproduire est très coûteux pour une entreprise, cela entraîne notamment des coûts de stockage très élevés.
- **La non-qualité** : La non-qualité correspond à des produits finis non conformes, ne respectant pas le cahier de charges. Ces anomalies nécessitant des opérations correctives. Ceci génère des déchets dont le coût de reprise ou de destruction est toujours plus élevé.

#### 4.2. Identification des MUDAs de la ligne P1MO-PASSENGER

Après avoir identifié les postes goulots, il est nécessaire de signaler la nature du gaspillage, et d'en déterminer la cause. Le tableau suivant représente les MUDAs trouvés :

Gaspillage	Problèmes	Sources de problème	Figure
<b>Attente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retard de la production</li> <li>-Arrêt de la chaîne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Opérateur inactif</li> <li>-Mauvaise synchronisation des postes (Postes goulots)</li> <li>-Manque de polyvalence des opérateurs</li> <li>-Manque de matière première</li> <li>-Changement de la vitesse de carrousel</li> </ul>	
<b>Mouvement non nécessaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mauvaise ergonomie de poste</li> <li>-Déplacement inutiles,</li> <li>-Non-respect de 5S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Emplacement du pistolet d'air</li> <li>-Taille du JIG/Poste</li> <li>-Mauvais emplacement de la matière première</li> <li>-Intérêt personnel (hors pause)</li> </ul>	
<b>Non-qualité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Scrap</li> <li>-Défauts qui nécessitent une retouche ou mise au rebut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manque de qualification</li> <li>-Manque d'autocontrôle</li> <li>-Fabrication non maîtrisée</li> </ul>	
<b>Stock</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chariot chargé</li> <li>-Surproduction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Arrêt de carrousel</li> <li>-Panne machine inspection</li> </ul>	
<b>Transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Retard de distributeur</li> <li>-Déplacement de matière première sans nécessité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Occupation de distributeur</li> <li>-Manque d'emplacement de stock</li> <li>-Référence inapproprié</li> </ul>	

**Tableau 20:** Les Cinq MUDAs de la ligne P1MO



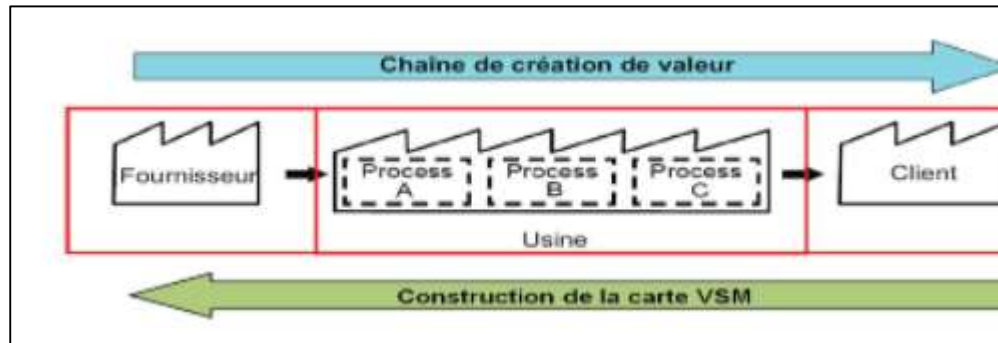
## 5. Cartographie VSM actuelle de la ligne

La Value Stream Mapping ou VSM (Cartographie de la Chaîne de Valeur en français), désigne la réalisation de carte dans le but de simplifier des phénomènes complexes. Elle est synthétisée sur un support physique, et permet une compréhension rapide et pertinente du processus.

### 5.1. La philosophie de la VSM

L'outil VSM s'est imposé comme une méthode destinée à repérer les sources de gaspillages dans les chaînes de valeur individuelles, c'est-à-dire pour un produit ou une famille de produit. La méthodologie adoptée est la suivante :

- Suivre le chemin de fabrication d'un produit à partir des exigences client jusqu'au fournisseur.
- Représenter visuellement et précisément chaque procédé tout au long du flux du matériel et de l'information.
- Poser les questions clés et dessiner la nouvelle chaîne de valeur. Ainsi, comme l'illustre la **Figure 32**, la construction de la carte VSM va dans le sens inverse de la chaîne de création de valeur.



**Figure 32:** Chaîne de création de valeur d'un produit

La cartographie de l'état actuel (VSM) recense l'ensemble des activités à valeur ajoutée et à non-valeur ajoutée, nécessaires à la transformation de la matière première en produit délivré finalement au client. Elle permet de :

- Comprendre la situation actuelle : donner une image globale, une vue complète du processus et monter les liens entre les flux d'information et le flux physique du produit ;
- Relever les sources de gaspillages ;
- Améliorer l'ensemble du processus en réduisant les opérations sans valeur ajoutée ;
- Construire un plan projet d'amélioration par le Lean ;

## 5.2. Cartographie actuelle de la ligne P1MO-PASSENGER

Cette VSM montre le processus global de fabrication du câble PASSENGER, ainsi que le flux physique et informationnel entre les postes. Il met en évidence le nombre d'unités en stock entre les différents postes, le délai d'exécution et les temps de cycle des postes, nombre d'opérateurs par poste ainsi que les TVA et TNVA, la demande client par shift. Ce qui nous ramène vers la phase « **Analyser** », où nous allons analyser les données de production afin d'identifier par la suite les gaspillages causant les pertes.

La cartographie de la situation actuelle réalisée est représentée sur la **Figure 33**.

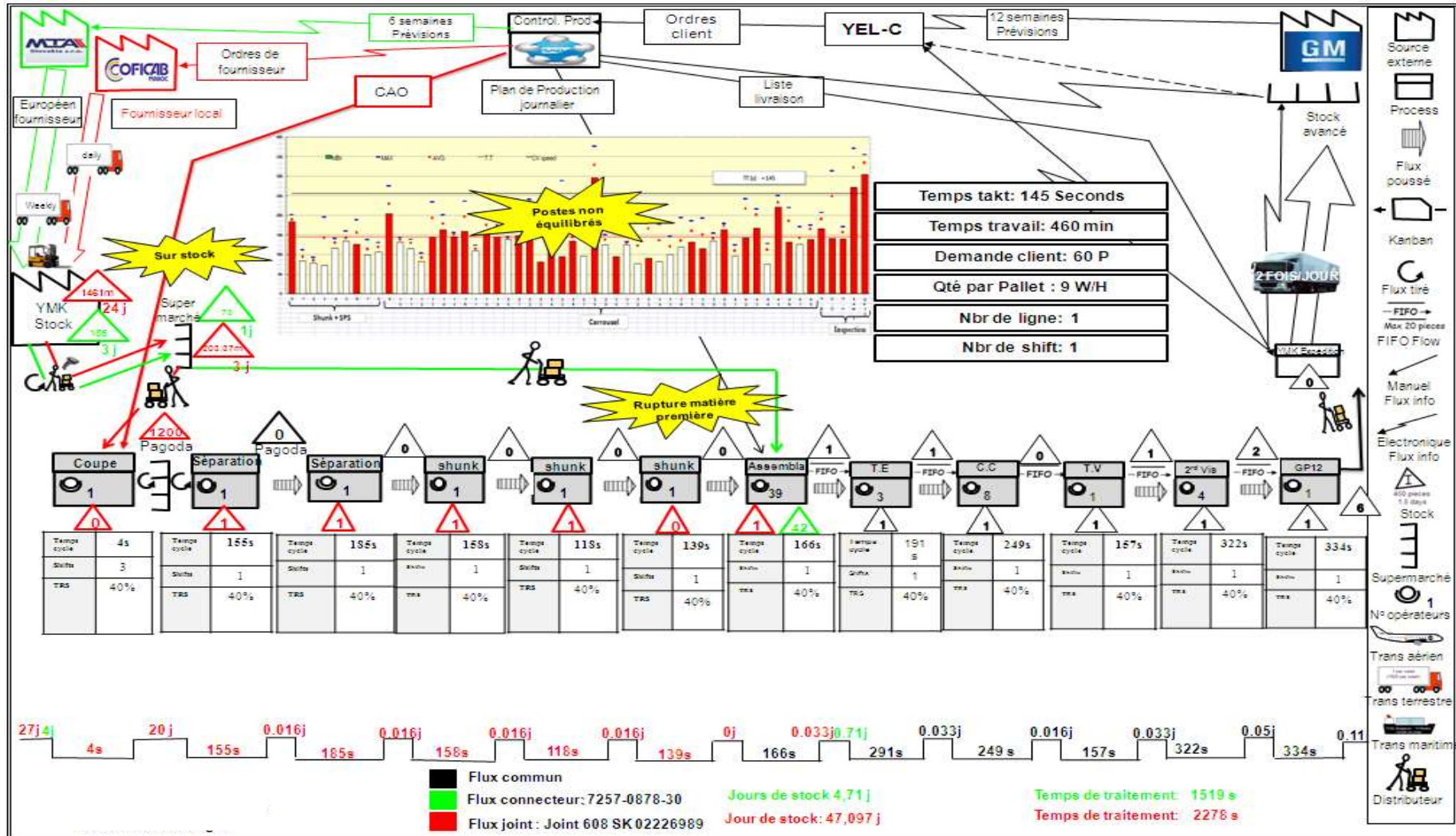


Figure 33: Cartographie VSM de la ligne P1MO-PASSENGER

### 5.3. Analyse de la cartographie du flux

Une observation détaillée sur le terrain et l'analyse de ce VSM, nous ont permis d'en tirer les anomalies suivantes:

- Arrêts dû au manque de Matière Première ;
- Plusieurs Types de MUDA : Gaspillages du temps, Stocks excessifs entre les zones P2 et P3 ;
- Défauts, Déchets, Temps d'attente, Mouvements inutiles ;

## IV. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de détecter les divers problèmes de la ligne P1MO-PASSENGER, en étudiant les paramètres relatifs aux indicateurs de performance cette analyse nous a mené aux résultats suivants:

- Sureffectif;
- La non-performance;
- Arrêt de la production;
- Différents types de MUDAs;

Dans le chapitre suivant, on va présenter un plan d'action établie les différentes solutions proposées afin d'agir sur les différents problèmes.

# C

## hapitre 3: Application les étapes de la démarche DMAIC – Innover

Dans ce chapitre, on passera à l'étape innover, cette étape portera sur l'interprétation des résultats, obtenus à partir du chapitre précédent (Mesurer, Analyser) ainsi que sur la proposition des opportunités d'intégration et d'amélioration dans le contexte étudié tout en respectant les tâches suivantes :

- Proposition du plan d'action pour éliminer les gaspillages ;
- Application du plan d'action ;

## I. Introduction

L'amélioration continue est la vision de ce chapitre, en effet, Le but de la partie innover est de générer, sélectionner et piloter l'utilisation des solutions possibles, après avoir mesuré et analyser les différents paramètres qui impactent sur les indicateurs de performance de la ligne. Cette partie est dédiée pour l'élaboration d'un plan d'action une fois que les causes dominantes ont été bien identifiées lors de l'étape précédente.

## II. Matrice de décision

Nous avons fait un brainstorming dans lequel il y avait des propositions pour diminuer les gaspillages existants, les déplacements des opérateurs et les retards de production qui empêchent l'évolution des indicateurs de performance de la ligne. Afin de réaliser ces objectifs nous avons élaboré une matrice de décision qui sert à nous informer sur les différentes actions qu'on peut réaliser dans cette durée. Le tableau suivant représente la matrice de décision après avoir validé.

Problème	Action	E	F	C	Evaluation
<b>Postes goulots</b>	-Redistribution des tâches et refaire le chronométrage.	3	3	4	36
<b>Rupture de la Matière Première</b>	-Elaborer le système à deux boxes dans la chaîne de production pour alimenter les connecteurs et marquer les emplacements des boxes pour garder les mêmes emplacements.	4	4	3	48
	-Création des étiquettes qui signalent le manque des fils.	4	4	3	48
	-Mettre en place des réserves pour alimenter la chaîne par les fils.	3	4	2	36
	-Elaborer un plan de maintenance préventif	3	4	4	48

<b>Panne Test Electrique</b>	-Créer un tableau et le coller juste à côté du Test Electrique pour noter les remarques (vis manquant et les contres pièces défectueuses...) pour faciliter la l'intervention de département technique.	3	4	4	48
	-Mettre à la disposition des opérateurs les outils de nettoyage.	4	4	3	48
<b>Non-conformité</b>	-Mettre en place un système Anti-Erreur (POKA-YOKE)	3	4	3	36
	- Vérifier les aides visuelles et les schémas	4	4	4	64
	-Vérifier est ce que les opérateurs respectent le mode opératoire et suivent la bonne méthode de travail	4	3	4	48
	-Elaborer un système de guidage d'insertion des fils par des LEDs	4	4	1	16
<b>Déplacements inutiles</b>	-Intégration d'imprimante et un ordinateur sur le carrousel afin d'éliminer le MUDA de mouvement entre JIG et le scan pour le poste 9.	3	3	4	36
	-Redimensionner le poste 0 pour éliminer les mouvements inutiles.	4	4	3	48
	-Rapprochement des deux postes 26 et 28 et décaler les deux postes afin d'éviter le retard.	4	4	4	64

<b>Mauvaise organisation</b>	-Revoir l'ergonomie et le rangement des postes (matière, structure, méthode de conditionnement, emplacement des palettes,...).	4	4	3	48
	-Création des standards 5S.	4	4	4	64
<b>Performance des opérateurs</b>	-Formation, Sensibilisation.	4	4	2	32

**Tableau 21:** Matrice de décision de la ligne P1MO-PASSENGER

**Clé de la matrice de décision :** C : Coût

F : Faisabilité

E : Efficacité

Coût	Evaluation	Faisabilité	Evaluation	Efficacité	Evaluation
Très élevé	1	Très Faisable	4	Très Efficace	4
Elevé	2	Faisable	3	Efficace	3
Moyen	3	Moins Faisable	2	Moins Efficace	2
Acceptable	4	Non Faisable	1	Non Efficace	1

**Tableau 22:** Evaluation des critères de décision

Pour évaluer les différentes actions que nous allons effectuer, nous utiliserons l'équation suivante :

$$\text{Evaluation} = C \times F \times E \quad (7)$$

Après avoir calculé ce coefficient on l'analysera comme suit :

Evaluation $\leq$ 20	Non Réalisable
20 $\leq$ Evaluation $\leq$ 40	Moyennement Réalisable
Evaluation $\geq$ 40	Réalisable

D'après l'évaluation des actions on remarque que toutes les actions ont un coefficient d'évaluation supérieur à **40** ce qui signifie que toutes ces actions sont réalisables. Cela va nous conduire à appliquer le plan d'actions.

