



Année Universitaire : 2020-2021



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

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

**Amélioration des lignes de production**

Lieu : FLOQUET MONOPOLE  
Référence : LST GI 30/2021



Présenté par :

**EL YAAKOUBI Zakariae**  
**EL QAZBANI Hicham**

Soutenu Le 07 Juillet 2021 devant le jury composé de :

- Mr. GADI Med Fouad (encadrant)
- Mr. MOUNAIM MOHAMMED (encadrant Société)
- Mr. HAOUACHE Said (examinateur)

## *Remerciement*

Louange à Dieu.

Ce travail ne peut être le résultat d'un effort personnel.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et reconnaissance à Monsieur **Mustapha IJJAALI**, Doyen de la faculté des sciences et techniques de FES, et à l'ensemble du corps administratif et professoral et spécialement au coordonnateur de notre formation Mr. **HAOUACHE Said**, pour les efforts remarquables déployés afin de réussir la formation de Licence Génie Industriel.

Nous exprimons notre profond respect et nos sincères remerciements à Mr. **GADI Fouad** pour son encadrement pédagogique très consistant ainsi que pour l'intérêt avec lequel il a suivi la progression de notre travail, pour ses conseils efficaces, ses judicieuses directives et pour les moyens qu'il a mis à notre disposition pour la réussite de ce travail tout au long de notre période de stage.

Nous remercions également Mr. **MOUNAIM Mohammed** responsable production et planification ainsi que tout le personnel de Floquet Monopole Industrie de nous avoir aidés à s'intégrer au sein de l'entreprise et pour leur soutien technique et moral.

Nous remercions chaleureusement le membre du jury, Mr. **HAOUACHE Said** d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

A tous ceux dont nous n'avons pas cité le nom, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et leur amitié. Nous leur témoignons toute notre gratitude.

Merci du fond du cœur.

## *Listes des figures*

Figure I.1 : Organigramme de FMI .....	2
Figure I.2 : Disque plein DP-259.....	3
Figure I.3 : Disque ventilé DV-258.....	3
Figure I.4 : Disque ventilé DV-280.....	3
Figure I.5 : Moyeux tambours MT8.....	3
Figure I.6 : Moyeux tambours TV8.....	3
Figure I.7 : Enchaînement du processus d'usinage du DV-258.....	4
Figure I.8 : Enchaînement du processus d'usinage du MT8-TV8.....	4
Figure I.9 : Codeur.....	6
Figure I.10 : Roulement.....	6
Figure I.11 : Circlip.....	6
Figure I.12 : Pièce après assemblage.....	6
Figure II.13 : La VSM du DV-258.....	9
Figure II.14 : La VSM DU TV8-MT8.....	10
Figure II.15 : Temps cycle par opération du DV-258.....	11
Figure II.16 : Temps cycle par opération du TV8-MT8.....	11
Figure II.17 : Représentation du TRS et son objectif.....	13
Figure II.18 : Histogramme du taux de disponibilité du DV-258.....	14
Figure II.19 : Diagramme de Pareto du DV-258.....	15
Figure II.20 : Représentation du TRS et son objectif.....	16
Figure II.21 : Histogramme du taux de disponibilité du TV8-MT8.....	17
Figure II.22 : Diagramme de Pareto du TV8-MT8.....	18
Figure III.23 : Machine de l'op 30 du DV-258.....	19
Figure III.24 : Mode dégradé de l'op 30.....	20
Figure III.25 : Machine de la peinture.....	21
Figure III.26 : Pistolet de la peinture.....	21
Figure III.27 : Digramme d'Ishikawa.....	21
Figure III.28 : Feuille de la Check-list.....	22
Figure III.29 : Tableau de la Check-list.....	22
Figure III.30 : Convoyeur de l'op 40.....	23
Figure III.31 : Convoyeur de l'op 40.....	23
Figure III.32 : Pignons de la chaîne.....	23
Figure III.33 : Guidage de la chaîne.....	23

## *Liste des tableaux*

Tableau I.1 : Fiche technique de FMI .....	2
Tableau I.2 : Le QQQQCP du projet étudié.....	7
Tableau II.3 : Les pictogrammes de la VSM et leurs utilités .....	8
Tableau II.4 : Tableau du TRS du DV-258.....	12
Tableau II.5 : Tableau du taux de qualité du DV-258.....	13
Tableau II.6 : Tableau du taux de disponibilité du DV-258.....	14
Tableau II.7 : Tableau des temps d'arrêts du DV-258.....	15
Tableau II.8 : Classement des temps d'arrêts du DV-258.....	15
Tableau II.9 : Tableau du TRS du TV8-MT8.....	16
Tableau II.10 : Tableau du taux de qualité du TV8-MT8.....	16
Tableau II.11 : Tableau du taux de disponibilité du TV8-MT8.....	17
Tableau II.12 : Tableau des temps d'arrêts du TV8-MT8.....	17
Tableau II.13 : Classement des temps d'arrêts du TV8-MT8.....	18
Tableau III.14 : Tableau des 5 pourquoi.....	19

## *Liste des abréviations*

FMI : Floquet monopole industrie

SMFN : Société marocaine de la fonderie du nord

DP : Disque plein

DV : Disque ventilé

MT : Moyeux tambours

VSM : Value Stream Mapping (Cartographie de la chaîne de valeur)

TC : Temps cycle

TT : Takt Time

T.V.A : Temps à Valeur Ajoutée

T.N.V.A : Temps à non-valeur ajoutée

TRS : Taux de rendement synthétique

Td : Taux de disponibilité

Tq : Taux de qualité

Tp : Taux de performance

## Sommaire :

Introduction générale : .....	1
<b><i>Chapitre 1 : Présentation de FMI et contexte général du projet</i></b>	
I. Présentation de l'entreprise : .....	2
1. Introduction sur FLOQUET MONOPOLE : .....	2
2. Fiche technique : .....	2
3. Organigramme : .....	2
II. Processus d'usinage : .....	3
1. ....	3
2. Usinage des disques de freins : .....	3
2.1. Types de disques produits par FMI : .....	3
3. Usinage des moyeux tambours : .....	3
3.1. Type des moyeux tambours produits par FMI : .....	3
4. Processus d'usinage : .....	4
4.1. Freins : .....	4
4.2. Moyeux : .....	4
4. Les étapes du processus : .....	4
4.1. Réception de la matière première : .....	4
4.2. Tournage : .....	5
4.3. Perçage-taraudage (moyeux) ; Perçage-ébavurage (freins) : .....	5
4.4. Lavage : .....	5
4.5. Équilibrage : .....	5
4.6. Contrôle SM-DIM-MA : .....	5
4.7. Contrôle visuel 100 % : .....	5
4.8. Peinture : .....	5
4.9. Assemblage : .....	5
4.10. Mise en caisse : .....	6
III. Contexte général du projet : .....	6
1. Cahier de charges : .....	6
1.1. Problématique : .....	6
1.2. Objectifs : .....	6
1.3. Démarche à suivre : .....	7
1.4. Les limites d'études : .....	7
2. Définition détaillée du projet : .....	7

## ***Chapitre II : Analyse Et diagnostic des problèmes***

I. Introduction :	8
II. Value Stream mapping :	8
1. Symboles utilisés :	8
2. Les mesures :	8
3. Cartographie : (réalisé par EdrawMax) :	9
3.1. Pour DV-258 :	9
3.2. Pour TV8 et MT8 :	10
4. Diagnostic des problèmes :	10
4.1. Analyse de la Cartographie :	10
4.1.1. Pour DV-258 :	11
4.1.2. Pour TV8 et MT8 :	11
III. Calcul du taux de rendement synthétique :	12
1. Définition :	12
1.1. Pour DV-258 :	12
1.1.1. Taux de Qualité :	13
1.1.2. Taux de Disponibilité :	14
1.1.3. Diagramme de Pareto :	14
1.2. Pour TV8-MT8 :	16
1.2.1. Taux de Qualité :	16
1.2.2. Taux de Disponibilité :	17
1.2.3. Diagramme de Pareto :	18

## ***Chapitre III : La mise en place des actions souhaitées***

I. Introduction :	19
II. Les problèmes de la ligne de production :	19
1. Analyse du problème de l'op 30 du DV-258 et l'op 40 L2 TV8-MT8 :	19
1.1. Définition du problème :	19
1.2. Action de l'entreprise :	20
1.2.1. Pour l'op 30 :	20
1.2.2. Pour l'op 40 L2 :	20
1.3. Solutions proposées :	20
2. Analyse du problème de la machine de peinture op 110 :	21
2.1. Définition du problème :	21
2.2. Action de l'entreprise :	22
3. Analyse du problème de l'op 40 L1 :	23

3.1. Définition du problème :.....	23
3.2. Action de l'entreprise :.....	23
4.3. Solutions proposées : .....	24
Conclusion :.....	25

## Introduction générale

Au cours des dernières années, le secteur automobile au Maroc a connu une grande révolution. Ce dernier contribue avec une part importante dans l'économie du pays donc, il bénéficie d'un intérêt des parties politiques et économiques. C'est un secteur innovant et productif qui rassemble plusieurs sociétés ayant différents domaines de compétences (production des sièges, disques de freins, les équipements technologiques...).

Dans ce domaine, l'entreprise doit toujours mettre à jour ces moyens afin d'obtenir une production à temps, avec une qualité adaptée aux besoins de ces clients.

Dans ce contexte, Floquet Monopole vise à améliorer sa productivité en travaillant sur l'élimination ou bien la réduction de pannes liées à la chaîne de production.

Dans le cadre de nos études en Licence Génie Industriel à la Faculté des Sciences et Techniques Fès, nous avons effectué un stage de projet de fin d'études sous le thème : « Amélioration des lignes de production », au sein de l'entreprise Floquet Monopole.

Notre tâche était l'étude détaillée du processus de production, puis savoir les différents problèmes qui rencontrent la chaîne de production. Ce rapport est divisé en 3 chapitres :

Le chapitre 1 va comporter deux parties : la première est une présentation générale de l'entreprise, la deuxième est une présentation du contexte de projet.

Le chapitre 2 présente une analyse et diagnostic des différents problèmes des lignes de production.

