

Année Universitaire : 2021-2022



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

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

**Amélioration de la performance du processus de  
production**

Lieu : Floquet Monopole

Référence : 14 /22-MGI

Présenté par:

**ZDIH Ouassima**

**Soutenu Le 19 Juillet 2022 devant le jury composé de:**

- **Mr. Belmajdoub Fouad (encadrant)**
- **Mr. Tazi Youness (encadrant Société)**
- **Mme. Rzine Bouchra (examinatrice)**
- **Mr. Hamedi Lhabib (examinateur)**

# ***DEDICACES***

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes chers parents :*

Grâce à votre tendresse, votre encouragement et vos grands sacrifices, vous avez pu créer le climat affectueux, propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur mon profond amour filial, et ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices, et tous les efforts que vous avez consentis pour assurer mon avenir.

Je prie Dieu de vous bénir, de vous prêter une longue vie, et j'espère que vous serez toujours fiers de moi.

*A Mon frère et sœurs*

Qui ont été toujours présent pour moi, je vous souhaite une vie pleine de succès avec beaucoup de bonheur et de joie.

A tous les membres de ma famille : je vous souhaite plein de succès et beaucoup de bonheur dans votre vie.

# ***REMERCIEMENTS***

*Je* rends grâce à Dieu pour sa bénédiction tout au long de mon parcours universitaire jusqu'à la réalisation de ce projet de fin d'étude.

*Je* suis heureux d'exprimer ma grande estime et ma profonde gratitude au Pr. FOUAD BELMAJDOUB, qui a apporté une contribution et un encadrement efficace et qui n'a jamais cessé de me prodiguer des conseils et de m'apporter le temps et les connaissances nécessaires à la réalisation de ce travail.

*M*à gratitude également à M. YOUNESS TAZI, mon encadrant au sein de la société Floquet Monopole Industrie de Fès, pour sa totale disponibilité à répondre à toutes mes questions ainsi que pour sa souplesse, sa patience et sa détermination à vouloir, partager avec moi son expérience, afin de me permettre de réussir mon stage.

*Je* remercie également, et de tout cœur, les équipes de Floquet Monopole Industrie, pour leur aide précieuse à la réussite de mes travaux, ainsi que pour l'entière disponibilité dont ils ont fait preuve pour apporter les réponses pertinentes à nos questions. . Puissent-ils trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

*Je* tiens également à présenter nos sincères remerciements au membre du jury, pour l'attention qu'il a accordée à mon sujet de fin d'études.

*En*fin, mes sincères remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué au succès de mon travail.

# Sommaire

DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise FLOQUET MONOPOLE et contexte de projet	
<b><i>I. Généralités sur l'entreprise FLOQUET MONOPOLE :</i></b> .....	2
<b><i>II. Fiche de présentation :</i></b> .....	3
<b><i>III. Organigramme de FLOQUET MONOPOLE :</i></b> .....	3
<b><i>IV. Organisation des services de la société FMI :</i></b> .....	4
<b><i>V. Les produits de FMI :</i></b> .....	5
<b><i>VI. Processus de fabrication des moyeux tambour :</i></b> .....	6
<b><i>VII. Contexte du projet :</i></b> .....	9
<b><i>1. Cadre et objectif du projet :</i></b> .....	9
<b><i>2. Etapes du déroulement du projet :</i></b> .....	11
<b><i>3. Diagramme de Gantt :</i></b> .....	12
Conclusion: .....	12
Chapitre II : Diagnostic de l'existant	
<b><i>I. Concept du Lean Manufacturing :</i></b> .....	13
<b><i>1. Définition de Lean :</i></b> .....	13
<b><i>2. Les principes du Lean :</i></b> .....	13
<b><i>II. La présentation de la méthode DMAIC :</i></b> .....	14
<b><i>1. La démarche DMAIC :</i></b> .....	14