## 1. Balancement des postes

Pour avoir une bonne séquence de travail et une meilleure fluidité, il faut que tous les opérateurs achèvent leurs tâches relativement au même temps pour éviter les attentes, les

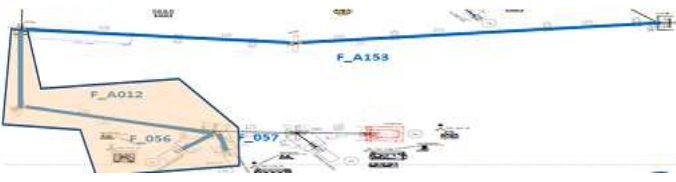
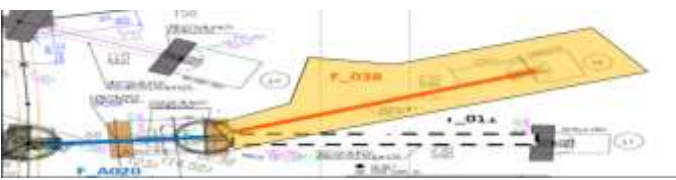


retards et les stocks intermédiaires dont le but de ne pas avoir des postes chargés et d'autre non chargés. Le balancement est l'organisation et la distribution des tâches entre les opérateurs.

L'équilibrage des postes ou le balancement doit respecter trois règles principales :

- Le temps prévu pour chaque tâche ne doit pas dépasser l'ATT ;
- Le balancement ne doit pas modifier les tâches mais les déplacer ;
- Le balancement ne doit pas changer la structure des postes ;

Avant de pouvoir effectuer le balancement nous devons d'abord mesurer et analyser l'état actuel. Pour se faire, nous avons eu besoin du chronométrage de chaque poste pour toutes les références et la description détaillée des tâches de chaque opérateur.

Changements effectués	Poste origine	Poste destination
Changer le cheminement du joint 610 et aussi la méthode de travail ;	09	12
Transféré l'insertion du connecteur 7286-8440-30/7152-5216-30	SPS1	09
Insertion Twist simple	13	22
Insertion Joint twist	14	16
Insertion Joint noir, mettre en place un mini JIG pour l'enrubannage et changement méthode de travail	16	14
Insertion d'un fil simple (SK02220996)	16	17
Revoir la méthode de travail ;	18 - 26 - 43 et 48	
Changer l'affectation Enrubannage de F-A012 et F-056 	46	44
Changer l'affectation d'enrubannage de F-038 	45	41
L'affectation des deux Spots Tape (fixation), plus le Croisement.	42	47

Tie Strap (Clips)	40	39
Insertion Joint 616	25	23
Insertion Joint 617	25	31
Une opération d'équilibrage : Terostat (Mastique), Spot Tape F_A372, STP_144	28	27
Une opération d'équilibrage : Fil simple	27	28
Insertion Joint 627	21	24
Insertion Joint 617	22	29

**Tableau 23:** Balancement des postes goulots

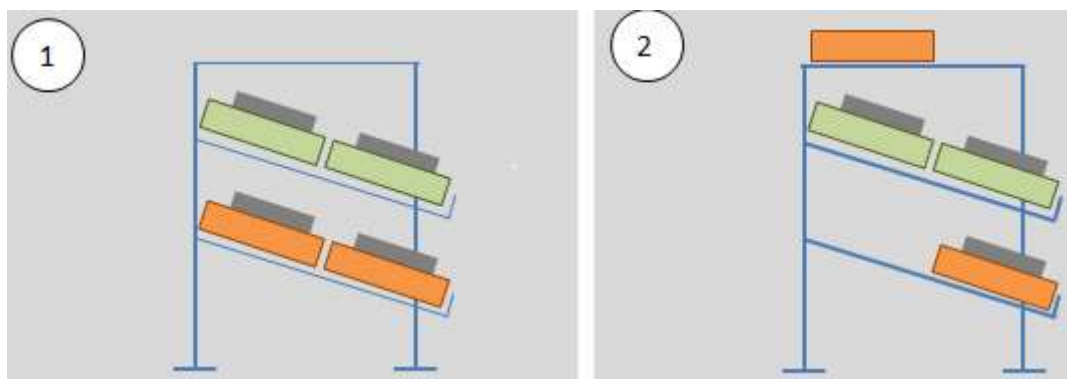
En se basant sur les données du chapitre précédent et la nomenclature de chaque poste, nous avons redistribué les tâches des postes goulots aux postes moins chargés en tenant compte les branchements et les combinaisons que nous pouvons faire entre ces postes, et le tableau ci-dessus représente le balancement des postes.

## 2. Two Bin System

### 2.1. Pour les composants

Pour faire face au problème de rupture de la matière première plus précisément manque des composants tels que les Connecteurs, les Grommets, les Clips,..., nous avons proposés comme solution l'implantation de Kanban à deux box « Two Bin System ».

Le système à deux boîtes « ou Two Bin System » en anglais est une méthode simple de réapprovisionnement Kanban pour le contrôle de stock. Le concept de cette méthode consiste à utiliser deux boîtes seulement, lorsque l'un des deux box est vide l'opérateur le remplace par le deuxième plein, et après 4 heures le distributeur fait un tour et il remplit les boîtes vides.



**Figure 34:** Schéma simplifié de Two Bin System



Avec une équipe de travail de département ingénierie, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Préparer la liste des composants.
- Déterminer le besoin de chaque composant, via le calcul de la consommation maximale de chaque composant en se basant sur la Pénétration **P** (Nombre maximale de composant dans une référence) et la Quantité à produire **Qty** (Output).

$$C_m = P \times Qty \quad (8)$$

- Définir le type de box à mettre en place pour chaque composant A, B, C ou G, en testant physiquement chaque composant.

-Box type G : 41 × 18 × 36 Centimètres

-Box type A : 14 × 13 × 29 Centimètres

-Box type B : 21 × 18 × 38 Centimètres

-Box type C : 11 × 08 × 20 Centimètres

- Dimensionner la structure en fonction des boxes obtenus ou adapter la structure existante au nombre des boxes obtenus.
- Préparer les étiquettes d'identification des boxes et des emplacements.
- Mise en place des boxes.
- Vérification de la mise en place du Two Bin System.
- Formation des opérateurs et des magasiniers (former les opérateurs sur le mode de fonctionnement du Two Bin System et les magasiniers sur la collecte en utilisant les instructions de travail).

**Règles :** -Chaque box doit contenir 4 heures de consommation du composant.

-Le taux de remplissage des box est de 80%.

**Avant l'implantation de Two Bin System**

**Après l'implantation de Two Bin System**



**Figure 35:** Two Bin System de Poste 12



**Figure 36:** Mise en place de Two Bin System

## 2.2. Cartes de communication

En ce qui concerne le problème de rupture de la matière première des fils, nous avons constaté un manque de communication entre les opérateurs et le distributeur, la chose qui génère une perte du temps et parfois l'arrêt de la production de ligne. A ce point nous avons proposé une solution qui sert à utiliser des cartes sous formes des étiquettes contenant le nom de la famille, la référence de fil, le numéro de poste.

D'une part, cette méthode nécessite que l'opérateur avant de consommer toute la quantité (Par exemple 25 fils) il détache l'étiquette de lot, puis il le dépose dans une boîte juste à côté de son poste de façon qu'elle soit visible au distributeur.

D'autre part, le distributeur fait des tours de temps en temps, pour collecter les cartes de différents postes puis il se dirige vers le supermarché, pour alimenter ces derniers par les fils demandés sans oublier d'attacher chaque carte aux fils convenables.



**Figure 37:** Carte de communication

### 3. Etude AMDEC du Test Electrique

Etant donné que le T.E est au cœur du processus d'inspection, son état de fonctionnement plus que tout autre facteur, peut affecter la qualité du câble. Afin de minimiser le temps d'attente causé par les mouvements et les traitements inutiles, il s'est avéré nécessaire de concevoir un modèle amélioré de ce poste qui pourra absorber le temps d'attente engendré.

C'est pour cette raison on va démarrer une analyse prévisionnelle de la fiabilité du T.E qui nous permettra de recenser les modes de défaillances potentielles dont les conséquences affectent le bon fonctionnement de cette machine, puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, Et par conséquent engager des actions préventives à la fin.

#### 3.1. Le groupe de travail

Avant d'entamer un projet d'amélioration il faut s'entourer de personnes multidisciplinaires et compétentes, nous avons la chance de travailler avec une équipe remplissant ces deux exigences.

Le **Tableau 24** présente le groupe de travail pour l'étude AMDEC du Test électrique:

Nom	Qualité
Mr. <b>HADIOUI Haddou</b>	Superviseur Maintenance P3
Mr. <b>TAFNI Younes</b>	Chef d'équipe Maintenance P3
Techniciens	Département Maintenance
Opérateurs	Travaillant sur la machine Test électrique
Mlles : <b>MOUENIS Meryem</b> <b>TOUGOUCHE Fadwa</b>	Stagiaires

**Tableau 24:** Le groupe de travail pour l'étude AMDEC

### 3.2. Analyse fonctionnelle du Test Electrique

La recherche des fonctions peut se faire en fonction de plusieurs techniques. Le premier moyen est de questionner directement le client pour connaître ses attentes, ses suggestions et ses remarques, et pour générer le maximum des fonctions du Test Electrique nous avons fait un brainstorming.

#### a. Recherche de fonctions

Cette étude nous a amené à générer les différentes fonctions du Test Electrique :

La fonction	Expression de fonction
FP	Assurer la continuité d'électricité dans le câble.
FC 1	Faciliter le travail de l'opérateur.
FC 2	S'adapter à la source d'énergie.
FC 3	Etre robuste.
FC 4	Etre abordable.
FC 5	Etre esthétique.
FC 6	Etre facile à maintenir.
FC 7	Vérifier les emplacements des connecteurs dans le câble.
FC 8	Assurer l'ergonomie.
FC 9	Positionner l'ordinateur sur le support.

Tableau 25 : Les fonctions du Test Electrique

#### b. Diagramme pieuvre

Le diagramme pieuvre de l'analyse fonctionnelle présente les différents interacteurs agissant sur le Test Electrique.

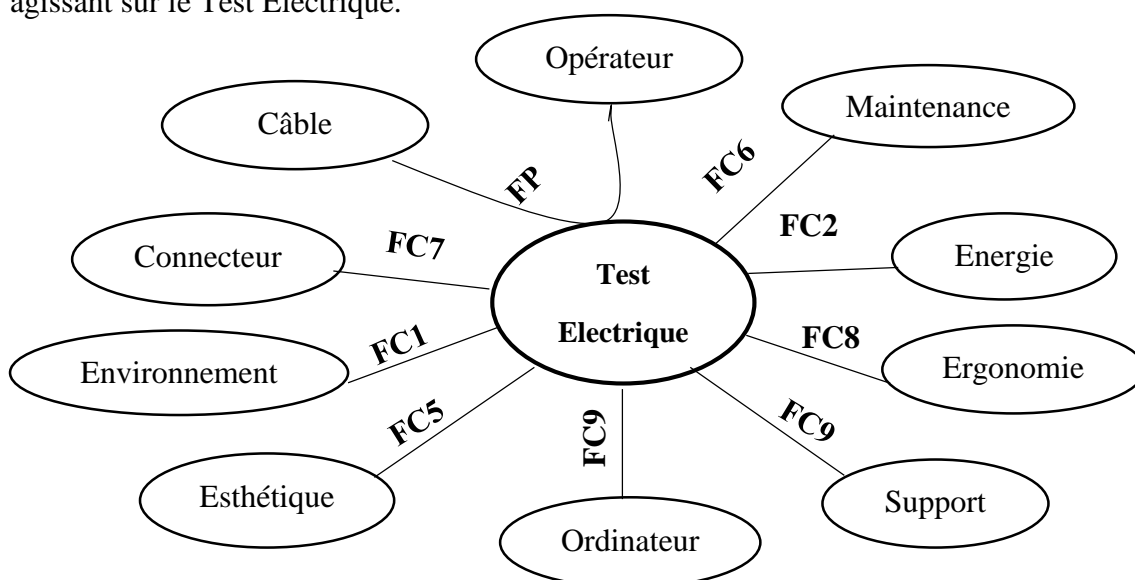









Figure 38: Diagramme pieuvre pour Test Electrique

### 3.3. L'étude qualitative: Causes-Modes-Effets de défaillance

AMDEC										
Elément	Photo	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	G	F	D	C	Action corrective
Carte C5		Carte responsable de l'interface entre rack et carte C6.	Carte grillée (circuit ULN 230)	-Court-circuit	Arrêt total du test	4	1	2	8	Protection des boutons poussoir. Nettoyage des contre pièces. Bonne qualité d'intervention. Changement des micros, pins, chemise. Etablir les procédures du test.
Carte C2		Carte de communication est la carte chargée de recevoir les données à travers des câbles plats que viennent de la carte USB.	Carte grillée	-Court-circuit -Augmentation de courant ou tension	Arrêt total du test	2	1	1	2	Protection des boutons poussoir. Nettoyage des contre pièces. Bonne qualité d'intervention. Changement des micros, pins, chemise. Etablir les procédures du test.
Carte C4		Commander et contrôler les entrées et les sorties. par exemple, l'activation et désactivation d'un relais, d'un LED	Carte grillée	-Court-circuit -Augmentation de courant ou tension	Expulsion de câble	1	1	1	1	Protection des boutons poussoir. Nettoyage des contre pièces. Bonne qualité d'intervention. Changement des micros, pins, chemise. Etablir les procédures du test.
Carte USB		Réalise la tâche de communication entre le système rack et l'ordinateur	Carte grillée	-Court-circuit -Augmentation de courant ou tension	Arrêt total du test électrique	1	1	1	1	Protection des boutons poussoir. Nettoyage des contre pièces. Bonne qualité d'intervention. Changement des micros, pins, chemise. Etablir les procédures du test.