Le chapitre 3 sera consacré pour la mise en place des améliorations et des solutions afin d'optimiser la production.

# ***Chapitre 1 : Présentation de FMI et contexte général du projet***

*Ce chapitre contient deux parties :*

*La première partie est une représentation générale de l'entreprise : FLOQUET MONOPOLE.*

*La deuxième partie présente le cadre général du projet, la problématique, la démarche à suivre et les objectifs qu'on veut atteindre durant cette période.*

## I. Présentation de l'entreprise :

### 1. Introduction sur FLOQUET MONOPOLE :

Floquet Monopole (FMI) se situe dans la zone industrielle SIDI BRAHIM. Elle est fondée par Mr. Mohammed LARAQUI en 1982 sous le nom de la Société Marocaine de la Fonderie du Nord (SMFN), elle est certifiée de l'iso 9001 versions 2015 acquis depuis 1997 et l'IATF-16949 obtenue en 2018 qui est la nouvelle norme de l'ISO/TS 16949 et qui définit les exigences d'un système de management de la qualité dans les secteurs Automobiles.

C'est une société de fabrication et vente des moyeux tambours et des disques de freins à l'aide de plusieurs chaînes robotisées.

### 2. Fiche technique :

La fiche technique de l'entreprise se présente comme suit :

<b>Raison social</b>	<b>FMI : Floquet Monopole Industrie</b>
<b>Forme</b>	<b>Société anonyme</b>
<b>Date de création</b>	<b>1982</b>
<b>Siège</b>	<b>Quartier Industriel Sidi Brahim, Lot 59, Rue 813-30-080-Fès, Maroc</b>
<b>Activité</b>	<b>Usinage des disques de frein ; Usinage et assemblage des moyeux tambours</b>
<b>Capital</b>	<b>33 500 000 DHS</b>
<b>Chiffre d'affaires</b>	<b>De 50.000.000 à 100.000.000 DHS</b>
<b>Effectif</b>	<b>De 150 à 200</b>
<b>Téléphone</b>	<b>+212 (0) 535 65 93 17</b>
<b>Email</b>	<b>sales@floquetmonopole.co.ma</b>

Tableau I.1 : Fiche technique de FMI

### 3. Organigramme :

L'entreprise est composée de plusieurs départements qui contribuent au développement et l'amélioration de la productivité.

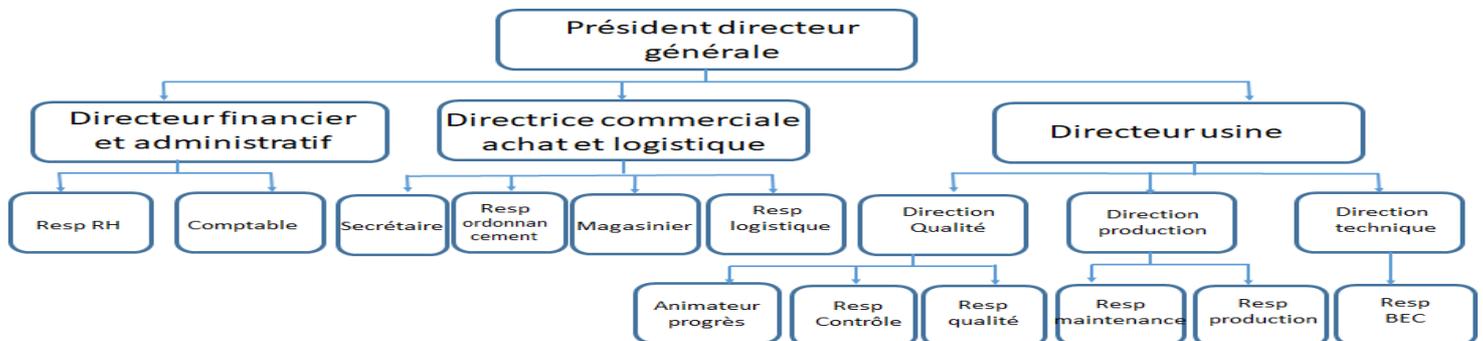


Figure I.1 : Organigramme de FMI

## II. Processus d'usinage :

### 1. Usinage des disques de freins :

#### 1.1. Types de disques produits par FMI :

La société fabrique trois types de disques de freins :

- **Les disques pleins** : Ils sont très anciens et moins chers, ce type de disque ne possède aucune rainure pour faciliter le refroidissement. Sa référence est : DP-259.



Figure I.2 : Disque plein DP-259

- **Les disques ventilés** : Sa géométrie ressemble à deux disques pleins superposés avec un espace entre eux qui favorise le refroidissement. FMI fabrique deux références du disque ventilé. La référence DV-280 possède un diamètre plus grand.



Figure I.3 : Disque ventilé DV-280



Figure I.4 : Disque ventilé DV-258

### 2. Usinage des moyeux tambours :

#### 2.1.Type des moyeux tambours produits par FMI :

La société fabrique deux types du moyeux tambours, les moyeux tambours ventilés de référence TV8 et moyeux tambours pleins de référence MT8.



Figure I.5 : Moyeux tambours MT8



Figure I.6 : Moyeux tambours TV8

### 3. Processus d'usinage :

#### 3.1. Freins :

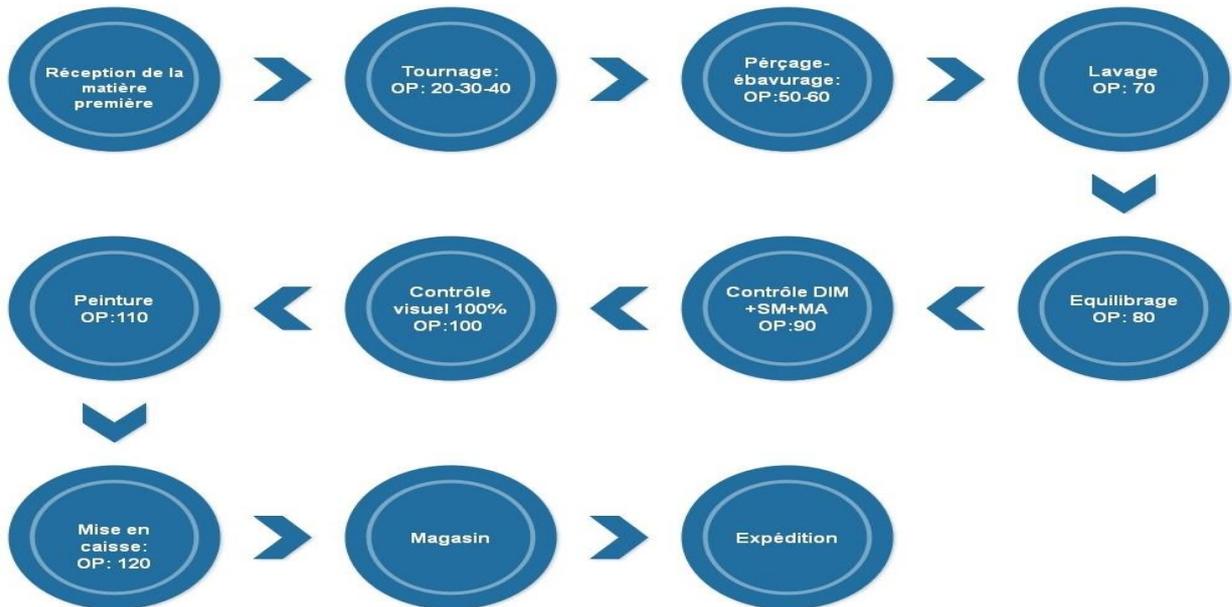


Figure I.7 : Enchaînement du processus d'usinage du DV-258

#### 3.2. Moyeux :

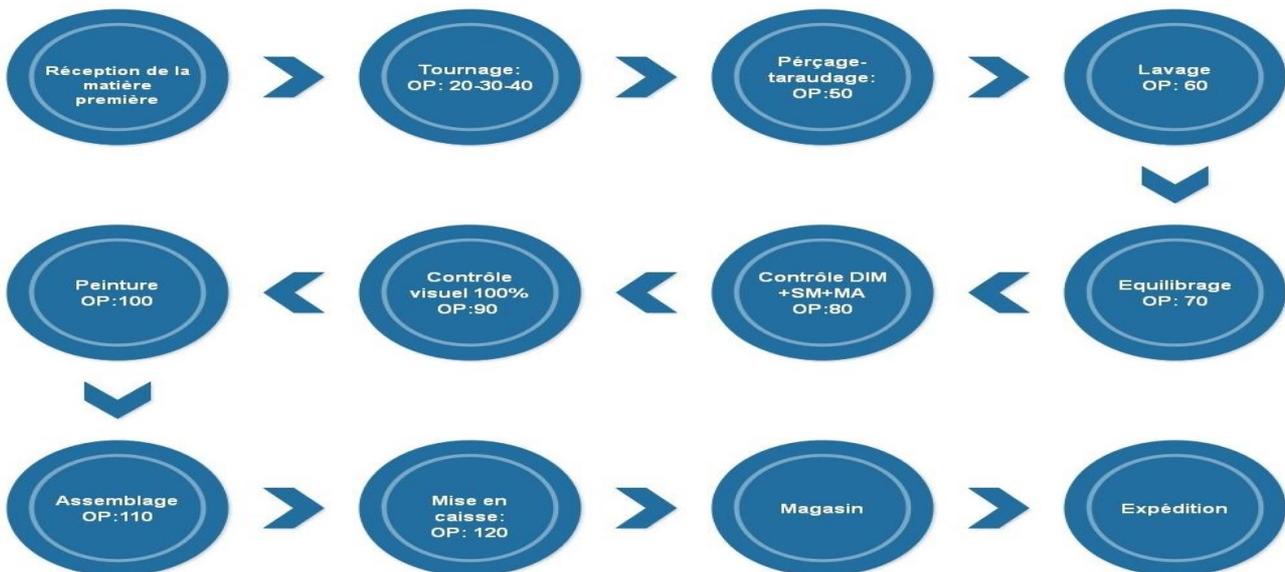


Figure I.8 : Enchaînement du processus d'usinage du MT8-TV8

### 4. Les étapes du processus :

#### 4.1. Réception de la matière première :

Cette opération est appelée OP-10, consiste à recevoir des pièces brutes. Elle passe par deux types de contrôle :

- Contrôle de quantité : Vérification du nombre de lots reçus.
- Contrôle de qualité : Faire passer un échantillon au service de métrologie pour vérifier sa conformité, ensuite lancer la production.