2.	<i>Les étapes de la démarche DMAIC :</i>	14
3.	<i>Définition des MUDAS :</i>	16
4.	<i>La famille de gaspillages :</i>	16
a.	<i>Surproduction :</i>	16
b.	<i>Surstockage :</i>	17
c.	<i>Transports et Déplacements Inutiles :</i>	17
d.	<i>Surprocessing ou traitements inutiles :</i>	17
e.	<i>Mouvements Inutiles :</i>	17
f.	<i>Erreurs, Défauts et rebuts :</i>	17
g.	<i>Temps d'Attente et Délais :</i>	17
h.	<i>Sous-utilisassion des Compétences :</i>	18
5.	<i>Notion sur VSM :</i>	18
a.	<i>Définition :</i>	18
b.	<i>Méthodologie de la réalisation du VSM :</i>	18
c.	<i>Les symboles standards du VSM :</i>	19
<b>III.</b>	<b><i>Application de la démarche DMAIC :</i></b>	<b>20</b>
1.	<i>Choix de la ligne de production :</i>	20
2.	<i>Définition de la problématique :</i>	21
3.	<i>Mesure de la performance de l'état actuel :</i>	23
a.	<i>Analyse de déroulement :</i>	23
b.	<i>Schématisation de flux par le VSM :</i>	25
4.	<i>Analyse de processus :</i>	25
a.	<i>Diagramme ISHIKAWA (5M) :</i>	25
b.	<i>Diagramme de Pareto :</i>	28
	Conclusion :	29
	Chapitre III: Equilibrage des postes de travail	
<b>I.</b>	<b><i>La méthode Takt Time :</i></b>	<b>30</b>

1. Définition du Takt Time : .....	30
2. L'intérêt de la méthode Takt Time : .....	31
3. Comment atteindre le Takt Time : .....	31
<b>II. Application de la méthode Takt Time : .....</b>	<b>32</b>
1. Calcule les temps d'exécution : .....	32
2. Analyse de temps : .....	33
3. Proposition d'amélioration : .....	34
4. Chiffrage des gains : .....	37
Conclusion : .....	37
Chapitre IV : Elimination de gaspillages et remise à niveau de 5s	
<b>I. Défaut de qualité : .....</b>	<b>38</b>
1. Analyse de l'existant et proposition d'amélioration : .....	38
a. Planifier : .....	38
b. Faire : .....	38
c. Vérifier : .....	39
d. Agir : .....	44
2. Chiffrage des gains : .....	44
Conclusion : .....	45
<b>II. Mauvaises habitudes de travail : .....</b>	<b>46</b>
1. Suivi des opérateurs : .....	46
2. Remise à niveau des 5s : .....	48
Conclusion : .....	49
Conclusion générale .....	37

Références

# *Liste des figures*

Figure 1 : Vue de la société FMI.....	2
Figure 2 : Organigramme de Floquet monopole. ....	3
Figure 3 : zone de stockage des produits finis .....	5
Figure 4 : disque de frein .....	5
Figure 5 : tambour de frein .....	6
Figure 6 : réception de matière première .....	6
Figure 7 : tournage de la face extérieur et inférieur plus finition.....	7
Figure 8 : perçage et taraudage de la pièce .....	7
Figure 9 : équilibrage de la pièce .....	8
Figure 10 : contrôle dimensionnel et marquage de la pièce .....	8
Figure 11 : Contrôle visuel de la pièce .....	8
Figure 12 : peinture de la pièce .....	9
Figure 13 : diagramme de Gant.....	12
Figure 14 : les 7 gaspillages de MUDA.....	16
Figure 15 : méthodologie de réalisation du VSM .....	18
Figure 16 : diagramme représente la moyenne de quantité produite de l'année précédente .....	21
Figure 17 : problématique exprimée par la méthode QQQCCP .....	22
Figure 18 : Diagramme de la VSM de l'état actuel.....	25
Figure 19 : diagramme ISHIKAWA de gaspillages.....	27
Figure 20 : diagramme Pareto représentant les formes de gaspillages.....	29
Figure 21 : diagramme des temps cycles .....	33
Figure 22 : temps cycles par rapport au Takt Time.....	34
Figure 23 : implantation des postes de travail après l'équilibrage .....	36
Figure 24 : les temps cycles de travail après l'amélioration.....	37
Figure 25 : représentation de la roue de Deming .....	38
Figure 26 : diagramme Pareto des défauts de qualité.....	40
Figure 27 : Photo d'une pièce rebut à cause de balourd.....	41
Figure 28 : Diagramme d'ISHIKAWA du défaut de battement de TV8 .....	43
Figure 29 : Analyse de défaut de battement par la méthode des 5 pourquoi .....	44
Figure 30 : quantité produites et taux de défauts .....	45