<b>Fil</b>		Composant électrotechnique permet de transmettre de l'énergie et de l'information.	Fil coupé	-Méthode de soudage -Problème conception (Fil tendu, chemin non adéquat)	Non continuité de courant, non détection	2	4	2	16	Assurer l'arrangement. Protection des points de soudage. Choisir des fils de bonne qualité.
<b>Pin de continuité</b>		Continuité de faisceau	Pin cassé/ Usé	-Mauvais alignement entre Pin et terminal -Manque de nettoyage - Non-respect de mode opératoire -Fatigue	Manque contact entre le terminal et le pin	2	3	2	12	Respect des 5S. Maintenance prédictive. Respect de la méthode de travail.
<b>Micro de détection</b> (micro switch)		Détection de présence (SLC sécurité fermée-SLA sécurité ouverte), couver, levier, Strape (Clip)	Pin cassé/usé	-Manque de nettoyage -Non-respect de mode opératoire -Fatigue ressort	Non-détection	2	3	2	12	Respect des 5S. Maintenance prédictive. Respect de la méthode de travail.

**Tableau 26:** Etude AMDEC Test Electrique



### 3.4. La hiérarchisation par criticité

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux :

- La Gravité (**G**) : elle exprime l'importance de l'effet sur la qualité du produit.
- La Fréquence (**F**) : on estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire.
- La Non-Détection (**D**) : elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème.
- La criticité (**C**): lorsque les trois critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, pour calculer la criticité on utilise la relation suivante :

$$C = G \times F \times D \quad (9)$$

Le **Tableau 27** présente le barème de cotation de la criticité utilisée.

<b>Non-Détection</b>	
<b>Note</b>	<b>Critère</b>
1	Détection automatisée : facile à détecter
2	Détection humain : avec recherche
3	Détection aléatoire : n'est pas facile à détecter
4	Aucun moyen de détection

<b>Gravité</b>	
<b>Note</b>	<b>Critère</b>
1	Mineure (Arrêt ≤ 10 min)
2	Moyenne (10 min < Arrêt ≤ 25 min)
3	Majeure (25 min < Arrêt ≤ 45 min)
4	Très critique (Arrêt > 45 min)

<b>Fréquence</b>	
<b>Note</b>	<b>Critère</b>
1	1 défaillance maxi par trimestre
2	1 défaillance maxi par mois
3	1 défaillance maxi par semaine
4	1 défaillance maxi par jour

**Tableau 27:** Le barème de la cotation de chaque critère

A partir du **Tableau 27**, on a pu hiérarchiser les causes des pannes pertinentes selon leurs criticités. En concertation avec le groupe de travail constitué, nous avons fixé le seuil de criticité supérieur ou égale à **8**, au-delà duquel nous caractérisons les défaillances dangereuses.

Le **Tableau 28** montre l'évaluation de la criticité :

Seuil	Remarque
$C \leq 4$	Ne pas tenir en compte
$4 < C \leq 8$	Mise sous préventif à fréquence faible
$8 < C \leq 16$	Mise sous préventif à fréquence élevée
$16 < C$	Chercher une amélioration plus adéquate.

**Tableau 28:** Evaluation de la Criticité

Pour exploiter les résultats de l'analyse AMDEC, nous avons pu procéder de la manière suivante : des solutions techniques sont proposées pour arriver à réduire la criticité des modes de défaillances pénalisants.

Les résultats obtenus montrent que le **Micro de Détection**, le **Pin de Continuité** et **les Fils** sont bien à la tête de la liste des éléments critiques, avec une criticité dépasse ou égale à **8**. C'est pour cette raison, nous allons proposer un plan d'action correctif afin d'élaborer par la suite un plan d'action préventif.

### **3.5. La mise en place d'un plan d'action préventif**

Puisque la réduction de la criticité est parmi nos objectifs, nous avons proposé des actions préventives pour l'ensemble des éléments critiques. Ces actions sont à mettre en application pour un meilleur fonctionnement et une durée de vie optimale.

		Après heures de services				Travaux à effectuer	Tous les				Responsable de l'action
		2	144	576	1728		Jours	Semaines	Mois	3 Mois Ou plus	
<b>ENTRETIEN</b>	<b>Nettoyage</b>	●				Nettoyage : l'intérieure des contre pièces (En utilisant l'aspirateur, air comprimé)	●				Opérateur
			●			Nettoyage des modules (Contre pièces)		●			Maintenance
				●		Nettoyage total de la machine du test électrique			●		Maintenance
	<b>Contrôler</b>	●				Contrôler l'état des pins et les contre pièces	●				Opérateur / Maintenance
				●		Contrôler l'arrangement, l'état des fils de connexion, qualité de soudage			●		Maintenance
		●				Contrôler la méthode de travail des opérateurs	●				Maintenance/ Qualité
				●		Contrôler la protection des boutons poussoir			●		Maintenance
			●			Contrôler la fixation, le type et la longueur des pins		●			Maintenance
	<b>Remplacement</b>				●	Changement des boutons poussoir				●	Maintenance
			●			Changement des pins et les micros amortis		●			Maintenance

**Tableau 29:** Plan d'actions Préventif

## 4. Amélioration des défauts qualités

### 4.1. Circuit Croisé : AW40

Le circuit croisé représente toujours un grand problème de la qualité de travail d'un opérateur au niveau de la chaîne de production, ce qui nous amène à prévoir des actions d'amélioration qui ont pour but d'enlever ou bien de réduire ce problème:

	Problème	Actions correctives
AW 40	Non-respect de séquence d'insertion de poste	-Revoir les séquences de chaque poste -Marquer les couleurs des fils à insérer sur les contre-pièces -Placer un système anti-erreur (POKA YOKE)
	Aide visuelle déchirée (Exemple : poste 26)	-Renouveler les aides visuelles déchirés et les protéger par le plexiglas
	Insertion des bouchons erronés	-Elaboration des aides visuelles
	Présence des personnes encours de formation	-Suivi des opérateurs en cours de formation
	Présence des fils similaires par exemples : -Fils noir dans les postes 3 et 15 (SK02221047 et SK02221046) -Fils torsadés dans le poste 21 (SK002235595) -Deux joints de même couleur dans le poste 21 -MUDA de déplacement poste 14	-Identification des fils dans la zone de préparation -Différencier deux fils noir par deux couleurs différentes -Revoir les séquences de poste 14 en éliminant le gaspillage de déplacement -Voir la possibilité de transférer le joint 627 de poste 21 au poste 24

**Tableau 30:** Les améliorations de défaut qualité AW40

### Systeme : Poka-Yoke

Ce système appelé aussi Anti-Erreur, c'est un système qui diminue d'une façon remarquable l'apparition des erreurs, dans notre cas l'insertion des bouchons (aussi l'insertion des fils), donc nous avons pensé à élaborer des petites plaques (Coller l'aide visuel sur le connecteur) qui facilitent la tâche d'insertion sans commettre des erreurs. Les solutions proposées sont montrées dans la **Figure 39**.

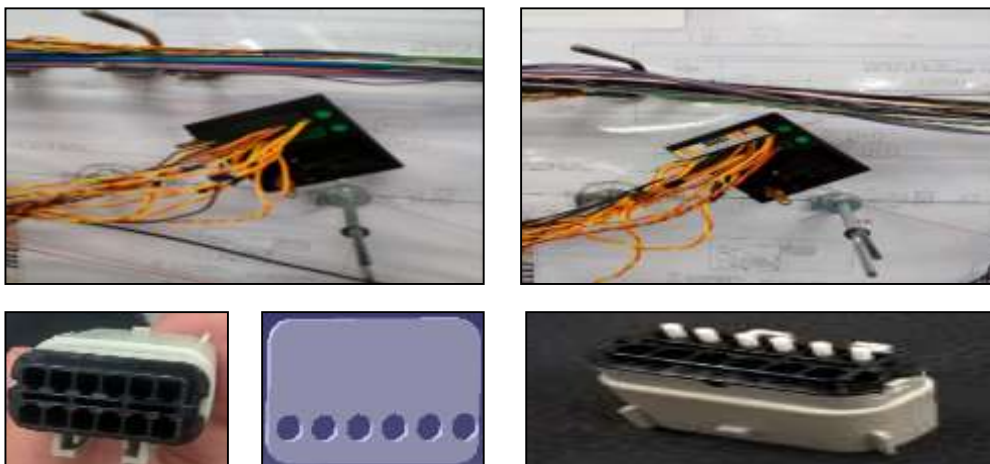


Figure 39: Système Poka Yoke pour le poste 26

#### 4.2. Le circuit manquant : AW26

Pour le problème de manque de circuit, nous avons proposé comme actions :



	Problème	Action corrective
AW26	Encombrement entre les opérateurs dans le même JIG dû au non-respect de Takt Time défini pour chaque opérateur -Trop de déplacements inutiles	-Respect de la zone de travail défini pour chaque opérateur (Revoir le diagramme YAMAZUMI en identifiant les postes goulots)
	Mauvaise compréhension du système KSK par les opérateurs	-Reformer et évaluer les opérateurs sur le système KSK
	le manque de SK-Number dans les schémas	-Revoir et corriger les schémas

Tableau 29: Plan d'action AW26

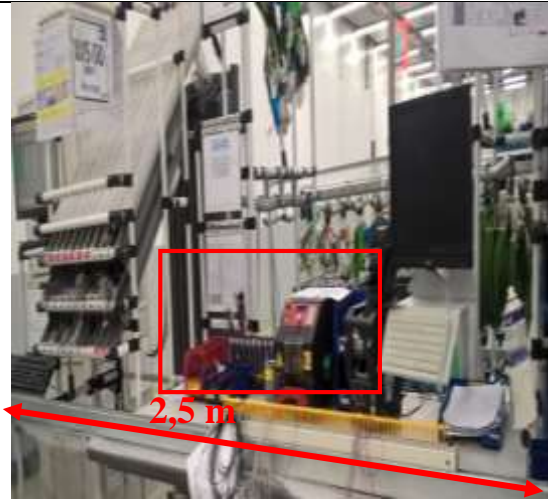
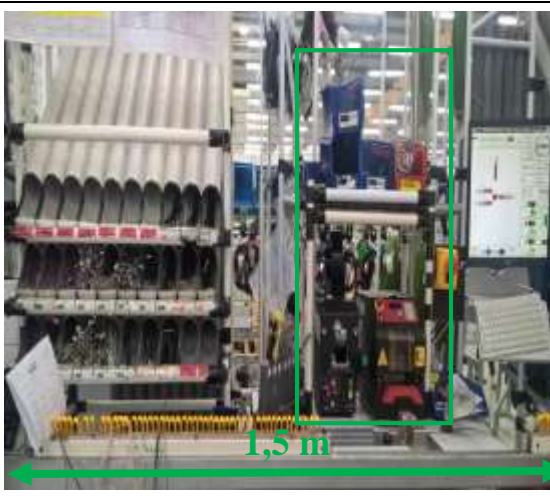
### III. Kaizen

Les solutions ont été proposées, elles ont été approuvées par un responsable de produit, un responsable de qualité, un responsable de NYS et un responsable d'équipement.