#### **4.2. Tournage :**

Cette opération est effectuée sur trois étapes pour les deux types que ce soit les disques de freins ou bien les moyeux tambours : OP-20, OP-30, OP-40.

Elles correspondent respectivement au tournage de la pièce de la partie intérieur, extérieur et des deux côtés suivant des exigences précises.

#### **4.3. Perçage-taraudage (moyeux) ; Perçage-ébavurage (freins) :**

La première consiste à faire des trous lisses sur la pièce (4 trous ou bien 5 trous selon la référence du moyeu) pour opérer un filetage à l'intérieur d'un alésage. Cette opération se fait par une seule machine.

Or la deuxième opération se fait par deux machines, l'une pour faire six trous dans le disque, après on le fait passer dans un lubrifiant pour enlever les copeaux, ensuite vient l'opération de l'ébavurage.

#### **4.4. Lavage :**

Cette opération est la même pour les deux types. Premièrement enlever la graisse par un liquide spécial et concentré, deuxièmement laver la pièce, finalement sécher la pièce.

#### **4.5. Équilibrage :**

Elle permet d'équilibrer la pièce selon des exigences spécifiques, par l'enlèvement de la matière sur plus, afin d'obtenir une surface parallèle à la surface opposée.

#### **4.6. Contrôle SM-DIM-MA :**

C'est une opération qui permet le contrôle de l'opération précédente par la vérification des mesures géométriques. Si la pièce est bonne, elle passe au marquage où on précise la référence de la pièce, le logo du client et la date de fabrication, sinon elle est considérée non conforme.

#### **4.7. Contrôle visuel 100 % :**

Cette opération est faite manuellement. L'opérateur vérifie si la pièce a subi des fissures lors du passage par le convoyeur.

#### **4.8. Peinture :**

Il reste toujours une partie brute dans la pièce, il faut donc la peindre pour qu'elle ne se rouille pas. C'est l'opération OP-100.

#### **4.9. Assemblage :**

C'est uniquement pour le moyeu tambour où on assemble un codeur, un roulement et un circlip ou bien dit anneau élastique autour de la pièce.



Figure I.9 : Codeur



Figure I.10 : Roulement



Figure I.11 : Circlip



Figure I.12 : Pièce après assemblage

#### **4.10. Mise en caisse :**

La pièce est considérée finie et mise dans des plaquettes. Chaque lot comporte 15 plaquettes transporté vers le stock des produits finis afin qu'il soit expédié.

### **III. Contexte général du projet :**

Cette partie donne une vue générale sur le projet, la problématique qu'on va traiter, les objectifs qu'on veut atteindre, la démarche qu'on va suivre et même le cadre de cette étude.

#### **1. Cahier de charges :**

##### **1.1. Problématique :**

Suite à une analyse des chaînes de production de la société, on a remarqué que cette dernière est faible au niveau de la production des moyeux tambours de référence TV8-MT8 et des disques de freins DV-258, c'est-à-dire que l'entreprise n'atteint pas son objectif afin de satisfaire la demande journalière du client.

##### **1.2. Objectifs :**

Dans le domaine industriel, il existe trois facteurs pour le développement de chaque organisation : Qualité, Coût, Délai. Afin de garder la satisfaction du client, l'entreprise cherche à obtenir des produits de bonne qualité avec un coût réduit dans un délai spécifique. Pour cela, on a adopté en premier temps la méthode de Lean Manufacturing, ensuite le calcul du Taux de Rendement Synthétique afin d'optimiser les pertes intervenant dans chaque ligne de production.

### 1.3. Démarche à suivre :

L'enchaînement de notre projet se présente de la manière suivante :

- Présentation de la chaîne de production.
- Collecte des données.
- Analyse des problèmes.
- Proposition et mise en place des solutions.

### 1.4. Les limites d'études :

- Dans le temps : 2 mois
- Dans l'espace : La chaîne de production des disques de freins DV-258 et moyeux tambours TV8-MT8.
- Investissement : Les résultats proposés doivent être rentables, c'est-à-dire présenter des résultats à court termes et durables.

## 2. Définition détaillée du projet :

Dans le cadre d'analyse du projet, la méthode de QQQQCP ou bien la méthode du questionnement est un outil simple et performant qui va nous aider à collecter les différentes informations pour mieux comprendre le problème et avoir un plan d'action à suivre.

<b>Problématique générale</b>	L'amélioration des lignes de production.
<b>Quoi ?</b> Description de la problématique.	La production n'atteint pas la demande journalière du client.
<b>Qui ?</b> Les parties concernées.	Service production de la société. Clients.
<b>Où ?</b> L'emplacement du problème.	La chaîne de production DV-258, TV8 et MT8.
<b>Quand ?</b> L'apparition du problème.	Depuis le dernier Audit.
<b>Comment ?</b> La recherche des solutions.	L'utilisation des outils de « Lean Manufacturing » et calcul du TRS.
<b>Pourquoi ?</b> La résolution du problème.	Amélioration de la production et des postes de travail.

Tableau I.2 : Le QQQQCP du projet étudié

### Récapitulatif :

*Ce chapitre donne une vision globale sur l'entreprise, aussi la démarche à suivre pour le traitement du projet, le plan d'actions et les objectifs qu'on veut atteindre.*

## ***Chapitre II : Analyse Et diagnostic des problèmes***

*Dans ce chapitre nous traiterons l'état actuel de FMI, en relevant tous les problèmes intervenant à la ligne de production des références DV-258 et TV8-MT8.*

## I. Introduction :

Dans ce chapitre on va collecter les informations sur le terrain pour être capable d'établir une cartographie possédant les différentes opérations, leurs temps d'exécution et leurs disponibilités, on va consacrer notre étude sur les moyeux tambours TV8-MT8 et les disques de frein DV-258.

## II. Value Stream mapping :

Value Stream Mapping ou VSM, en français ça s'appelle Cartographie de la chaîne de Valeur. C'est la réalisation d'une carte qui simplifie tout le processus de la production sur un rapport physique tout en simplifiant sa compréhension.

Le but de la VSM c'est de détecter la chaîne des temps de valeurs ajoutées et non-valeurs ajoutées tout au long de la fabrication.

Les opérations à valeur-ajoutée sont ceux qui transforment la matière première afin de la rendre conforme aux exigences du client, or le temps à valeur non-ajoutée c'est un temps perdu ou bien un gaspillage.

### 1. Symboles utilisés :

Pour mieux comprendre la VSM, on utilise des symboles appelés pictogrammes.

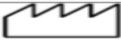
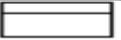
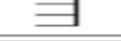
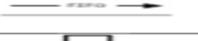
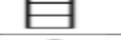
Pictogramme	Utilité
	Clients et fournisseurs
	Processus ou activités
	Réception ou expédition par camion
	Point d'inventaire (Stock)
	Dépôt de stockage
	FIFO : Premier entré, premier sortie
	Stock de sécurité
	Nombre d'opérateurs sur un poste de travail
	Information transmise électroniquement
	Information transmise manuellement
	Go See : des informations par des moyens visuelles.

Tableau II.3 : Les pictogrammes de la VSM et leurs utilités

### 2. Les mesures :

- Le Temps de Cycle (TC) : c'est le temps de fabrication des encours dans chaque machine, on peut le calculer en divisant le temps de fabrication sur les pièces fabriquées ou bien en prenant des mesures avec un chronomètre pour chaque encours et on prend la moyenne, c'est notre cas.

- Lead Time (ou délai de production) : c'est le temps qu'un encours a besoin dès son arrivé comme matière première jusqu'à l'expédition comme produit finis.

- Takt Time : on le définit par le rythme de la demande des clients. On le calcule comme suit :

$$TT = \frac{\text{Temps de travail par jour}}{\text{Demande client journalière}}$$

- Uptime : taux de fonctionnement de chaque machine.
- Temps à Valeur Ajoutée : c'est le temps d'une ou plusieurs opérations qui donne une valeur ajoutée aux encours tout en respectant les exigences du client.
- Temps à non-valeur ajoutée : c'est le temps qui ne donne aucune valeur ajoutée à la production, par exemple le temps de passage d'un encours entre deux opérations.
- LEAD TIME = T.V.A + T.N.V.A

Avec : T.V.A : Temps à Valeur Ajoutée.

T.N.V.A : Temps à non-valeur ajoutée.

### 3. Cartographie : (réalisé par EdrawMax)

#### 3.1. Pour DV-258 :

Temps de travail/jour : 22,5 h ; 7,5 h/shift  
 Demande journalière du client : 2400 pièces  
 Takt Time : =  $\frac{22,5 \times 60}{2400}$   
 = 0,56 min