Figure 31 : mise en place la fiche dans les postes (OP70).....	47
Figure 32 : base de données des retards des postes.....	47
Figure 33 : Tableau de KAIZEN.....	48
Figure 34 : Etat de poste de travail avant.....	49
Figure 35 : Etat de poste de travail après.....	49



# *Liste des tableaux*

Tableau 1 : Fiche de présentation de la FMI.....	3
Tableau 2 : liste des pictogrammes usuels pour VSM .....	20
Tableau 3 : la moyenne de quantité produite de l'année précédente.....	20
Tableau 4 : information sur TV8.....	21
Tableau 5 : analyse de déroulement de TV8.....	24
Tableau 6 : les gaspillages et leurs fréquences d'apparition.....	29
Tableau 7 : chronométrage des postes de la ligne TV8.....	32
Tableau 8 : temps de cycle de poste après l'amélioration .....	36
Tableau 9 : chiffrage des gains.....	37
Tableau 10 : représentation de la quantité produite et le taux de défauts.....	39
Tableau 11 : classification des défauts de qualité .....	40
Tableau 12 : les opérations de machine d'équilibrage .....	41
Tableau 13 : analyse de défauts de balourd par la méthode des 5 pourquoi.....	42
Tableau 14 : quantité produite et taux de défauts.....	45
Tableau 15 : fiche de passation .....	46

# *Liste des abréviations*

CAO : Conception assistée par ordinateur

DAF : Direction administratif Financière

DRH : Direction Ressources Humaines

EDI : Echange de données informatisées

FMI : Floquet Monopole Industriel

MA : Marquage

NVA : Non valeur ajouté

OP : Opération

PDG : Président directeur général

SARL : Société à responsabilité limitée

SM : Système de dimension

TC : temps cycle

TP : temps de production

TT : Takt time

VA : Valeur ajouté

VSM : Value Stream Mapping

ZI : Zone industriel

# *Introduction générale*

Dans un contexte économique de plus en plus difficile, les clients exigent la livraison d'un produit de bonne qualité et dans le plus court délai. En effet, les entreprises sont quotidiennement confrontées à la maîtrise et l'amélioration des performances de l'ensemble de leurs processus afin de garantir leur pérennité et leur compétitivité.

La démarche pour améliorer la productivité est reposée sur la suppression des encours, l'élimination des temps d'attente et de non conformité.

Conscient de ces enjeux, FLOQUET m'a proposé ce projet de fin d'études dans le but d'améliorer la chaîne de production et d'éliminer toutes sortes de gaspillages en suivant une démarche DMAIC.

Pour ce faire, ce rapport a été structuré autour de quatre chapitres qui présentent la démarche d'organisation de cette mission.

Le premier chapitre décrit l'organisation d'accueil en présentant ses services et ses activités, ensuite une description très détaillée du processus de fabrication des moyeux tambours dans la chaîne de production.

Par la suite nous avons présenté la problématique ainsi que la démarche suivie pour la résoudre.

Dans le deuxième chapitre, une étude de l'état et une cartographie de processus de production ont été réalisées afin d'identifier toutes sortes de gaspillages et les temps d'attente présents dans la zone de production.

Dans le troisième chapitre, nous avons effectué un équilibrage des postes, afin d'augmenter la productivité de la ligne de production de TV8.

Enfin, le quatrième chapitre consiste à proposer un plan d'amélioration afin d'éliminer les gaspillages détectés dans la zone de production de TV8, ainsi qu'une mise à niveau de concept 5S.

## **Chapitre I :**

### **Présentation de l'entreprise** **FLOQUET MONOPOLE et contexte de projet**

Dans ce chapitre, nous commencerons par une présentation de FLOQUET MONOPOLE, puis une description très détaillée du processus de production. Ensuite, définissons le cadre du projet de fin d'études, ses objectifs et les étapes nécessaires pour y parvenir.

## ***I. Généralités sur l'entreprise FLOQUET MONOPOLE :***

Floquet Monopole 'FM' a démarré son activité en 1981 en misant 35 millions de DH dans son usine qui s'appelait à l'époque 'Fonderie du Nord'. Ses fondateurs (les familles Laraqui et Tazi, étaient connues plutôt dans l'agriculture, les transports, et l'entrepreneuriat) se lançaient ainsi dans un domaine très technologique et trop risqué.