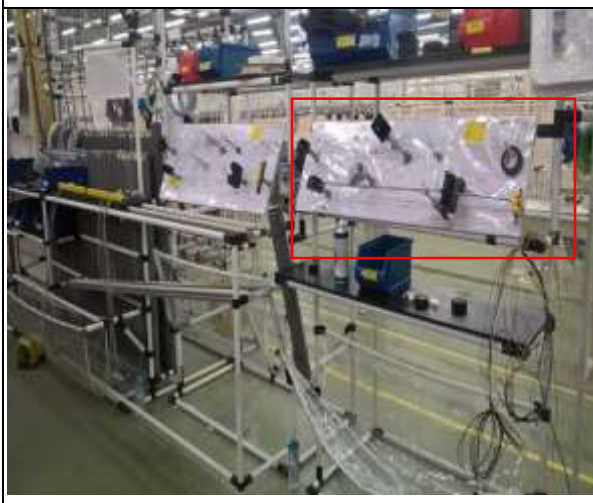
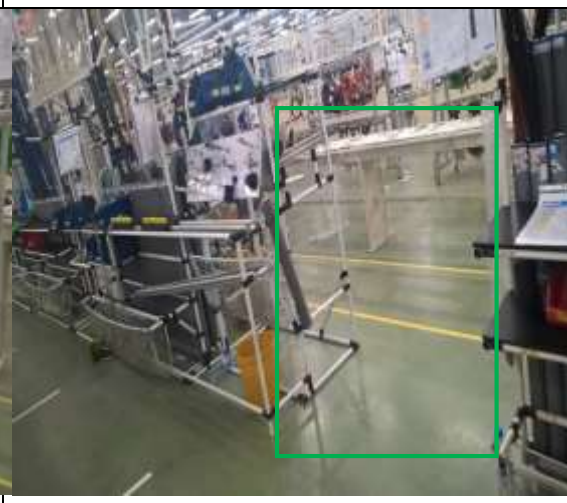
Pendant une réunion que nous avons animée, l'accord de l'équipe concernée a été un feu vert à la mise en application de ces améliorations. Ci-après les photos des actions qui ont été mise en place :

Etat avant l'amélioration	Etat après l'amélioration
	
<b>Description de problème</b>	<b>Description de la solution</b>
Problème de dimensionnement de la structure et difficulté de déplacer le carton.	Redimensionner la structure et l'ajout d'un convoyeur pour faciliter le déplacement.



**Tableau 30:** Fiche d'amélioration Poste 12

Etat avant l'amélioration	Etat après l'amélioration
	
<b>Description de problème</b>	<b>Description de la solution</b>
Déplacement de l'opératrice pour accomplir ses tâches (séparation, soudage...)	Redimensionner le poste afin d'optimiser l'espace et réduire les déplacements.


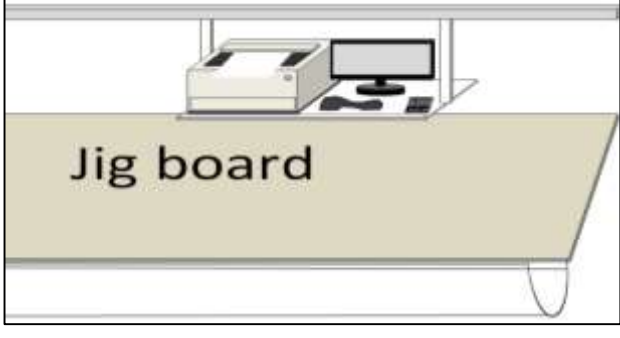
**Tableau 31:** Fiche d'amélioration de Poste 0 (Schunk)

Etat avant l'amélioration	Etat après l'amélioration
	
Description de problème	Description de la solution
Poste non utilisable, allocation d'espace sans valeur ajoutée.	Eliminer le poste 27 pour Rapprocher les postes 26 et 28.



**Tableau 32:** Fiche d'amélioration des Postes 27 et 28

Etat avant l'amélioration	
Etat après l'amélioration	 <p style="text-align: center;"><b>Espace optimisé</b></p>
Description de problème	Description de la solution
Plus que huit déplacement vers GS40 ,SPS , postes schunk et l'imprimante.	Changer la conception de la ligne (Schunk et GS40) et optimisation de l'espace.

**Tableau 33:** Amélioration de Poste 9

<b>Etat avant l'amélioration</b>	<b>Amélioration prévu</b> (En attendant la validation de l'équipement)
	
<b>Description de problème</b>	<b>Description de la solution</b>
Muda de déplacement poste 9 afin de scanner trois ordres et le JIG board.	Intégration d'imprimante et ordinateur sur le carrousel.

**Tableau 34:** Elimination du MUDA de Poste 9

<b>Etat avant l'amélioration</b>	<b>Etat après l'amélioration</b>
	
<b>Description de problème</b>	<b>Description de la solution</b>
Espace non exploité et retard de distributeur.	Création des réserves pour chaque poste.

**Tableau 35:** Exploitation des espaces vides



Après avoir fait les différentes améliorations la figure représente la nouvelle conception de la ligne P1MO.

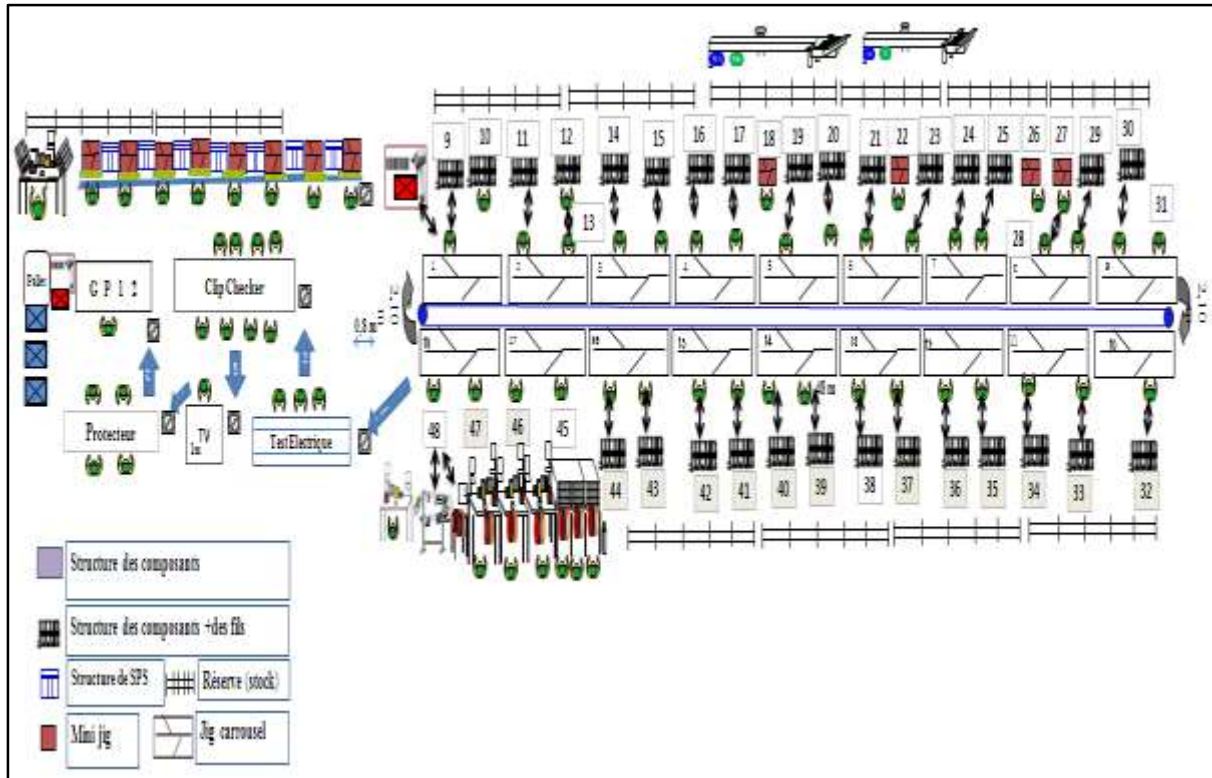


Figure 40: Nouvelle conception de la ligne P1MO

## IV. Conclusion

Au bout de ce chapitre, après avoir présente les différentes améliorations proposées à l'élimination des gaspillages détectés, dans le prochain chapitre on va tester ces dernières et d'optimiser les configurations au moyen d'expériences.

# C

## hapitre 4 : Application les étapes de la démarche DMAIC – Contrôler

Dans ce chapitre, on passera à l'étape contrôler, cette étape sert à contrôler les résultats des améliorations effectuées dans le chapitre précédent (Améliorer) ainsi que l'étude des gains obtenus après les améliorations. Afin de réaliser ces tâches on poursuivra les étapes suivantes :

- Refaire le suivi de la productivité, Efficience, Outputs, NPT, DPM et Down Time ;
- Elaboration d'un tableau de bord des différents indicateurs ;
- Evaluation des gains obtenus après la mise en place les améliorations ;

## I. Introduction

La mise en œuvre de notre plan d'action a été suivie par la dernière étape de notre projet qui représente la Cinquième phase de la démarche DMAIC « Contrôler ». La présente phase d'une part, consiste à définir les indicateurs qui permettent de mesurer la performance du processus cible et donc la pertinence des plans d'améliorations mis en œuvre et d'autre part à contrôler la productivité et le DPM après les améliorations effectuées et par la suite on fera une évaluation des gains.

## II. Comparaison entre l'état avant et l'état après l'amélioration

Des modifications ont été apportées au processus lors de l'étape précédente, il faut désormais vérifier que notre système a subi des évolutions, et ce en comparant l'état avant et après l'application de plan d'actions.

Nous nous sommes rendus quotidiennement à la zone d'assemblage pendant 23 jours pour contrôler l'efficacité des améliorations effectuées en chronométrant les différents postes, et en notant les différents paramètres qui nous intéressent et qui ont un impact direct sur les indicateurs de performance tels que le nombre journalier de câbles produits (Outputs), les arrêts, les défauts commis. Les figures suivantes montrent les évolutions marquées pendant cette période de contrôle.

### 1. Yamazumi Chart

Après avoir éliminé les tâches à non-valeur ajoutée, réaliser le balancement des postes et refaire le chronométrage .on voit clairement d'après la **Figure 41** que les temps de cycles de chaque poste sont inférieurs au Temps Takt à l'exception du premier poste Schunk qui a resté poste goulot.