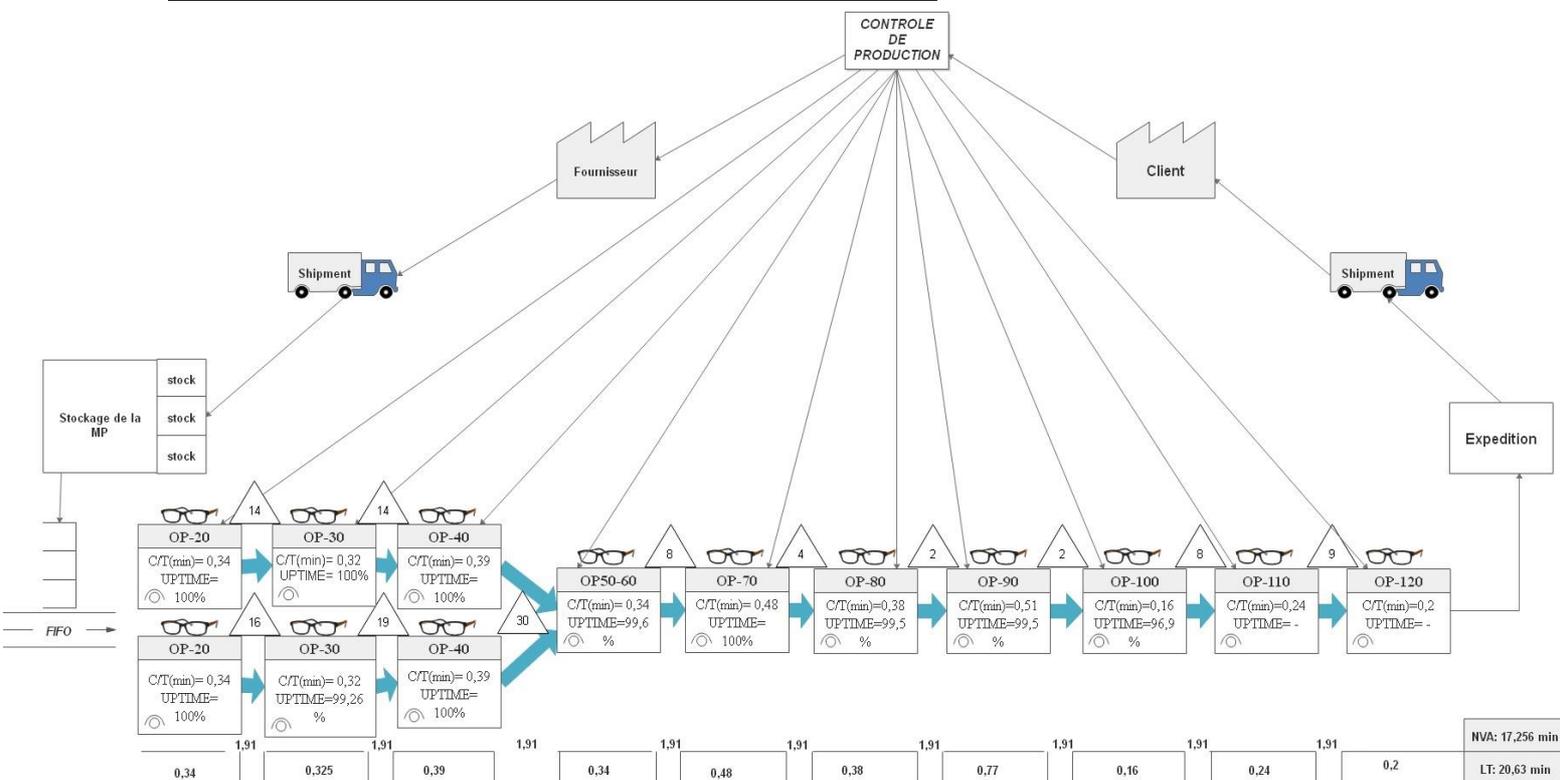


Figure II.13 : La VSM du DV-258

### 3.2. Pour TV8 et MT8 :

Temps de travail/jour : 22,5 h ; 7,5 h/shift  
 Demande journalière du client : 1550 pièces  
 Takt Time :  $= \frac{22,5 \times 60}{1550}$   
 $= 0,87 \text{ min}$

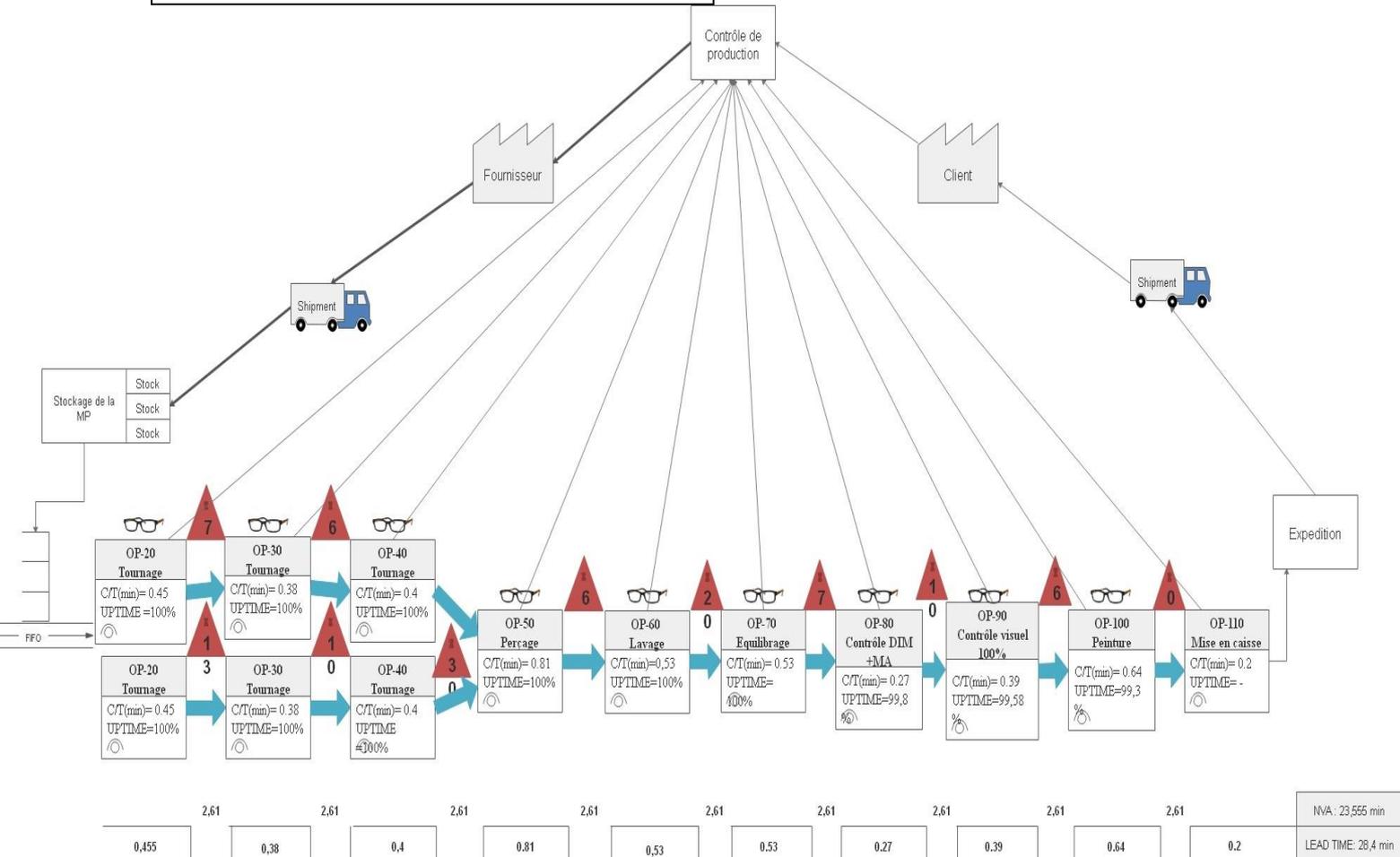


Figure II.14 : La VSM DU TV8-MT8

## 4. Diagnostic des problèmes :

### 4.1. Analyse de la Cartographie :

Après avoir collecté les données et les visualiser sur la cartographie on trace sur Excel un histogramme en fonction du Temps Cycle de chaque opération et du Takt Time.

Ce dernier va nous permettre de constater les problèmes, si on trouve une opération qui dépasse le Takt time c'est-à-dire, qu'elle nécessite des actions afin d'améliorer le processus de production.

On a le temps de production est de 22,5h pour 3 shifts et la demande journalière du client est :

- DV-258 : 2400.
- TV8-MT8 : 1550.

**4.1.1. Pour DV-258 :**

$$\text{TAKT TIME} = \frac{22,5 \cdot 60}{2400}$$

=0,56 min/pièce.

Son histogramme :

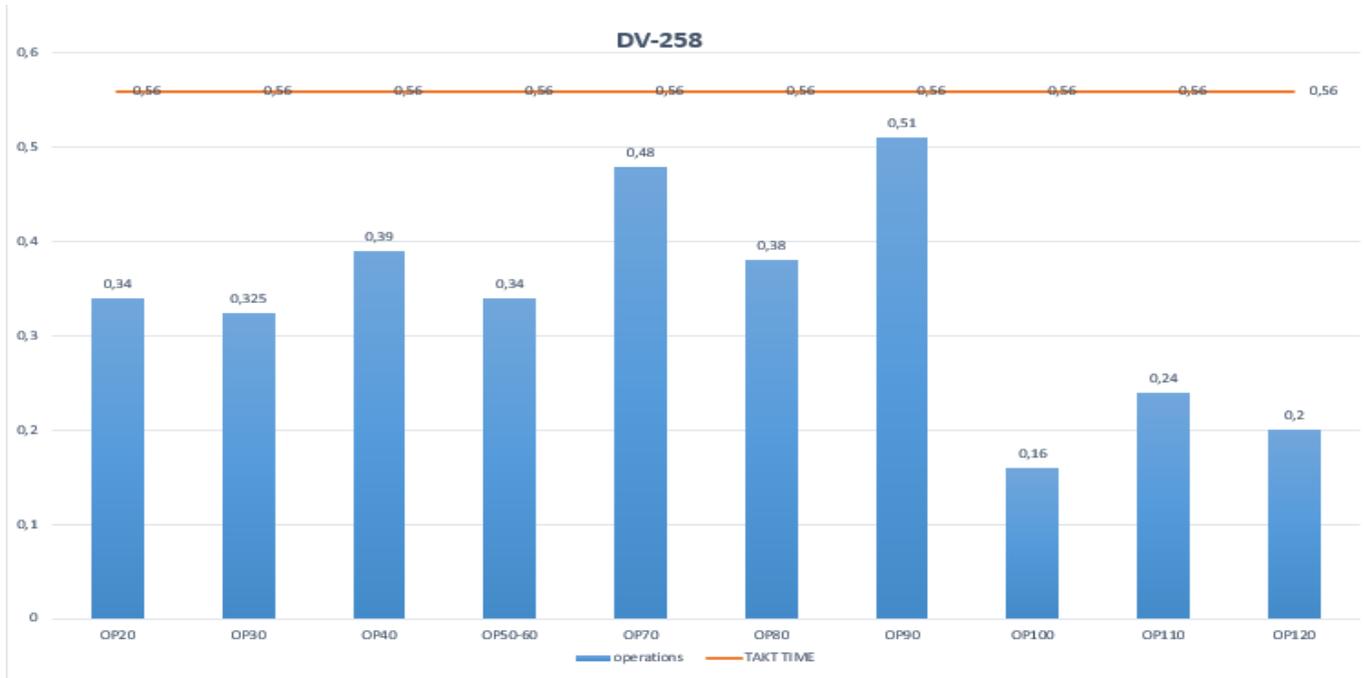


Figure II.15 : Temps cycle par opération du DV-258

**4.1.2. Pour TV8 et MT8 :**

$$\text{TAKT TIME} = \frac{22,5 \cdot 60}{1550}$$

=0,87 min/pièce.