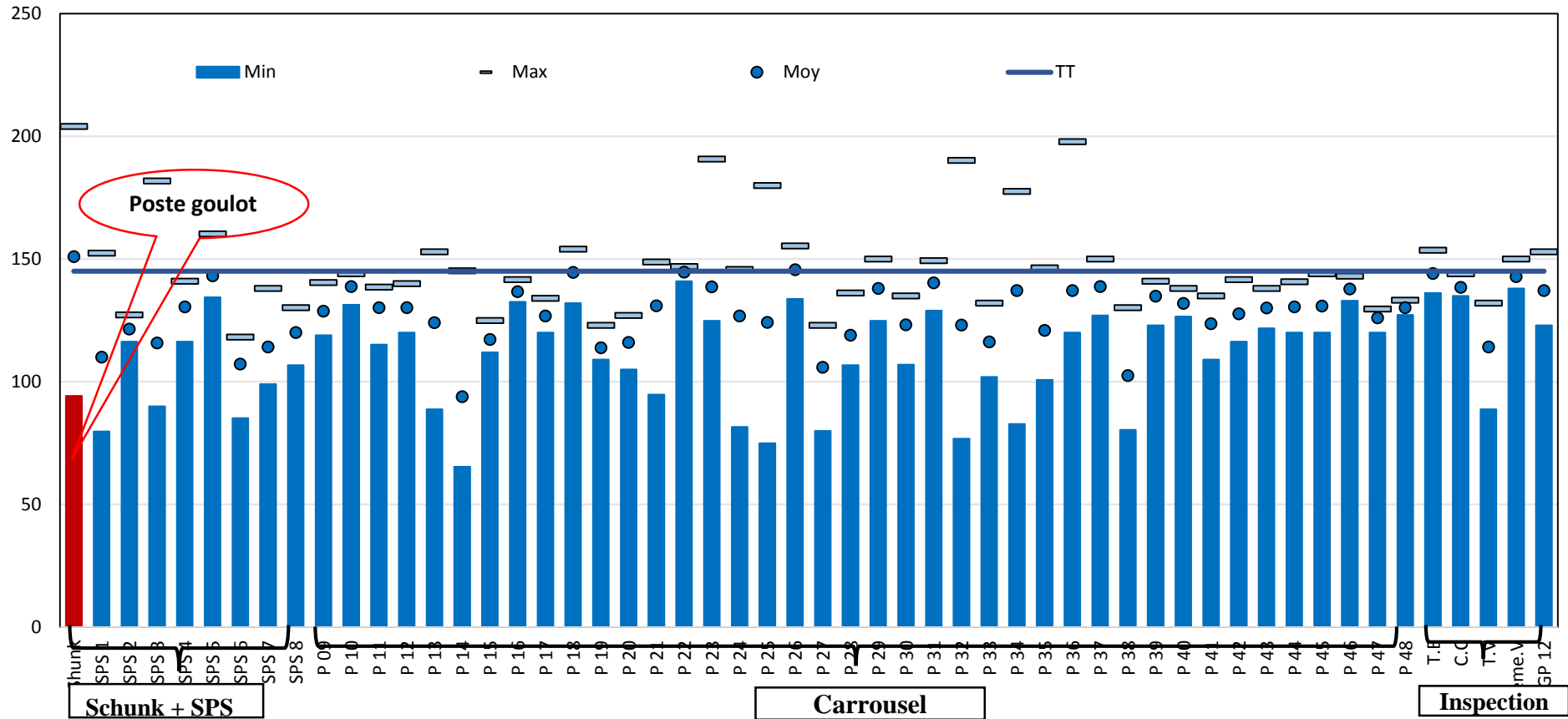


Figure 41: Le nouveau YAMAZUMI après les améliorations

## 2. Contrôle de la productivité et d'efficacité

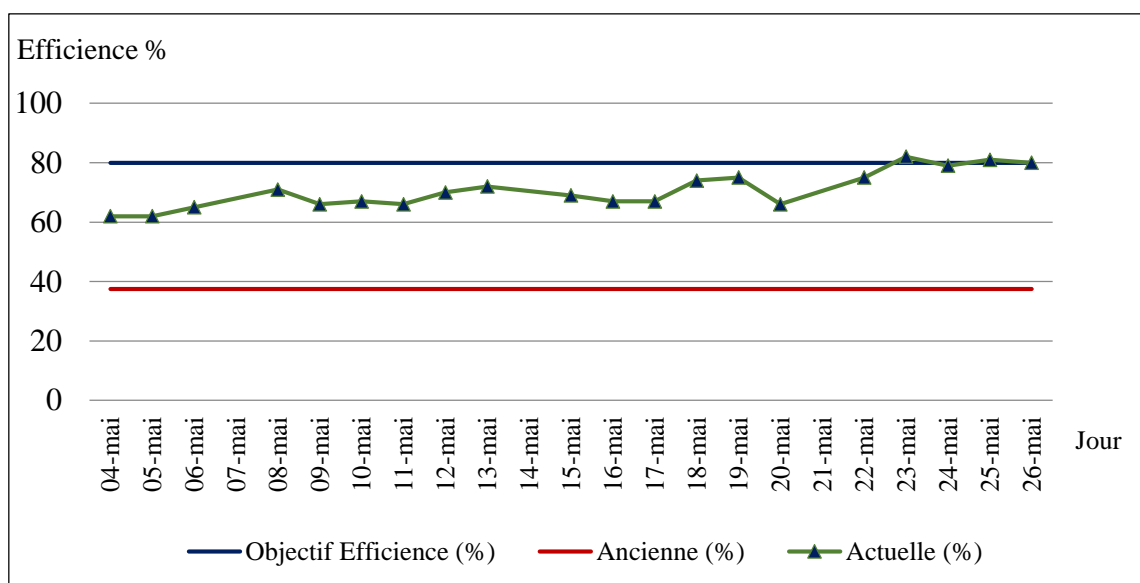


Figure 42: Contrôle Efficience

A partir de la **Figure 42**, nous pouvons remarquer que lors des premiers jours l'efficacité n'atteignait pas la valeur ciblée, ceci est dû au temps d'adaptation des opérateurs aux nouvelles méthodes de travail et aux nouvelles améliorations. Ainsi lors des derniers jours nous constatons que l'efficacité a pu dépasser son objectif qui est de l'ordre de 80%.

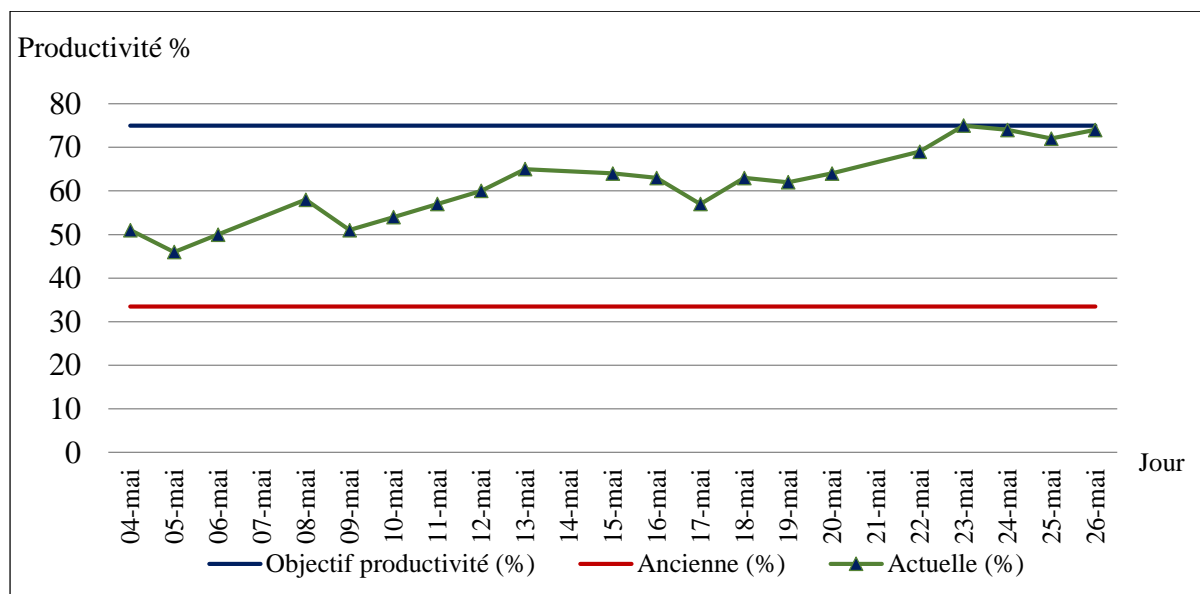


Figure 43: Contrôle Productivité

D'après la **Figure 43**, nous pouvons constater que la productivité progresse dès la mise en place des améliorations, chose qui reflète l'efficacité des actions appliquées, ce qui nous a conduits à atteindre l'objectif ciblé 75%.

### 3. Contrôle de DPM

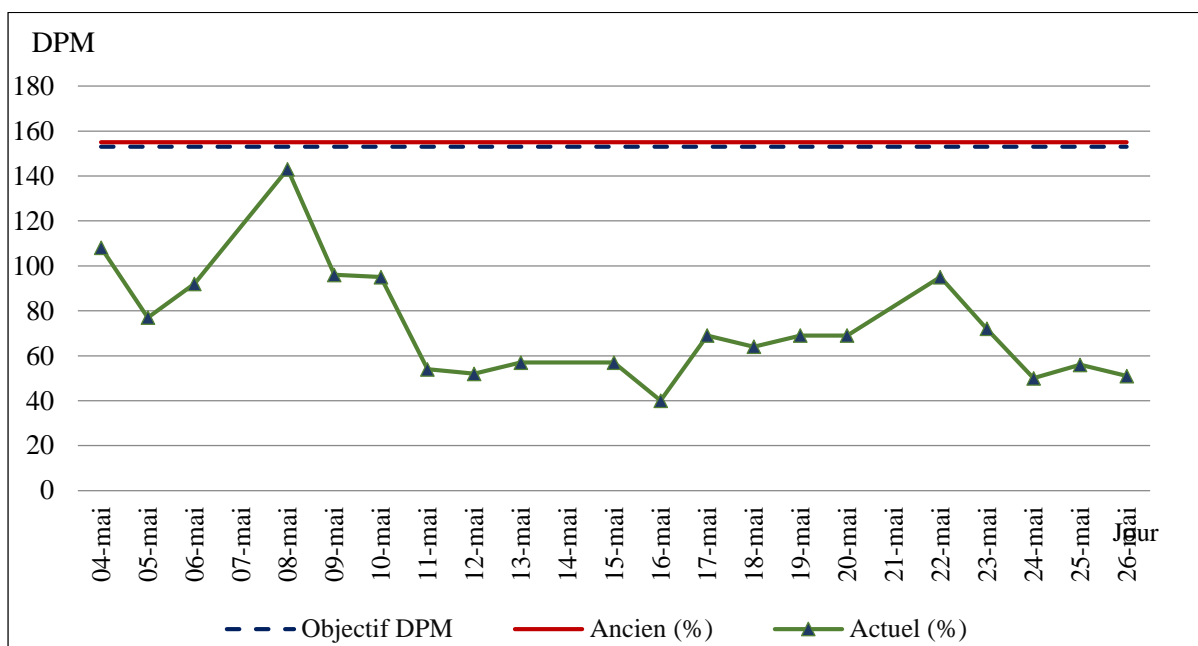


Figure 44: Evolution DPM

D'après la **Figure 44**, on déduit que la fréquence des défauts de qualité commis par les opérateurs a connu une chute remarquable et une amélioration rapide qui a même dépassé la valeur souhaitée, ce qui montre le grand travail de l'équipe de différents départements et la maîtrise du processus par les opérateurs.

### 4. Nouvelle cartographie VSM

Afin de mieux visualiser les changements et les améliorations apporté à la ligne P1MO, nous avons réalisé une nouvelle carte de flux VSM. Cette dernière schématisée dans la **Figure 45**.

La comparaison entre les deux cartographies, nous a permis d'en tirer les améliorations suivantes :

- Réduction des gaspillages(les mouvements inutiles,...) ;
- Equilibrage des postes ;
- Optimisation d'espace ;
- Application de Two Bin System ;

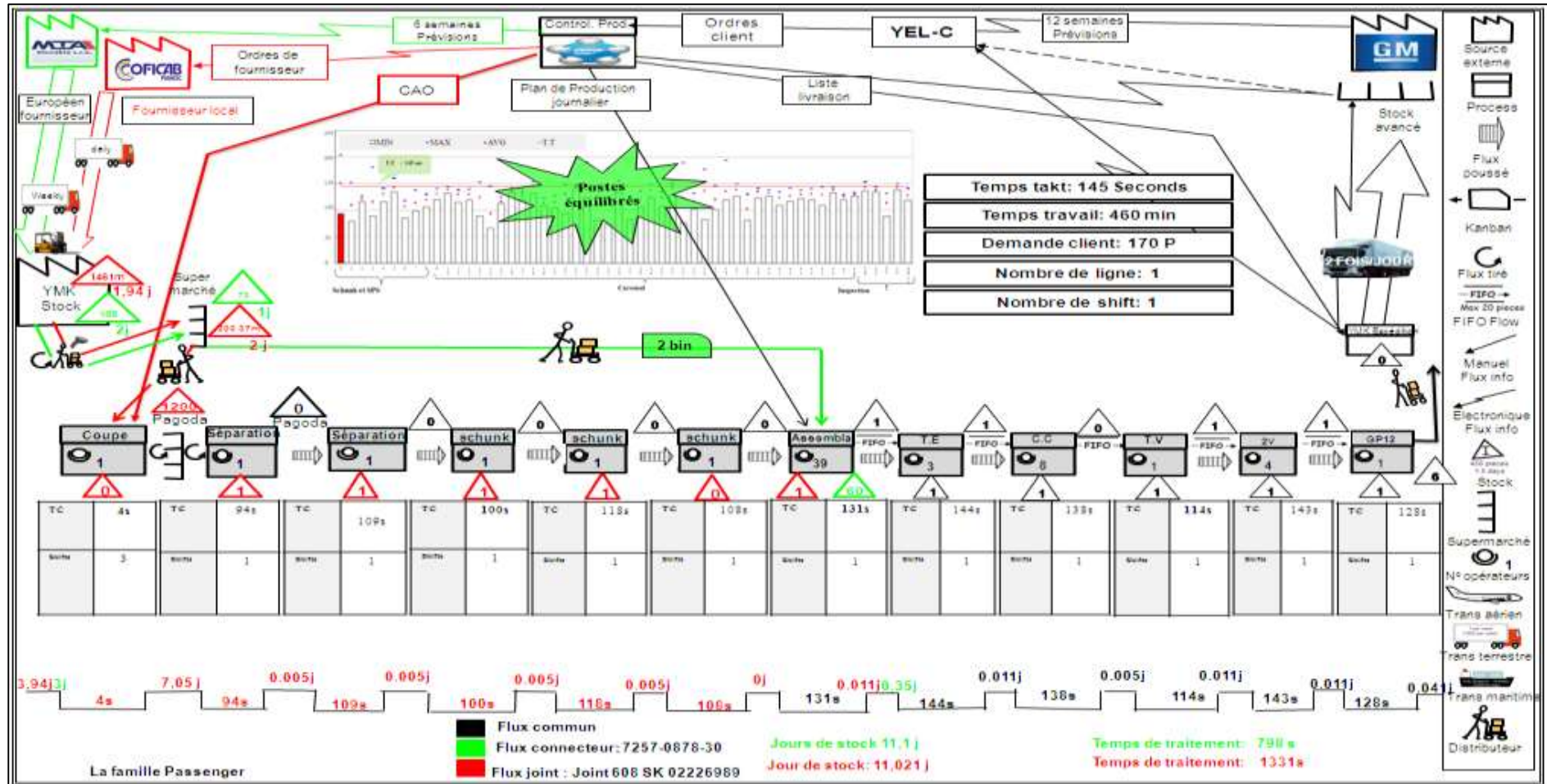


Figure 45: Nouveau VSM de la ligne P1MO

### **III. Développer et documenter les pratiques standardisées**

En se basant sur le mode opératoire, l'expérience de techniciens de maintenance et les agents de qualité nous sommes mis d'accord sur les standards suivants :

#### **1. Standard de nettoyage**

Pour sensibiliser les opérateurs sur l'importance de management visuel, nous proposons une fiche de nettoyage du test électrique afin de les recenser sur l'effet néfaste que peut avoir certains comportements et l'utilisation inadéquate des outils. (Le standard est disponible en Annexe N°9).

#### **2. Standard de suivi**

Pour assurer le suivi des anomalies constatées par les opérateurs du test électrique nous avons élaboré un standard de suivi qui sera rempli par ces derniers afin de faciliter l'intervention des techniciens de maintenance. (Le standard est disponible en Annexe N°10).

#### **3. Tableau de Bord**

Pour piloter les indicateurs de performance de la ligne nous avons élaboré un outil de pilotage qui est le tableau de bord.