Son histogramme :

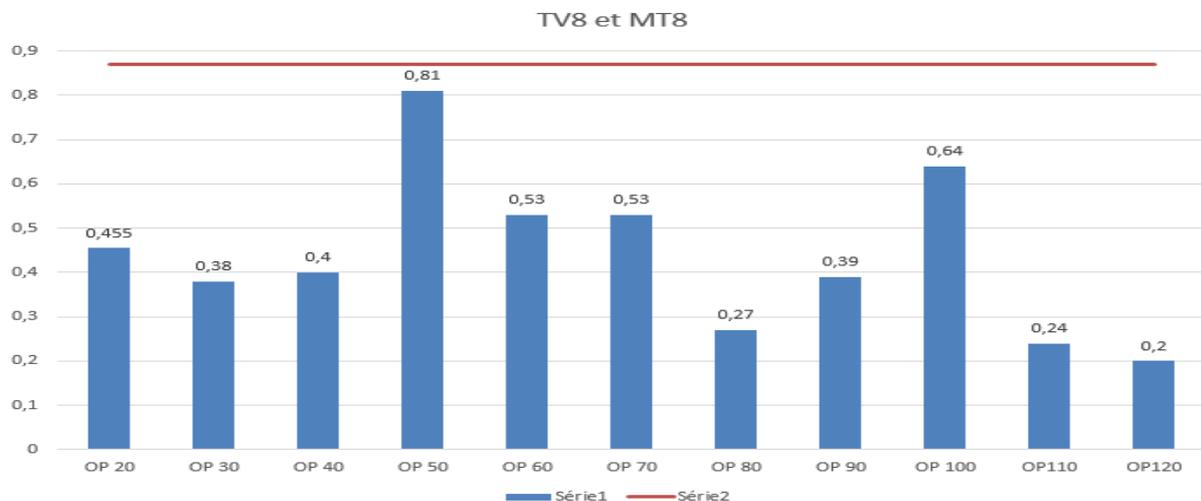


Figure II.16 : Temps cycle par opération du TV8-MT8

D'après Les histogrammes précédents, on constate que le temps cycle de toutes les opérations ne dépassent pas le Takt time, c'est-à-dire qu'on ne peut rien améliorer sur les opérations. Pour cela on va faire une analyse sur les opérateurs et les arrêts de maintenance.

**Dans la suite on va commencer le calcul du TRS.**

### III. Calcul du taux de rendement synthétique :

#### 1. Définition :

Le TRS est un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation de machines.

On peut le calculer par deux méthodes :

**TRS = Production réelle / production maximum théorique.**

#### Calcul :

$$\text{Production maximum théorique} = \frac{\text{Temps de production}}{\text{Temps Cycle le plus élevé}}$$

$$\begin{aligned} \text{Avec, Temps de production} &= 22,5 * 3600 \\ &= 81000\text{s.} \end{aligned}$$

#### 1.1. Pour DV-258 :

$$\begin{aligned} \text{Temps cycle le plus élevé} &= 0,51 * 60 \\ &= 31\text{s.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc, la production maximum théorique:} &= \frac{81000}{31} \\ &= 2612 \text{ pièce/jour.} \end{aligned}$$

Pour la production réelle on s'est basé sur les données des trois mois Mars, Avril et Mai.

Les tableaux suivants représentent notre étude :

DV-258						
N° de semaine	Date	Q. produite	Q.théorique	Nb jrs de travail	TRS	Objectif
9	01-07 mars	4675	10448	4	44,75%	85%
10	08-14 mars	10451	13060	5	80,02%	85%
11	15-21 mars	10074	15672	6	64,28%	85%
12	22-28 mars		0		0,00%	85%
13	29mars-04 avril		0		0,00%	85%
14	05-11 avril	10862	15672	6	69,31%	85%
15	12-18 avril	7771	15672	6	49,59%	85%
16	19-25 avril	1826	13060	5	13,98%	85%
17	26 avril- 02 mai	981	5224	2	18,78%	85%
18	03-09 mai	6477	13060	5	49,59%	85%
19	10-16 mai	2812	7836	3	35,89%	85%
20	17-23 mai	11334	18284	7	61,99%	85%
21	24-30 mai	10097	15672	6	64,43%	85%

Pas de production

Tableau II.4 : Tableau du TRS du DV-258

**NB :** l'objectif du TRS est de 85 %.

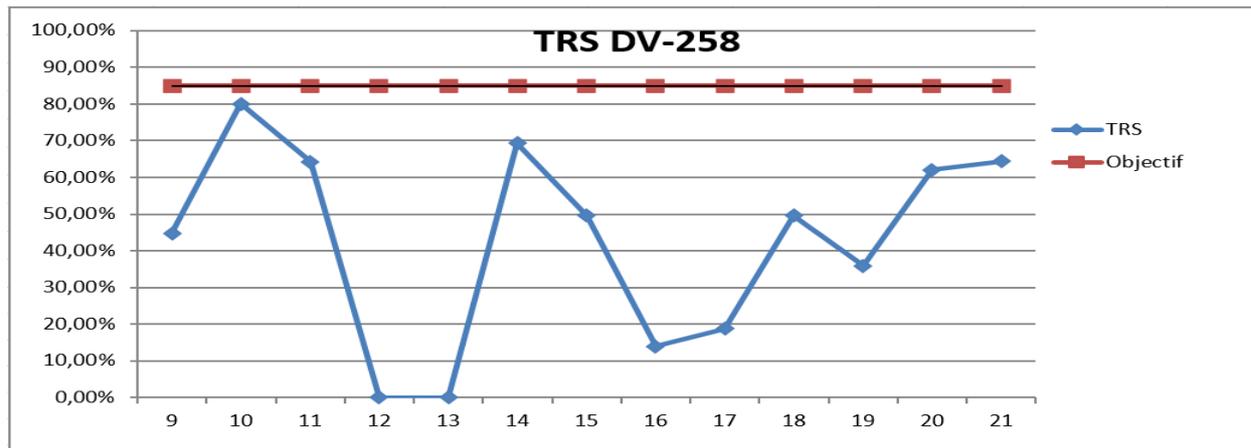


Figure II.17 : Représentation du TRS et son objectif

D'après les données qui précèdent on constate qu'on n'arrive pas à atteindre notre objectif, pour cela on passe à la deuxième méthode en multipliant les trois Taux qui suivent :

$$TRS = Td * Tq * Tp.$$

Avec : Td : taux de disponibilité.

Tq : taux de qualité.

Tp : taux de performance.

Or dans notre étude, on va s'intéresser juste au taux de disponibilité et qualité, car le taux de performance est attaché aux opérateurs on peut le varier selon notre besoin.

Cette méthode va nous permettre de connaître le taux le plus faible qui réduit notre TRS.

**Calcul :**

- Td = Temps de fonctionnement / Temps d'ouverture.
- Tq = Quantité bonne / Quantité total.

Avec : Temps de fonctionnement = Temps d'ouverture – Temps d'arrêt.

Quantité bonne = Quantité total – Rebut.

Les tableaux suivants présentent les différents calculs des deux taux :

**1.1.1. Taux de Qualité :**

DV-258							
N° de semaine	Date	Quantité Bonne	Rebut	Quantité totale	Taux de qualité	Taux de rebut	Objectif
9	01-07 mars	4675	107	4782	97,8%	2,24%	0,5%
10	08-14 mars	6904	75	6979	98,9%	1,07%	0,5%
11	15-21 mars	10074	69	10143	99,3%	0,68%	0,5%
12	22-28 mars						
13	29mars-04 avril						
14	05-11 avril	10862	75	10937		0,69%	0,5%
15	12-18 avril	7771	54	7825		0,69%	0,5%
16	19-25 avril	1826	0	1826	100,0%	0,00%	0,5%
17	26 avril- 02 mai	981	0	981	100,0%	0,00%	0,5%
18	03-09 mai	6477	66	6543	99,0%	1,01%	0,5%
19	10-16 mai	2812	47	2859	98,4%	1,64%	0,5%
20	17-23 mai	11334	15	11349	99,9%	0,001321702	0,5%
21	24-30 mai	10097					0,5%

rebut<objectifs  
rebut>objectifs  
Pas de production

Tableau II.5 : Tableau du taux de qualité du DV-258

**1.1.2. Taux de Disponibilité :**

DV-258				
N° de semaine	Date	Nb jrs de travail	Taux de disponibilité	Objectif
9	01-07 mars	4	99,41%	98%
10	08-14 mars	5	99,25%	98%
11	15-21 mars	6	99,63%	98%
12	22-28 mars		0,00%	98%
13	29mars-04 avril		0,00%	98%
14	05-11 avril	6	99,62%	98%
15	12-18 avril	6	99,90%	98%
16	19-25 avril	5	100,00%	98%
17	26 avril- 02 mai	2	100,00%	98%
18	03-09 mai	5	99,56%	98%
19	10-16 mai	3	100,00%	98%
20	17-23 mai	7	95,88%	98%
21	24-30 mai	6	99,54%	98%

Tableau II.6 : Tableau du taux de disponibilité du DV-258

Son histogramme :