Il a pour principales vocations de visualiser, suivre, anticiper les évolutions prévisibles et d'inciter les responsables à prendre des décisions. Ce tableau de bord doit:

- Permettre aux décideurs d'identifier les écarts le plus rapidement possible et d'effectuer des actions correctives ;
- Etre un outil de communication en interne ;
- Etre également un outil de motivation au sein de l'entreprise, en mettant la lumière sur les objectifs de l'entreprise et sa stratégie ;
- Favoriser l'apprentissage continu en recherchant constamment à améliorer la performance de l'entreprise ; (Le tableau de bord élaboré est disponible en Annexe N°11)

### **IV. Les gains engendrés par les actions d'amélioration**

Investir dans un projet quelconque se base principalement sur l'évaluation de son intérêt économique, et par conséquent, le calcul de sa rentabilité.



La rentabilité de notre projet dépend des coûts qu'il engendre et des gains qu'il procure. C'est un élément fondamental qui permet de déterminer concrètement tous les aspects financiers et de vérifier la pertinence économique de tout projet.

Les gains sont les biens qui sont tirés par l'entreprise directement après l'optimisation de l'espace, des équipements et l'amélioration des indicateurs de performance. Pour savoir les gains réels que nous avons engendré par la réalisation des améliorations, nous avons contacté le département finance.



## 1. Gains en espace

Etant donné que le coût de m<sup>2</sup> est de 2500 DH, nous avons calculé la valeur de l'espace optimisé (1,6 m x 10 m), le **Tableau 36** montre le gain tiré (Voir les Figures 33 et 40) :

Bénéfices	Valeur
16 m <sup>2</sup>	40.000 DH

**Tableau 36:** Gains en espace

## 2. Gains en transport

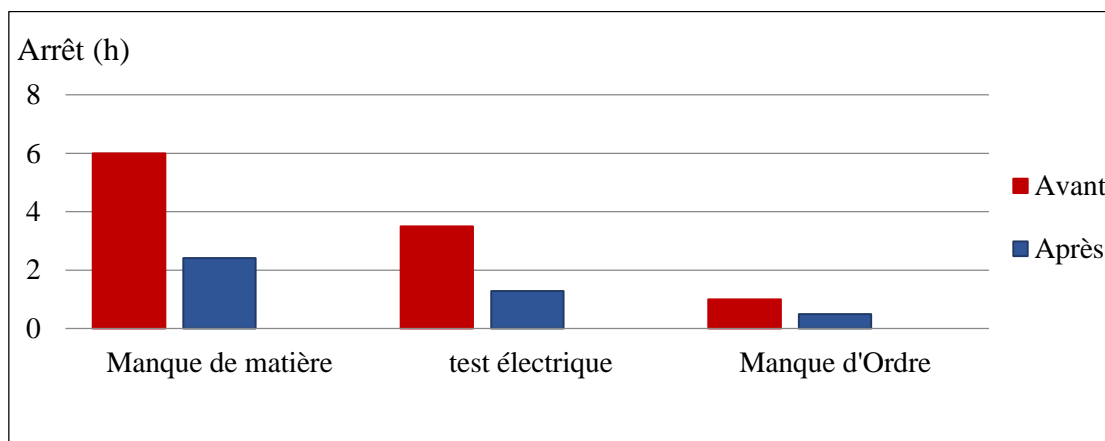
Avant l'amélioration	Après l'amélioration
	

**Tableau 37:** Gains en transport

Au lieu d'utiliser le séparateur qui ne permet de livrer que 8 câbles/palette, nous avons proposé des sachets en plastique qui permettent de garder la qualité des composants, ainsi de livrer 12 Câbles/Palette avec un gain des frais de transport de 4 câbles.

### 3. Gain en terme des arrêts

La Figure 46 donne un aperçu sur l'état des arrêts après l'amélioration :

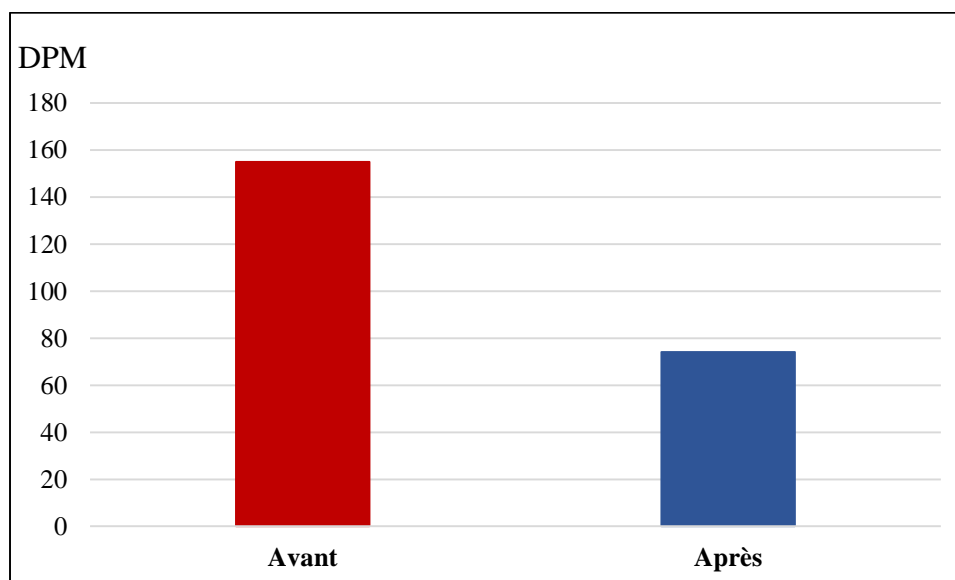


**Figure 46:** Réduction des arrêts

Les arrêts à cause du manque de la Matière Première, panne Test Electrique et le manque d'Ordre ont connu une baisse par rapport aux valeurs précédemment marquées du mois de Mars. Et cela s'expliquent par l'efficacité des actions correctives effectuées.

### 4. Gains en terme de défauts de qualité

La figure suivante représente la grande différence entre l'état d'avant et d'après de l'indicateur DPM:



**Figure 47:** Réduction en défauts commis

Grâce aux améliorations et aux efforts déployés, la fréquence des défauts de qualité commis par les opérateurs a décroît d'une valeur de 155 DPM dans le mois de Mars, à 74,16 DPM à la fin de mois de Mai.

## 5. Gains en terme de productivité et d'efficience

L'amélioration de la productivité et l'efficience est le résultat de la réduction des défauts de qualité, la diminution du temps d'arrêt et l'élimination de gaspillages détectés. Par la suite nous présentons les valeurs obtenus :

	Etat avant l'amélioration	Etat après l'amélioration	Gain %
Productivité %	33,50	70,80	37,30
Efficience %	37,50	61,45	22,95

**Tableau 38:** Gains en productivité et en efficience

## V. Conclusion

La performance d'une chaîne de production s'exprime par sa capacité à répondre aux exigences des clients dans les délais souhaités et à moindre coût, Après avoir implantés toutes les solutions Oproposées, la ligne P1MO-PASSENGER a pu atteindre un taux d'efficience de 86%, de productivité qui égal à 80% et un nombre de DPM qui vaut 40.

## Conclusion générale

Le travail présenté dans ce document est l'aboutissement de plusieurs semaines partagées entre réflexion, recherche, développement et analyse.

Ce travail était l'occasion de mettre en œuvre nos connaissances théorique et pratique acquises pendant notre formation ainsi qu'une expérience de plus gagnée dans le chemin professionnel.

Ce projet avait pour but l'amélioration des indicateurs de performance de la ligne P1MO du projet GENERAL MOTORS. Au terme de ce travail nous sommes arrivés à atteindre une grande partie des objectifs fixés.

En abordant la démarche DMAIC, nous sommes parvenus à prendre des décisions rationnelles, nous sommes passés dans un premier temps par la phase Définir pour décortiquer les périmètres du projet et les paramètres à étudier.

Ensuite nous avons traités les deux phases Mesurer et Analyser, en analysant l'historique les données qui impactant la performance de la ligne. Ce travail a été réalisé en exploitant le diagramme Pareto, les Cinq pourquoi et des diagrammes causes-effets pour extraire les causes racines des problèmes qui influencent sur la productivité et l'efficacité. et nous avons terminé cette partie par une cartographie des flux VSM afin de visualiser les flux et de repérer les différents gaspillages.

Dans l'étape Améliorer, nous avons travaillé avec la matrice de décision pour déterminer les solutions capables de résoudre les problèmes rencontrés et celles réalisables à savoir Two Bin System, Optimisation d'espaces, AMDEC pour les pannes du Test Electrique, Elaboration de systèmes Poka Yoké pour les problèmes des défauts de qualités ...

La dernière partie du projet a été consacrée à contrôler les indicateurs de performance après la mise en place de ces améliorations ainsi nous avons élaboré un tableau de bord pour assurer le suivi de ces indicateurs.

Et pour finir, nous avons effectué une étude économique qui nous a permis de déduire les gains procurés sur ce projet.

En effet cette amélioration nous a permis de réaliser des gains sur plusieurs niveaux :

- Pour l'espace nous avons escompté un gain de 40.000 DHs équivalent à 16m<sup>2</sup> ;

- Pour le transport nous avons proposé des sachets en plastique au lieu des séparateurs, ce qui nous a permis de transporter 12 Câbles/Palette au lieu de 8 Câbles/Palette ;
- Nous avons amélioré la productivité et l'efficacité par +37,30 % (productivité) et +22,95 % (efficacité) ;

Les perspectives de notre travail peuvent être résumées comme suit :

- L'intégration d'un système anti-erreur de détection des inverses (Poka Yoké) ;
- Optimisation d'espaces et de temps ;
- Amélioration des indicateurs de performance de la ligne P1MO ;



# Annexes

## Annexe N°1: SIPOC YMK

	Suppliers (Fournisseurs)	Inputs (Entrées)	Process (Processus)	Outputs (Sorties)	Costumers (Clients)
Magasin matières premières	Client externe OPEL	Commande e-client	SAP	Material Requirements planning (MRP)	Service d'achat Fournisseur de MP
	Fournisseur MP (Coficab, TR-Co-DELPHI...)	MP Bon de réception	Achat, approvisionnement et stockage	MP	Magasin de MP
	Magasin de MP	Box de matières premières	Vérification et étiquetage des Box	Remplissage des feuilles de relevé de qualité	Service qualité
	Service qualité	Box étiquetés	Box conformes en zone OK Box non conforme en Zone NOK	Box vérifiés et placés en raques des MP	Magasin des MP
	Magasin des MP	MP OK	Deplacement des MP en zone de coupe	MP en attente d'utilisation	La zone de coupe, de pré-assemblage et d'assemblage
La zone coupe	Magasin	Bobines de fils	Découpage des fils, Dénudage des fils.	Fils découpés et dénudés	La zone de pré-assemblage, La zone d'assemblage
	Opérateur de coupe	Fils découpés et dénudés	Contrôle de qualité	Fils conformes	La zone de pré-assemblage, La zone d'assemblage
	Magasin	Bobines de fils, bobines de terminaux, Bouchons	Nouveaux fils : Découpage des fils Dénudage des fils Sertissage des terminaux Insertion des bouchons	Fils découpés, dénudés et sertis	La zone de pré-assemblage, La zone d'assemblage
	Opérateur de coupe	Fils découpés, dénudés et sertis	Contrôle de qualité	Fils découpés, dénudés et sertis conformes	La zone de pré-assemblage, La zone d'assemblage
le pré-assemblage	La coupe	Fils découpés et dénudés	Sertissage manuel des terminaux	Fils découpés, dénudés et sertis	La zone d'assemblage
	La coupe	fils non fini, joint,	Soudage ultrason (schunk)	fils soudés	La zone d'assemblage
	La coupe	Fils découpés, dénudés et sertis	torsadage des fils	Fils torsadés	La zone d'assemblage
l'assemblage	Magasin, pré-assemblage et la coupe	Fils découpés, dénudés et sertis, Fils torsadés, fils soudés, Connecteurs, Rubans	Assemblage des sous-ensembles du faisceau électrique	Câble fini	Inspection
	Chaine	Câble fini	Inspection: Test électrique, Clip checker, test vision, 2ème test visuel, GP12	Câble fini testé	Zone d'expédition
	Zone d'expédition	Câble fini testé et contrôlé	Emballage et expédition	Câbls expédié	Magasin de PF



## Annexe N°2: Charte de projet

<b>Titre de projet</b>		Amélioration des indicateurs de performance de la ligne P1MO du projet General Motors	
<b>Formulation du problème</b>			<b>Clients identifiés</b>
Qui ?	Département Ingénierie et production		<b>Client aval</b> GENERAL MOTORS
Quoi ?	Faible performance et beaucoup de gaspillages		
Où ?	Ligne P1MO- Zones d'assemblage		<b>Client final</b> OPEL MERIVA
Quand ?	Lors du suivi journalier de l'output et mesure des indicateurs de performance		
Comment	Suivi journalier; Brainstorming		
Pourquoi ?	Améliorer la productivité et l'efficacité, Satisfaire le client		
<b>Diagramme CTQ</b>			
<b>Besoin du client</b>	<b>Exigences</b>	<b>Caractéristiques mesurables</b>	<b>Spécifications</b>
190 Câbles/Shift	Coût – Qualité - Délai	Down Time	20 min
		Man Hour	2,4 heures
		Takt Time	2,42 min
		DPM	155
<b>Etat actuel</b>		<b>Etat souhaité</b>	
Productivité = 33,5% Efficience = 37,5%		Productivité = 75% Efficience = 80%	
<b>Gains et Coûts mesurables</b>		<b>Gains et Coûts non mesurables</b>	
Espace optimisé gain de 19 200 DH ; Efficience 37,3% Productivité 22,95%		Gain en transport Gain en équipement	
<b>Comité de pilotage</b>			
<b>Rôle</b>	<b>Secteur</b>	<b>Nom</b>	
Responsable	Ingénierie	GHAZALI Youssef	
Responsable	NYS	EL HOUARI Ahmed	
Responsable	Qualité	OUMAI Houcine	
Superviseur	Technique	ELHADIOUI Haddou	
Chef du projet	Génie industriel	GUENDOURI Imane	