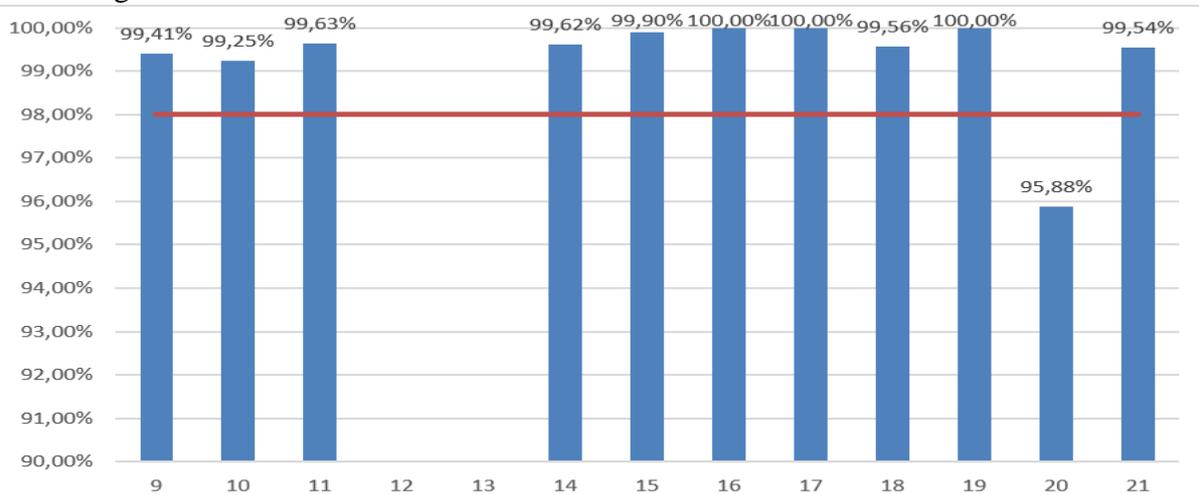


Figure II.18 : Histogramme du taux de disponibilité du DV-258

**1.1.3. Diagramme de Pareto :**

Le diagramme de Pareto nous donne les causes les plus importantes sur nos effets et aussi nous permet de savoir les points à améliorer.

Nous avons rempli sur un tableau Excel le temps d'arrêt en minute pour chaque opération tout au long des derniers trois mois.

Temps d'arrêts en minutes														
Opérations	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	TOTAL
OP20 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	30
OP20 L2	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
OP30 L1	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	1320	0	1400
OP30 L2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	60
OP40 L1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
OP40 L2	0	45	0	0	0	0	0	0	0	255	0	0	0	300
OP50 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55
OP60 L1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15
OP70 L1	10	0	0	0	0	0	25	0	0	40	0	70	0	145
OP80 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OP100 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OP110 L1	0	60	240	0	20	370	55	0	0	40	0	165	170	1120
<b>TOTAL</b>	<b>175</b>	<b>105</b>	<b>320</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>370</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>425</b>	<b>0</b>	<b>1555</b>	<b>225</b>	<b>3290</b>

Tableau II.7 : Tableau des temps d'arrêts du DV-258

En classant sur un tableau les opérations par ordre décroissant des temps d'arrêts.

Opérations	min d'arrêts	pourcentage	cummul
OP30 L1	1400	42,55%	42,55%
OP110 L1	1120	34,04%	76,60%
OP40 L2	300	9,12%	85,71%
OP20 L2	160	4,86%	90,58%
OP70 L1	145	4,41%	94,98%
OP30 L2	60	1,82%	96,81%
OP50 L1	55	1,67%	98,48%
OP20 L1	30	0,91%	99,39%
OP60 L1	15	0,46%	99,85%
OP40 L1	5	0,15%	100,00%
OP80 L1	0	0,00%	100,00%
OP100 L1	0	0,00%	100,00%
	<b>3290</b>	<b>100,00%</b>	

Tableau II.8 : Classement des temps d'arrêts du DV-258

Après on trace le diagramme de Pareto :

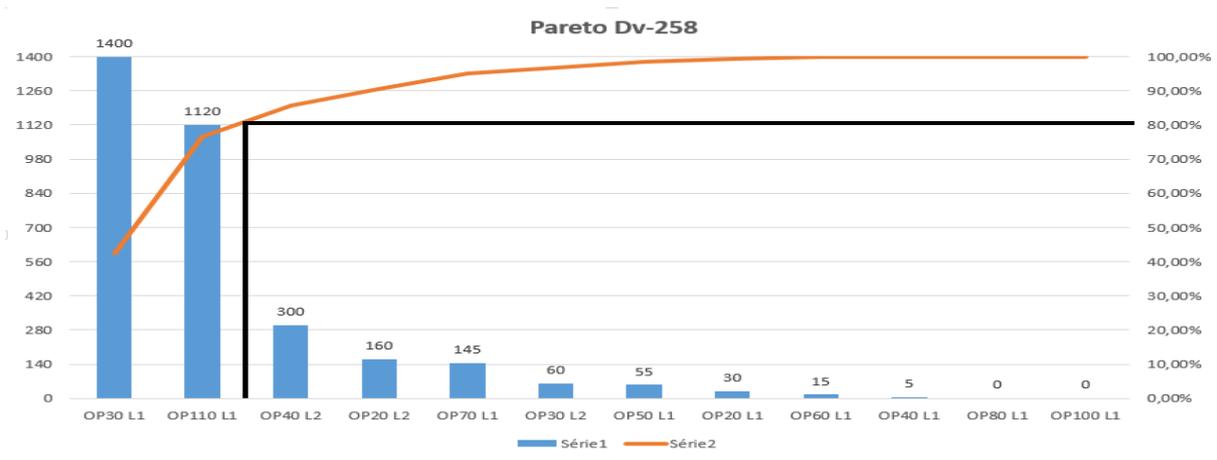


Figure II.19 : Diagramme de Pareto du DV-258

Selon le principe de Pareto 20% des causes nous donnent 80% des conséquences.

Donc la première chose à faire est de réagir sur les causes majeures pour atteindre une amélioration remarquable.

**1.2. Pour TV8-MT8 :**

C'est la même étude que **DV-258**.

Temps cycle le plus élevé =  $0,81 * 60$   
 = 48,6s.

Donc, Production maximum théorique =  $\frac{81000}{48,6}$   
 = 1666 pièce/jour.

Les tableaux suivants représentent notre étude :

TV8-MT8								
N° de semaine	Date	Q. produite MT8	Q. produite TV8	Q. Totale	Q. théorique	Nb jrs de travail	TRS	Objectif
9	01-07 mars	846	6494	7340	8333	5	88,08%	85%
10	08-14 mars	445	5988	6433	8333	5	77,20%	85%
11	15-21 mars		6336	6336	9999,6	6	63,36%	85%
12	22-28 mars				1		0,00%	85%
13	29mars-04 avril				1		0,00%	85%
14	05-11 avril	1717	5256	6973	9999,6	6	69,73%	85%
15	12-18 avril		8478	8478	9999,6	6	84,78%	85%
16	19-25 avril		803	803	3333,2	2	24,09%	85%
17	26 avril- 02 mai				1		0,00%	85%
18	03-09 mai		6824	6824	9999,6	6	68,24%	85%
19	10-16 mai		2319	2319	6666,4	4	34,79%	85%
20	17-23 mai		7769	7769	11666,2	7	66,59%	85%
21	24-30 mai	2662	6843	9505	9999,6	6	95,05%	85%

Tableau II.9 : Tableau du TRS du TV8-MT8

**NB :** l'objectif du TRS est de 85 %.

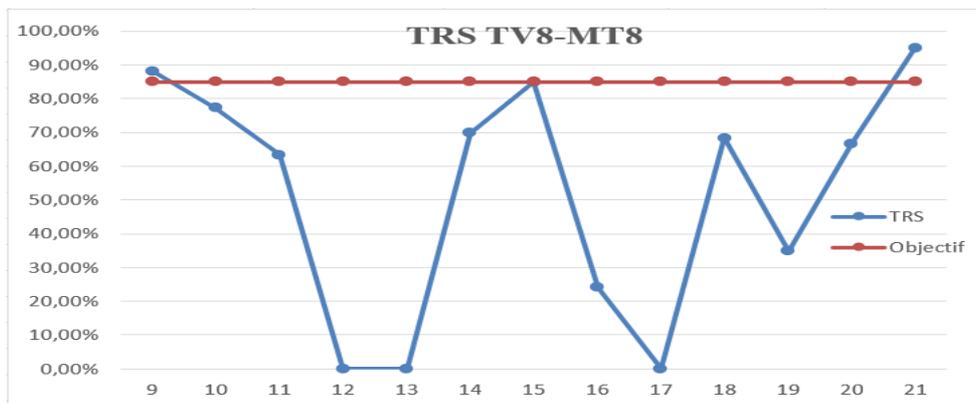


Figure II.20 : Représentation du TRS et son objectif

D'après les données qui précèdent on constate qu'on n'arrive pas à atteindre notre objectif pour cela on attaque la deuxième méthode.

**TRS = Td \* Tq \* Tp.**

**1.2.1. Taux de Qualité :**

TV8 et MT8							
N° de semaine	Date	Quantité Bonnes	Rebuts	Quantité totale	Taux de qualité	Taux de rebuts	Objectif
9	01-07 mars	7340	71	7411	99,0%	1,0%	1%
10	08-14 mars	6433	43	6476	99,3%	0,7%	1%
11	15-21 mars	6336	40	6376	99,4%	0,6%	1%
12	22-28 mars		0	0			
13	29mars-04 avril		0	0			rebut<objectifs
14	05-11 avril	6973	63	7036	99,1%	0,9%	1%
15	12-18 avril	8478	33	8511	99,6%	0,4%	1%
16	19-25 avril	803	19	822	97,7%	2,3%	1%
17	26 avril- 02 mai		0	0			
18	03-09 mai	6824	58	6882	99,2%	0,8%	1%
19	10-16 mai	2319	29	2348	98,8%	1,2%	1%
20	17-23 mai	7769	51	7820	99,3%	0,7%	1%

Tableau II.10 : Tableau du taux de qualité du TV8-MT8

**NB :** l'objectif du Taux de rebuts est de 1%.

### 1.2.2. Taux de Disponibilité :

N° de semaine	Date	Nb jrs de travail	Taux de disponibilité	Objectif: 98%
9	01-07 mars	5	99,14%	98%
10	08-14 mars	6	94,02%	98%
11	15-21 mars	6	99,71%	98%
12	22-28 mars		0,00%	98%
13	29mars-04 avril		0,00%	98%
14	05-11 avril	6	99,80%	98%
15	12-18 avril	6	99,38%	98%
16	19-25 avril	2	100,00%	98%
17	26 avril- 02 mai		0,00%	98%
18	03-09 mai	6	99,84%	98%
19	10-16 mai	4	99,85%	98%
20	17-23 mai	7	99,69%	98%
21	24-30 mai	6	99,90%	98%

Tableau II.11 : Tableau du taux de disponibilité du TV8-MT8

**NB :** l'objectif du Taux de Disponibilité est de 98%.

Son histogramme est le suivant :

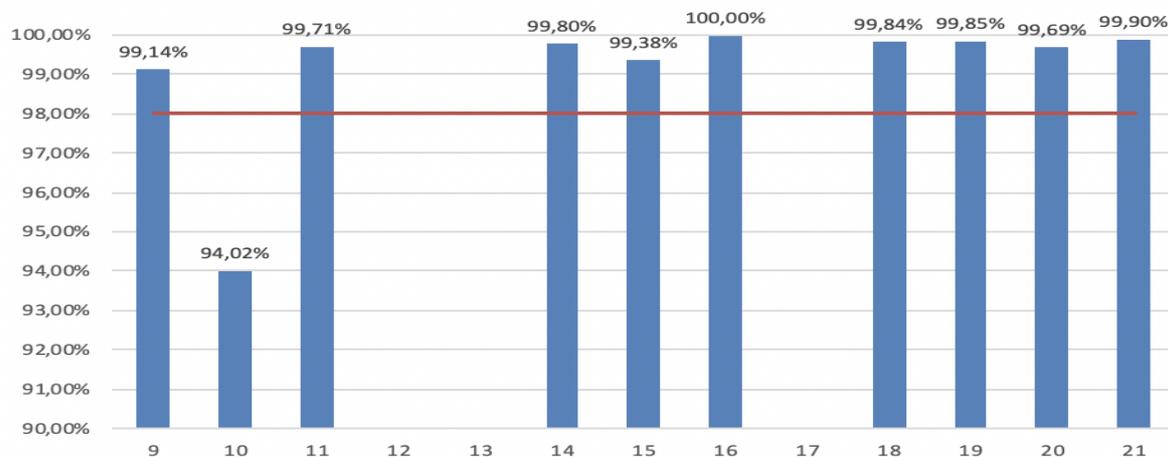


Figure II.21 : Histogramme du taux de disponibilité du TV8-MT8

### 1.2.3. Diagramme de Pareto

Opérations	Temps d'arrêts en minutes														TOTAL
	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21		
OP20 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	
OP20 L2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OP30 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OP30 L2	325	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	340	
OP40 L1	0	1345	30	0	0	35	480	0	0	65	0	20	0	1975	
OP40 L2	10	2475	0	0	0	0	60	0	0	0	0	10	0	2555	
OP50 L1	45	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	45	0	145	
OP60 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30	
OP70 L1	60	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	25	0	152	
OP80 L1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	30	15	106	
OP100 L1	120	238	60	0	0	90	60	0	0	20	0	60	40	688	
OP110 L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	
TOTAL	576	4058	90	0	0	192	600	0	0	155	75	198	115	6059	

Tableau II.12 : Tableau des temps d'arrêts du TV8-MT8

En classant sur un tableau les opérations par ordre décroissant des temps d'arrêts.

Opérations	min d'arrêts	pourcentage	cummul
OP40 L2	2555	42,17%	42,17%
OP40 L1	1975	32,60%	74,76%
OP100 L1	688	11,36%	86,12%
OP30 L2	340	5,61%	91,73%
OP70 L1	152	2,51%	94,24%
OP50 L1	145	2,39%	96,63%
OP80 L1	106	1,75%	98,38%
OP110 L1	60	0,99%	99,37%
OP60 L1	30	0,50%	99,87%
OP20 L1	8	0,13%	100,00%
OP20 L2	0	0,00%	100,00%
OP30 L1	0	0,00%	100,00%
	6059	100%	

Tableau II.13 : Classement des temps d'arrêts du TV8-MT8

Après on trace le diagramme de Pareto :

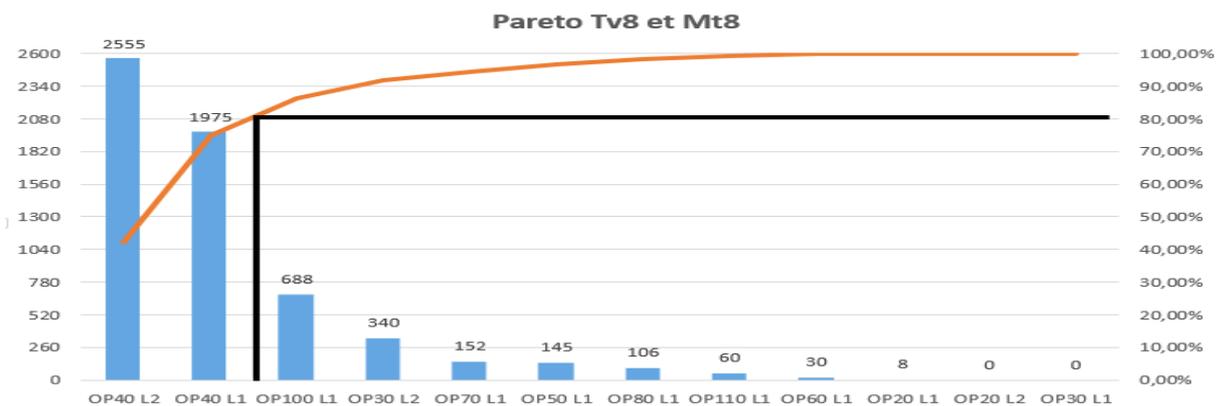


Figure II.22 : Diagramme de Pareto du TV8-MT8

- **Récapitulatif :**

*D'après la VSM et le diagramme de Pareto, on va se focaliser sur les opérations **OP-30 L1** et **OP-110** pour DV-258 et sur l'**OP-40** des deux tronçons pour TV8-MT8 en traitant les causes des arrêts*

## ***Chapitre III : La mise en place des actions souhaitées***

*Ce chapitre consiste à la mise en place des actions convenables aux problèmes déjà mentionnés dans le chapitre précédent, ainsi que leurs plans d'actions.*

## I. Introduction :

D'après le chapitre précédent, on constate que les différentes pannes qui existent pour les deux lignes de production nécessitent des interventions de maintenance. C'est pour cela, on va traiter dans ce chapitre les différentes améliorations qu'on peut adopter pour éviter les pannes et aussi réduire le gaspillage.

## II. Les problèmes de la ligne de production :

### 1. Analyse du problème de l'op 30 du DV-258 et l'op 40 L2 TV8-MT8 :

#### 1.1. Définition du problème :

Les deux machines de l'op 30 DV-258 et l'op 40 L2 TV8-MT8 disposent d'un système de verrouillage automatique, c'est-à-dire quand la pièce commence à tourner la porte est fermée automatiquement. Or à cause de l'environnement poussiéreux et le manque d'aspiration, les verrous de la porte ont été endommagés et la machine s'est arrêtée, ce qui a provoqué un retard dans la ligne de production.



Figure III.23 : Machine de l'op 30 du DV-258

Le tableau suivant des 5 pourquoi va nous aider à mieux comprendre le problème.

Pourquoi y avait-il un retard dans la ligne ?	Parce que la porte ne se ferme pas.
Pourquoi la porte ne se ferme pas ?	Parce que le verrou de porte est endommagé.
Pourquoi le verrou de porte est endommagé ?	Parce qu'il est rempli de poussière.
Pourquoi est-il rempli de poussière ?	Parce que la machine n'est pas bien nettoyée.
Pourquoi la machine n'est pas bien nettoyée ?	Parce que l'aspirateur fonctionne mal.

Tableau III.14 : Tableau des 5 pourquoi

## 1.2. Action de l'entreprise :

### 1.2.1. Pour l'op 30 :

L'entreprise a réagi de la façon suivante :

- Faire une commande au fournisseur pour le changement de verrou car la machine est encore sous garantie.
- L'entreprise est passée en mode dégradé, c'est-à-dire le forçage de la machine avec un interrupteur manuel, à chaque fois l'opérateur utilise l'interrupteur pour ouvrir ou bien fermer la porte.



Figure III.24 : Mode dégradé de l'op 30

### 1.2.2. Pour l'op 40 L2 :

- En attendant la commande de verrou de porte de chez EMAG le fournisseur de machines de l'entreprise et comme solution initiale, FMI a pensé de remplacer cette pièce de la machine actuelle par une autre de l'op 40 L1, car cette dernière possède déjà un système manuel, elle nécessite l'intervention de l'opérateur afin d'ouvrir et fermer la porte.
- Comme action amélioratrice, vu que cette panne arrive souvent. FMI a pensé de rendre cette pièce en tant que pièce critique, c'est-à-dire elle doit être toujours en stock.

## 1.3. Solutions proposées :

Afin de diminuer les arrêts dus au problème de poussière, on a proposé à l'entreprise les solutions suivantes :

- L'investissement dans des aspirateurs plus puissant.
- Nettoyage de la machine après une fréquence d'usinage de 5 à 10 pièces.
- Nettoyage de la machine au début, à la fin et même lors de la pause

Les deux dernières solutions vont gaspiller un peu de temps, mais cela va nous aider à éviter les pannes et les arrêts qui peuvent durer des heures.

## 2. Analyse du problème de la machine de peinture op 110 :

### 2.1. Définition du problème :

La peinture du disque de frein est la dernière opération dans cette ligne. Elle rencontre un problème très fréquent, c'est le blocage du gicleur et des tuyaux car les deux ont un diamètre très petit, ainsi la mauvaise canalisation. D'où la peinture sèche rapidement sur la machine.