<b>Equipe du projet</b>		
<b>Rôle</b>	<b>Secteur</b>	<b>Nom</b>
Team member NYS	NYS	ZBAIRI Nadia
Technicien	Ingénierie	LAABOULI Abdelaly
Agent qualité	Qualité	Mr. Fouad
Technicien	Technique	GHAYAT Hicham
Chef du projet	Génie Mécanique et Productique	MOUENIS Meryem et TOUGOUCHE Fedwa

<b>Planning du projet</b>				
<b>Etape</b>	<b>Définir</b>	<b>Mesurer et Analyser</b>	<b>Améliorer</b>	<b>Contrôler</b>
<b>Date</b>	20/02/2017	06/03/2017	28/03/2017	09/05/2017

### Annexe N°3: Les tâches des postes

Les postes	Les tâches	CT (s)	ET (s)	WT (s)	PT (s)
<b>Shunk</b>	Imprimer l'ordre	177,8	152,8	25	0
	Séparation des fils				
	Soudage (Shrink)				
	Taping				
<b>SPS6</b>	Enrubannage	146	146	0	0
<b>P09</b>	Imprimer l'ordre	165,4	132,8	32,6	0
	Six Déplacements				
	Insertion				
<b>P13</b>	Insertion des fils.	181	143	38	0
<b>P14</b>	Insertion des fils	146	0	0	0
<b>P15</b>	Enrubannage	120	117	3	0
	Insertion				
<b>P16</b>	Insertion de l'air bag, twist, fils	198	198	0	0
	Enrubannage				
<b>P18</b>	Enrubannage	168	168	0	0
	Insertion connecteur				
	Côte, Grommet				
<b>P19</b>	Insertion des fils dans les connecteurs	120,2	120	0	0
<b>P21</b>	Enrubannage	155,4	155,4	0	0
	Insertion				
<b>P22</b>	Enrubannage d'airbag, baguette	171,80	171,8	0	0
	Insérer 2 clips				
	Insertion de joint				
<b>P23</b>	Insertion des fils	131	109	0	22
<b>P24</b>	Enrubannage d'airbag	122	122	0	0
	Insertion des fils				
<b>P25</b>	Insertion des fils (6 fils basic)	133,8	133,8	0	0
<b>P26</b>	Grommet	205,4	164,2	33,4	7,8
	2 Joint				
	Ordre A : 6 fils Ordre B : 8 fils				
<b>P27</b>	Enrubannage	200	180	0	10
	Bidon				
<b>P40</b>	Enrubannage	155,6	155,6	0	0
	Insertion des fils				
<b>P41</b>	Enrubannage	79,2	79,2	0	0
<b>P43</b>	Enrubannage	197,2	197,2	0	0

<b>P45</b>	Enrubannage	185,4	0	0	0
	Noter les outputs				
	Démontage de câble				
<b>P46</b>	Enrubannage	199,8	199,8	0	0
<b>P48</b>	Enrubannage	185,4	170,4	15	0
	Retirer le câble				
	Se déplacer vers le chariot TE				
	Placer Macdo				
<b>T.E</b>	Se déplacer vers le chariot	205 ,2	198,2	7	0
	Vérification de la continuité de câble				
	Ramasser le câble et se déplacer vers le chariot CC.				
<b>C.C</b>	Montage du câble sur la table.	206,8	203 ,8	3	0
	Montage des clips				
	Démontage du câble et le stocker dans le chariot				
<b>T.V</b>	Montage des fusibles	181,2	121,2	0	60
	Montage du couvert				
	Démontage du câble et le stocker dans le chariot				
<b>2<sup>ème</sup> V</b>	Fixation du Protecteur	150	150	0	0
	Vérification des mesures				
<b>GP12</b>	Vérification des mesures	182,8	182,8	0	0
	Emballage				

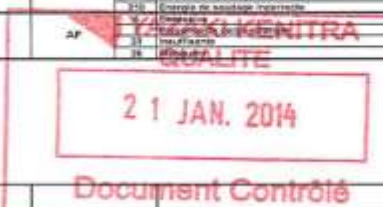
## Annexe N°4 : Chronométrage des postes (Mesurer-Analyser)

	Shunk + SPS								Carrusel																																						Inspection							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	T.E	C.C	T.V	P1	GP12
min	184	83	78	73	116	134	126	99	107	205	131	115	82	145	163	145	160	110	162	145	138	148	146	80	142	94	134	97	296	125	95	124	77	90	83	101	120	132	116	134	164	95	142	167	75	221	132	126	138	166	141	139	271	305
max	202	112	92	196	141	160	189	138	128	275	144	139	104	234	201	156	236	124	202	200	145	222	241	240	163	288	155	168	377	150	194	133	190	215	178	146	194	186	193	154	179	124	242	216	128	250	220	171	175	207	314	171	371	355
moy	189	95	85	143	130	143	157	114	117	230	139	130	93	193	179	152	197	115	176	175	141	204	179	147	152	155	146	139	329	138	172	130	123	167	137	121	136	161	151	142	174	110	217	202	113	233	186	142	166	191	249	157	322	334
TT	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	

	Shunk + SPS								Carrusel																																						Inspection							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	TE	CC	TV	2V	GP12
Take01	184,2	83	84	196	140	160	189	138	107	205	131	132	104	226	163	145	236	110	202	145,2	145	222	183	91,8	141,6	112	134	96,6	331	145	95	130	190	190	158	118	194	132	193	134	176	124	142	167	117	221	220	151	175	200	141	139	371	304,8
Take02	184,8	95	78	90,6	116	141	161	99	118	226	143	138	90,6	209	179	151	202	113	162	167,4	138	148	163	155	163,2	94,2	139	168	377	150	194	132	77	170	178	101	123	173	116	154	164	95	230	214	128	226	191	137	138	182	314	168	271	355,2
Take03	201,6	112	92,4	171	126	134	131	106	128	228	142	139	102	234	167	152	220	124	185	199,8		221	146	80,4	144,6	133	150	114	304	145	191	124	113	171	138	120	124	158	149	138	175	121	234	202	75	250	132	171	169	200	306	148	299	341,4
Take04	192	98	87	73,2	141	142	177	107	116	215	134	115	82,2	153	186	155	160	116	164	186		214	241	166	153	146	155	168	296	126	193	131	116	215	83	146	120	155	119		179	103	239	216	119	247	190	127	174	207	252	160	323	327,6
Take05	184,8	87	85,8	185	129	138	126	120		275	144	127	84	145	201	156	167	112	167			214	162	240	156	288	150	150	337	125	187	133	119	90	129	119	121	186	180			107	242	209	126	222	197	126	173	166	232	171	344	343,2

# Annexe N°6 : Codification des défauts de qualité

QUALITE		CODIFICATION DE DEFAUT		Annexe : YEL-ESVA-ARE_A1 E.T.T							
CONTROLE SYSTEME											
FIL	AA	8	Devis	CONNECTEUR	AG	2	Endommagé	RELAIS	AP	1	Endommagé
		9	Endommagé			3	Endommagé			17	Faillon interne
		10	Endommagé			4	Endommagé			18	Faillon externe
		11	Marquage incorrecte			5	Endommagé			19	Marquage
		12	Endommagé			6	Endommagé			20	Non identifié
		13	Endommagé			7	Endommagé			21	Matière
		14	Endommagé			8	Endommagé			22	Erreur
		15	Endommagé			9	Endommagé			23	Endommagé
		16	Endommagé			10	Endommagé			24	Endommagé
		17	Endommagé			11	Endommagé			25	Endommagé
TERMINAL	AB	3	Opéré	ENRUBANAGE / CROISEMENT / ATOMARI	AH	8	Endommagé	MOULAGE / MOUSSE	AS	1	Endommagé
		4	Endommagé			9	Endommagé			2	Déformé (non compacté, déformé, etc.)
		5	Endommagé			10	Endommagé			3	Endommagé
		6	Endommagé			11	Endommagé			4	Endommagé
		7	Endommagé			12	Endommagé			5	Endommagé
		8	Endommagé			13	Endommagé			6	Endommagé
		9	Endommagé			14	Endommagé			7	Endommagé
		10	Endommagé			15	Endommagé			8	Endommagé
		11	Endommagé			16	Endommagé			9	Endommagé
		12	Endommagé			17	Endommagé			10	Endommagé
BERTISSAGE	AC	3	Opéré	CALEVERROUS SECONDAIRE	AI	7	Endommagé	VIS/ECROUS/ RONDELLE	AU	1	Endommagé
		4	Opéré			8	Endommagé			11	Endommagé
		5	Opéré			9	Endommagé			12	Endommagé
		6	Opéré			10	Endommagé			13	Endommagé
		7	Opéré			11	Endommagé			14	Endommagé
		8	Opéré			12	Endommagé			15	Endommagé
		9	Opéré			13	Endommagé			16	Endommagé
		10	Opéré			14	Endommagé			17	Endommagé
		11	Opéré			15	Endommagé			18	Endommagé
		12	Opéré			16	Endommagé			19	Endommagé
BOUCHON	AD	3	Opéré	TUBE (TUBE SHRINK, GOT FENDU)	AJ	3	Opéré	BRACKET	AV	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
EPISSURE	AE	3	Opéré	CLIP	AK	3	Opéré	CIRCUIT	AW	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
ETANAGE	AF	3	Opéré	PROTECTEUR	AL	3	Opéré	BRANCHE / TRONC	AZ	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
GROSSEUR	AG	3	Opéré	GROMMET	AM	3	Opéré	ENBALLAGE	BA	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
GRAISSE/GEL	AH	3	Opéré	GRAISSE/GEL	AI	3	Opéré	ELEMENT IDENTIFIANT (étiquette)	BB	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
FUSIBLE/BOITE A FUSIBLE	AJ	3	Opéré	FUSIBLE/BOITE A FUSIBLE	AK	3	Opéré	COUVERCLE	BC	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
SOUS ENSEMBLE	AL	3	Opéré	SOUS ENSEMBLE	AM	3	Opéré	ISOCYANATE (POLYOL)	BB	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé
JOINT DE CONNECTEUR/BOUCHON DE CONNECTEUR	AM	3	Opéré	JOINT DE CONNECTEUR/BOUCHON DE CONNECTEUR	AN	3	Opéré	CPM Emars	BI	1	Endommagé
		4	Opéré			4	Opéré			2	Endommagé
		5	Opéré			5	Opéré			3	Endommagé
		6	Opéré			6	Opéré			4	Endommagé
		7	Opéré			7	Opéré			5	Endommagé
		8	Opéré			8	Opéré			6	Endommagé
		9	Opéré			9	Opéré			7	Endommagé
		10	Opéré			10	Opéré			8	Endommagé
		11	Opéré			11	Opéré			9	Endommagé
		12	Opéré			12	Opéré			10	Endommagé



## Annexe N°7 : L'historique des panne de T.E

DATE	Code inventaire	Equipement	Projet	ZONE	SCHIFT	TECH	DA	DI	FI	TAH	WT	DI/H	Problème	ACTION	CP	PDR	departement
10/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2369	16:10	16:16	16:30	0:20	0:06	0:14	continuité	soudage d'un fil coupé	4E503		MAINT
19/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2049	18:35	18:49	18:55	0:20	0:14	0:06	continuité	chgt de connecteur endommagé			prod
24/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049	12:00	12:12	12:25	0:25	0:12	0:13	continuité	Nettoyage l'interieure du CP et soudage fil coupé	CP04A		MAINT
24/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049	09:20	09:44	10:00	0:40	0:24	0:16	continuité	Ajst des pins + nettoyage	BUS-BAR		MAINT
25/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049/19	12:25	12:30	12:55	0:30	0:05	0:25	continuité	nettoyage de Cp + ajustement de micro de continuité ( cp système push-back et Nok)	CP04A		MAINT
26/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	8096	13:06	13:08	13:15	0:09	0:02	0:07	continuité	pb de conception de la cp			CONCEPTION
26/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	8096	13:18	13:20	13:23	0:05	0:02	0:03	continuité	chang de pin de continuité			MAINT
27/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049	10:55	10:56	11:08	0:13	0:01	0:12	détection	PB DES AIR-BAG			CONCEPTION
27/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049	12:15	12:16	12:28	0:13	0:01	0:12	détection	PB DES AIR-BAG			CONCEPTION
27/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	2049	12:40	12:42	12:48	0:08	0:02	0:06	détection	PB DES AIR-BAG			CONCEPTION
30/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	06:30	06:36	06:40	0:10	0:06	0:04	activation	ajustement de micro	N252700		MAINT
31/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2369	16:00	16:06	16:25	0:25	0:06	0:19	continuité	pb conception ajustement tige	IC91A		MAINT
31/01/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2369	16:36	16:38	16:45	0:09	0:02	0:07	détection	soudage d'un fil coupé	6570b		MAINT
02/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	10:42	10:43	10:46	0:04	0:01	0:03	activation	changement poisador	IC11	02PSR	MAINT
02/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	10:10	10:11	10:13	0:03	0:01	0:02	continuité	ajustement de PIN	BFH3A		MAINT
02/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	10:05	10:07	10:45	0:40	0:02	0:38	activation	mauvais contact de l'alimentation +ajustement vérin de détection SLC	IC11		MAINT