Figure III.25 : Machine de la peinture



Figure III.26 : Pistolet de la peinture

La figure suivante nous montre le diagramme d'Ishikawa ou bien cause et effet pour bien détailler le problème

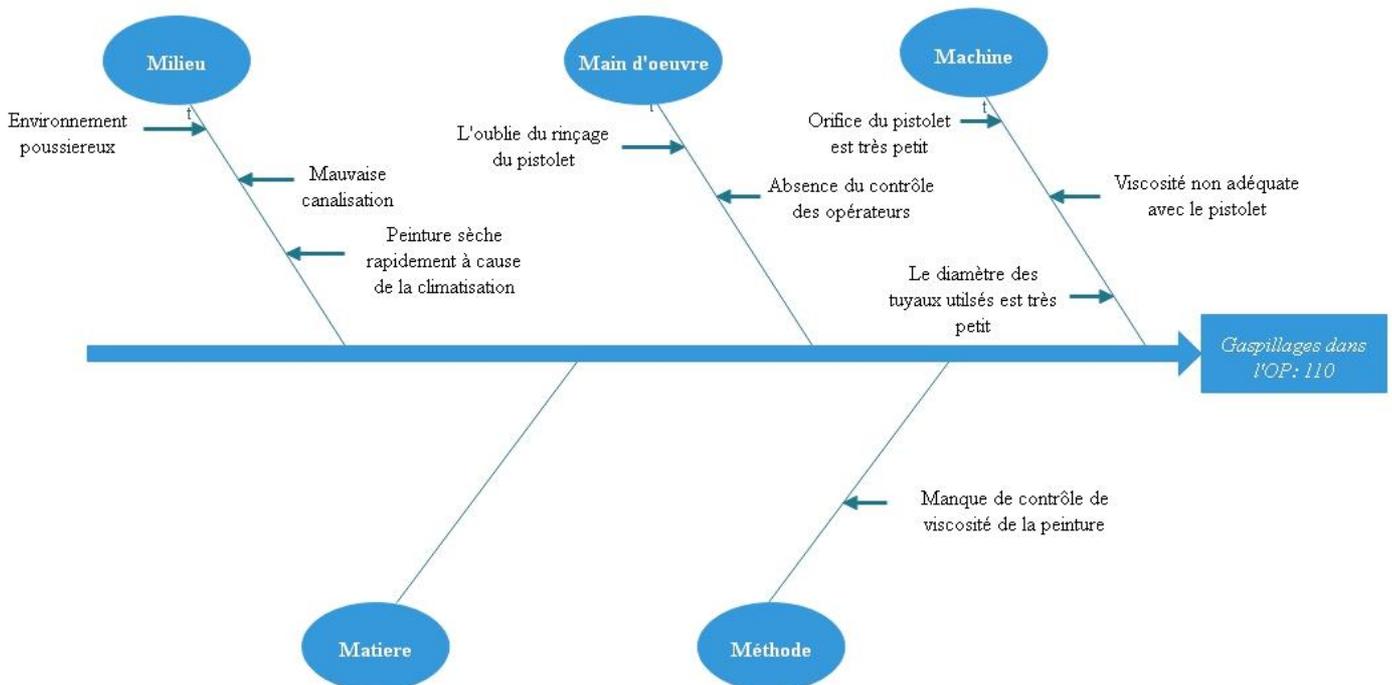


Figure III.27 : Diagramme d'Ishikawa

## 2.2. Action de l'entreprise :

Afin d'éviter ce genre de problème, l'entreprise a établi plusieurs instructions au niveau des opérateurs :

- Faire une formation mensuelle sur l'entretien de la machine.
- Démontage et rinçage de gicleur et tuyaux au début et à la fin de travail de chaque équipe.
- Le respect de la check-list proposée par la société auprès de chaque opérateur.

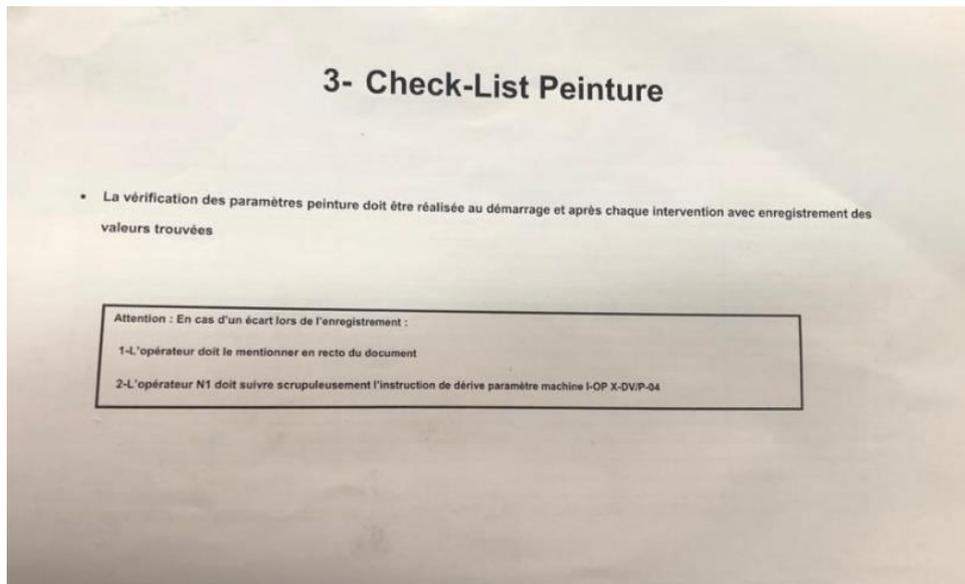


Figure III.28 : Feuille de la Check-list

Floquet Monopole		Check-list peinture				Code : ER140
						DATE : 02/11/2016
JOUR	Viscosité peinture [55 s à 70 s]	Température de la peinture [20°C à 25°C]	Niveau de peinture 62 kg à 95 kg	Dosage pistolet 1 [1 g à 30 s]	Dosage pistolet 2 [3 g à 35 s]	Opérateur
1	70	22°	94.20	ok	ok	YAGouB
2	61	22°	93.40	ok	ok	YAGouB
3	66	22°	92.00	ok	ok	YAGouB

Figure III.29 : Tableau de la Check-list

### 3. Analyse du problème de l'op 40 L1 :

#### 3.1. Définition du problème :

Le coincement de la chaîne de convoyeur est un problème très fréquent dans la ligne de production des moyeux tambours et qui cause un retard très important, puisque l'arrêt de convoyeur implique l'arrêt de la machine.

La cause majeure de ce problème est le copeau, c'est la chute de la matière suite à l'usinage de la pièce. Le cumul de cette matière rend la chaîne très lente et le servomoteur doit dans ce cas fournir plus d'efforts pour tourner, d'où l'arrêt de ce dernier après un certain moment.



Figure III.30 : Convoyeur de l'op 40



Figure III.31 : Convoyeur de l'op 40

#### 3.2. Action de l'entreprise :

- Le service maintenance de FMI a réagi au problème de la façon suivante :
  - ✓ Premièrement : le démontage de la chaîne de convoyeur.
  - ✓ Deuxièmement : nettoyage à la fois du moteur, des pignons et le guidage de la chaîne.

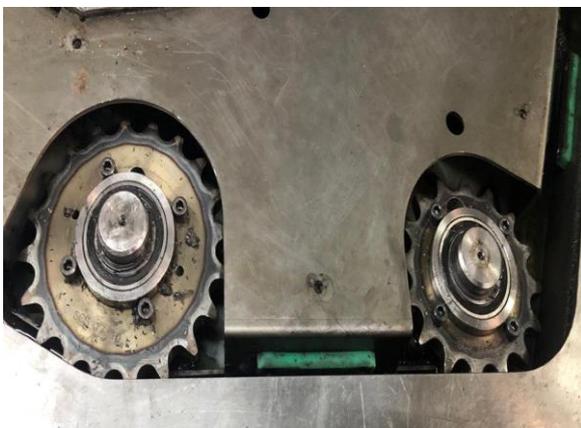


Figure III.32 : Pignons de la chaîne



Figure III.33 : Guidage de la chaîne

- ✓ Troisièmement : monter la chaîne et bien la tendre

### **3.3. Solutions proposées :**

Afin d'éviter cette panne, on a proposé à l'entreprise de diminuer la fréquence de l'entretien des toutes les machines de 6 mois à 3 mois, aussi de forcer les opérateurs à nettoyer leurs postes de travail après un certain nombre de pièces usinées.

- **Récapitulatif :**

*Dans ce chapitre, on a pu établir les actions et les solutions pour faire face aux problèmes tirés du Diagramme de Pareto du chapitre précédent.*

## Conclusion :

Notre projet de fin d'études effectué au sein de l'entreprise FLOQUET MONOPOLE INDUSTRIE avait pour objectif « l'amélioration des lignes de production » des disques de freins de référence DV-258 et des moyeux tambours de référence TV8-MT8 en suivant une démarche qui vise à la détection des différentes pannes et problèmes retardant la production.

Dans un premier temps, nous avons établi une étude VSM pour simplifier le flux de production et savoir le temps cycle de chaque opération, ensuite nous avons calculé le taux de rendement synthétique TRS en s'intéressant au taux de disponibilité pour établir le diagramme de Pareto qui nous a permis de détecter les opérations critiques qui retardent la ligne de production. Finalement et d'après le diagramme de Pareto, nous nous sommes limités sur les actions et les solutions suivantes :

- Réduction des temps d'arrêts de **l'op 30** du **DV-258** et **l'op 40** du **TV8-MT8**.
- Respect des instructions mises en place sur la machine de peinture sur **l'op 110**.
- Nettoyage régulier de la machine de tournage **op 40** du **TV8-MT8**.

Sur le plan personnel, ce stage nous a permis de développer certaines qualités telles que :

- La prise des décisions.
- Gestion de stress.
- La flexibilité et le dynamisme afin de répondre aux besoins de l'entreprise.

Pour conclure, ce travail nous a aidé à mettre en œuvre les connaissances acquises lors de notre formation. Ainsi que ce stage nous a donné une vision initiale sur le domaine professionnel, aussi les différents enjeux qu'une entreprise peut affronter afin de garantir son évolution.

## *Bibliographie & Webographie*

### ***Bibliographie :***

- [1] Support du cours de Mr. CHAFI : Management de la maintenance.
- [2] Support du cours de Mme. RZINE : Management des systèmes de production.

### ***Webographie :***

- [3] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Taux\\_de\\_rendement\\_synthétique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Taux_de_rendement_synthétique)
- [4] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Value\\_stream\\_mapping](https://fr.wikipedia.org/wiki/Value_stream_mapping)
- [5] <https://www.mecalux.fr/blog/takt-time>