03/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	07:30	07:35	07:44	0:14	0:05	0:09	continuité	ajustement micro	04A	MAINT
03/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	M	5926	07:03	07:08	07:17	0:14	0:05	0:09	détection	soudage d'un fil coupé	04A	MAINT
06/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2049	19:47	19:50	20:00	0:13	0:03	0:10	détection	Chgnt micro nettoyage de la cp	6577A	MAINT
22/02/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSANGER	S	2369	14:37	14:38	14:40	0:03	0:01	0:02	continuité		4E503	PRODUCTION
03/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049/04	17:25	17:40	18:00	0:35	0:15	0:20	guidage	guidage de la CP casé collage du guidage	IC82	MAINT
03/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	19:03	19:05	19:10	0:07	0:02	0:05	continuité	nettoyage de l'interieur de la cp	ICY0	MAINT
03/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	21:29	21:30	21:33	0:04	0:01	0:03	continuité	nettoyage du guidage + pin	ICY0	MAINT
22/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	10:20	10:21	10:26	0:06	0:01	0:05	SYSTEME	maque formation des operateur sur le system		PRODUCTION
22/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	17:35	17:39	17:44	0:09	0:04	0:05	détection	SLCAjstnt micro	ICV5B	MAINT
22/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	3207	18:26	18:29	18:32	0:06	0:03	0:03	détection	SLC chgnt micro	ICV5B	F88706B200G150 MAINT
24/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	15:24	15:26	15:27	0:03	0:02	0:01	détection	chgnt de micro	ICV5B	F88717B200G150 MAINT
24/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	18:40	18:43	18:50	0:10	0:03	0:07	détection	soudage de fil coupé	65C1A	MAINT
27/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	5926	15:34	15:37	15:46	0:12	0:03	0:09	continuité	ajustement de micro pin	IC91A	MAINT
28/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	5926	14:29	14:32	14:37	0:08	0:03	0:05	détection	chgnt de micro usé	ICV5B	F88717B200G150 MAINT
29/03/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2049	11:02	11:05	11:15	0:13	0:03	0:10	continuité	ajustement de micro	IC91A	MAINT
01/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	16:25	16:26	16:30	0:05	0:01	0:04	détection	ajustement de micro	ICV5B	F88717B200G150 MAINT
01/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	16:36	16:37	16:44	0:08	0:01	0:07	détection	chgnt de micro usé	ICV5B	F88717B200G150 MAINT
04/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	5926	09:59	10:02	10:08	0:09	0:03	0:06	détection	ajustement de micro de non ok	65C1A	MAINT
04/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	14:50	14:52	14:55	0:05	0:02	0:03	continuité	soudage d'un fil coupé	BFH10A	MAINT
05/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	16:14	16:17	16:23	0:09	0:03	0:06	SYSTEME	redemarrage system		system

06/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	16:30	16:32	16:47	0:17	0:02	0:15	détection	nettoyage cp	ICK7		PRODUCTION
06/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2370	16:32	16:34	16:47	0:15	0:02	0:13	continuité	nettoyage cp	BPRMA		PRODUCTION
06/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	21:15	21:21	21:25	0:10	0:06	0:04	SYSTÈME	mauvais manipulation des operateurs sur le system			PRODUCTION
08/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	15:00	15:02	15:12	0:12	0:02	0:10	détection	reglage bloc mobile	4743A		MAINT
08/04/2017	3CA-4056	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2369	16:10	16:12	16:15	0:05	0:02	0:03	activation	soudage d'un fil coupé	8426A		MAINT
11/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	07:07	07:08	07:09	0:02	0:01	0:01	détection	reglage pression d'air	ICR7		MAINT
11/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	14:17	14:19	14:22	0:05	0:02	0:03	activation	ajustement du micro	ICY0		MAINT
11/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	16:30	16:32	16:37	0:07	0:02	0:05	etancheite	reglage du debit d'air	ICK7		MAINT
12/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	11:13	11:15	11:17	0:04	0:02	0:02	détection	ajustement bloc mobile	4E503		MAINT
12/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	10:20	10:25	10:43	0:23	0:05	0:18	activation	changement pulsador et soudage d'un fil	ICY40	02ESYJ24M1	MAINT
13/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	10:20	10:22	10:25	0:05	0:02	0:03	détection	ajustement bloc mobile	65B9A		MAINT
13/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	16:12	16:15	16:20	0:08	0:03	0:05	détection	soudage de fil coupé	65C1A		MAINT
14/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	06:40	06:45	06:50	0:10	0:05	0:05	détection	mixation bloc mobile	AC73		MAINT
15/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2369	07:12	07:15	07:19	0:07	0:03	0:04	SYSTÈME	redemarrage system			system
15/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	14:10	14:13	14:19	0:09	0:03	0:06	activation	branchement de tyau d'air	BS11D		MAINT
15/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	15:31	15:33	15:36	0:05	0:02	0:03	continuité	montage de pin	BFH3A		MAINT
15/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	2049	15:51	15:53	16:00	0:09	0:02	0:07	continuité	nettoyage d'interieur CP	IC91A		MAINT
17/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	19	10:48	10:53	11:36	0:48	0:05	0:43	détection	Pb de 3 CPs qui n'assurent pas la presence de securité	CP:4743-4744-IC11		QUALITE
17/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	5926	15:20	15:22	15:27	0:07	0:02	0:05	activation	ajustem de micro	BFH3A		MAINT
18/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2049	07:55	07:58	08:02	0:07	0:03	0:04	SYSTÈME	Blocage système Redemarrage	PC		PROG
19/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2049	07:34	07:37	07:44	0:10	0:03	0:07	activation	ajustement des micro	BFH3A		MAINT
19/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2049	11:00	11:04	11:26	0:26	0:04	0:22	activation	chgt de pulsador + chgt de 4 cartes C5	carte 08-12-21-26	21103000	MAINT
19/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	S	5926	17:25	17:27	17:31	0:06	0:02	0:04	continuité	ajustement micro pin	IC91A		MAINT
20/04/2017	3CA-4055	TEST ELECTRIQUE	GM	PASSENGER	M	2049	09:38	09:42	09:44	0:06	0:04	0:02	SYSTÈME	Blocage système Redemarrage			PROG







## Annexe N°9: Standard de nettoyage T.E

	<b>Standard de nettoyage</b>		
Maintenance 1 <sup>ère</sup> Niveau : Méthode de nettoyage du test électrique			
			
<p>1- Vérifier pour chaque début de shift le nettoyage des contre-pièces avant de commencer</p>	<p>2- Utiliser d'abord l'aspirateur électrique pour le nettoyage des contre-pièces.</p>	<p>3- S'assurer que les contre-pièces sont bien nettoyées.</p>	
			
<p>4- Vider le sac de l'aspirateur obligatoirement à la fin de chaque shift.</p>	<p>5- Remettre l'aspirateur à sa place à la fin du nettoyage.</p>	<p>6- Nettoyer obligatoirement pour le dernier shift de la semaine toute les plaques avec un pistolet d'air et un</p>	
<p><b>NB 1 :</b> Chaque 2h toutes les contre-pièces doivent être nettoyées à l'aide du pistolet à air comprimé et l'aspirateur, et les blocs pour le dernier shift de la semaine.</p>		<p><b>NB 2 :</b> L'aspirateur doit être utilisé seulement pour le nettoyage du test électrique.</p>	

### Annexe N°10: Standard de suivi

		<b>Tableau de suivi : Test Electrique</b>				
Date	Shift	Chef de ligne	Famille	Connecteur	Anomalie	Intervenant

## Annexe N°11: Tableau de bord

Famille	Passenger	<b>YAZAKI Morocco Kénitra</b>	
Projet	BMPV		


### Tableau de Bord

Le tableau de bord est un outil de gestion regroupant un nombre limité d'indicateurs pertinents, fournissant des indications sur quelques paramètres clés, que l'on désigne souvent par l'acronyme KPI (Key Performance Indicator). Il doit faciliter la prise de décision et être orienté vers l'action. Pour cela il faut que les différents indicateurs comportent des références, afin qu'on puisse mesurer les écarts et décider des actions correctives. Le tableau de bord du service ou de l'entreprise doit être compréhensible en un coup d'oeil et si possible privilégier les indications visuelles :

- vert, orange, rouge;
- bon, mauvais;
- niveau par rapport à une référence;
- etc.

Les indications doivent être fiables, et, dans un souci de synthèse, on peut se contenter de valeurs approchées.

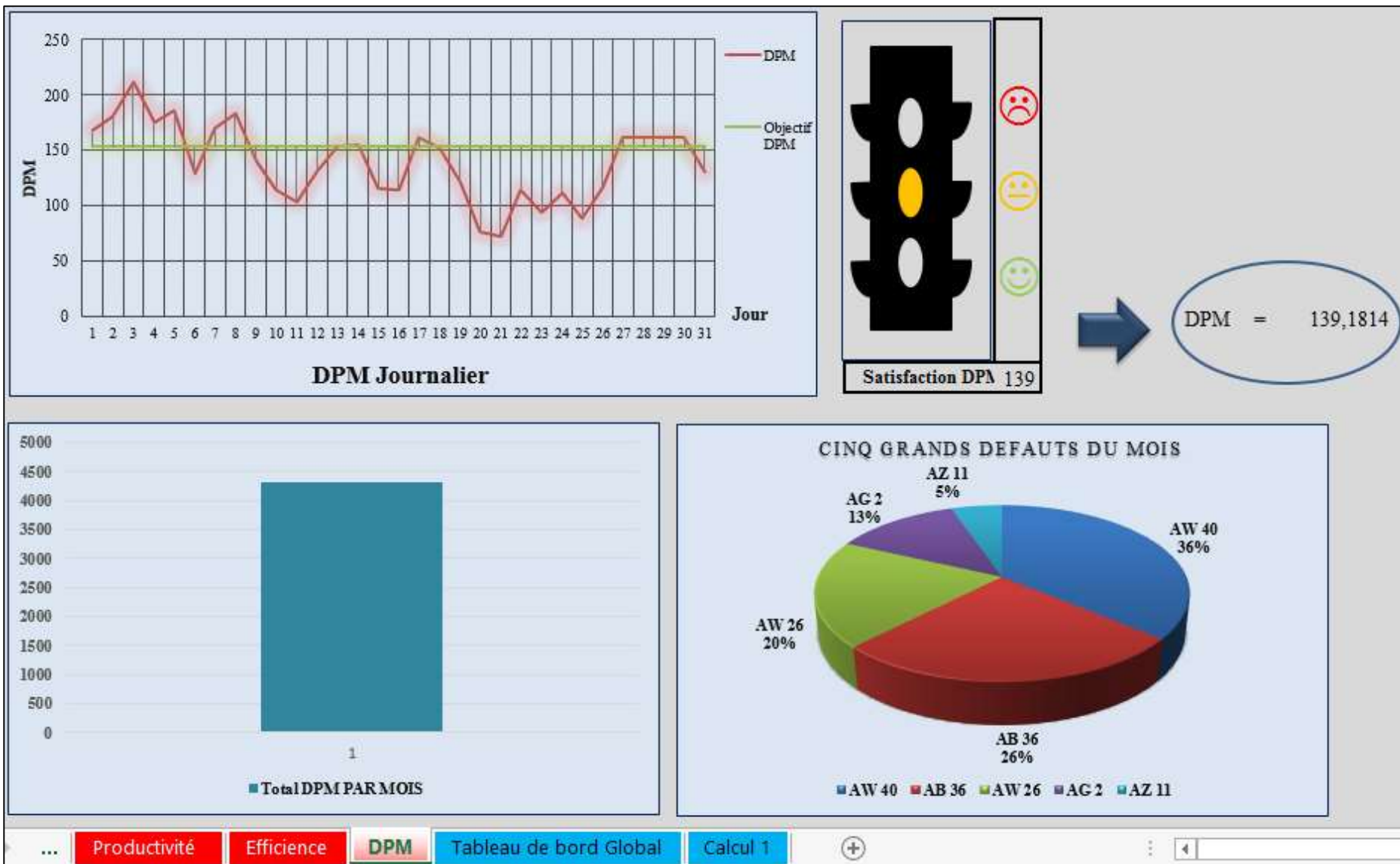
 Le tableau de bord doit être rafraîchi, ses données mises à jour à une fréquence pertinente par rapport au pilotage que l'on en attend.



Productivité

Efficience

DPM



# **Bibliographie et Webographie**

## Bibliographie

- **François BLONDEL**, Gestion de production, Edition Dunod, 2005 ;
- **Christian HOHMANN**, Guide pratique des 5S et du management visuel, Edition groupe Eyrolles, 2010 ;
- **Christian HOHMANN**, Lean management outils méthodes, retours d'expériences, questions/réponses, Edition groupe Eyrolles, 2012 ;
- **Pierre BEDRY**, Les basiques du Lean Manufacturing, Edition Eyrolles & GEP, 2012;
- **Christian HOHMANN**, Guide pratique des 5S pour les managers et encadrants, Éditions d'Organisation, 2006.

## Webographie

<http://lean-manufacturing.fr>

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

[http://www.vision-lean.fr/trilogiq-lean-manufacturing/historique-du-lean  
Manufacturing](http://www.vision-lean.fr/trilogiq-lean-manufacturing/historique-du-lean-Manufacturing)

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

[http://parcours-performance.com/wp-content/uploads/2012/12/guidegaspillages-  
V3.pdf](http://parcours-performance.com/wp-content/uploads/2012/12/guidegaspillages-V3.pdf)

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