Floquet Monopole est la première entreprise de l'écosystème automobile dans la région Fès Meknès. Située dans la ZI de Sidi Brahim, à Fès. Floquet Monopole est certifiée ISO 9002 depuis 1997.

Au début, l'entreprise fabriquait des pistons sous licence FM. La marque appartenait à une multinationale américaine appelée 'Dana'. Ce dernier leader des équipementiers mondiaux et alimentait les chaînes de montage de plusieurs constructeurs automobiles dans le monde.

Actuellement, la firme produit des pièces de première monte disque et tambour frein, grâce à une technologie de pointe. Ses principaux clients sont Renault et PSA, avec qui elle réalise un chiffre d'affaires de plus de 300 millions de DH.



**Figure 1 :** Vue de la société FMI

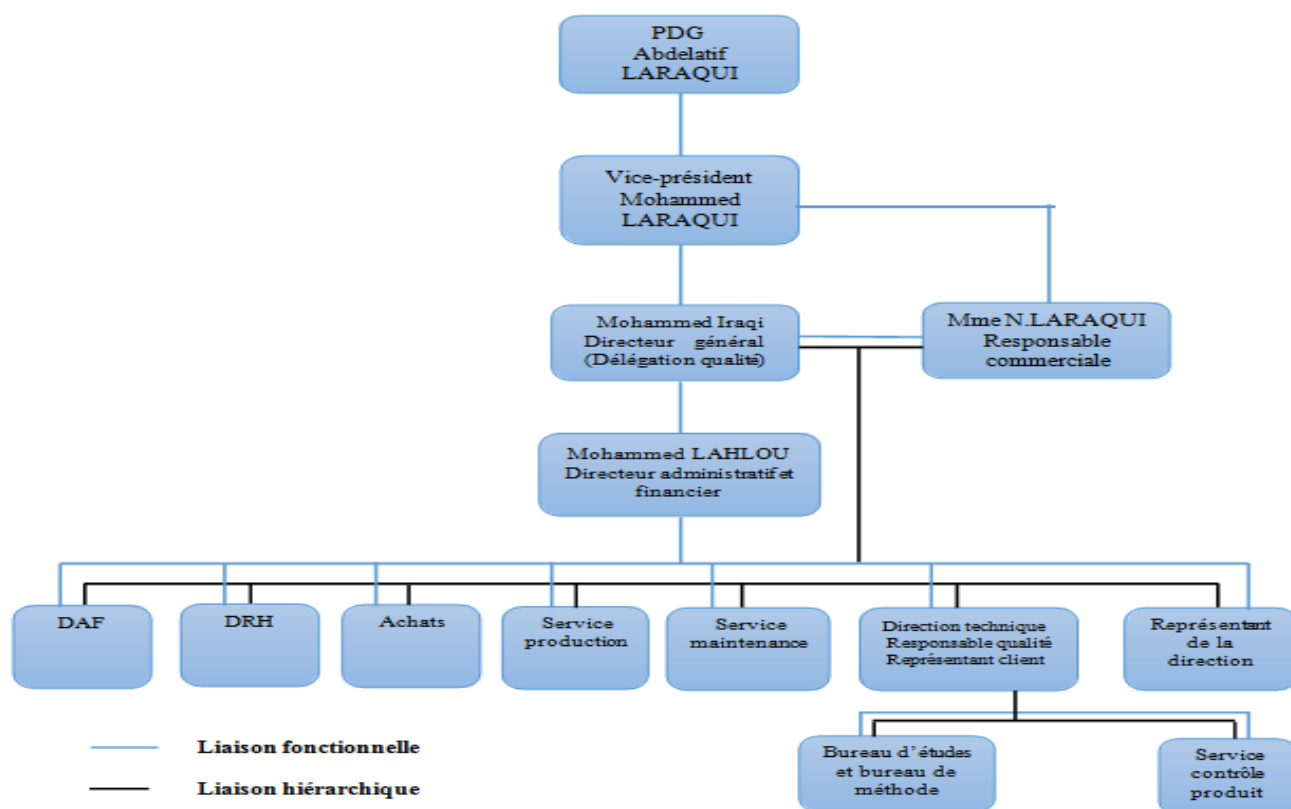
## II. Fiche de présentation :

Raison social	Floquet Monopole Industrie
Forme	SARL
Date de création	1981
Siège	Quartier industriel Sidi Brahim, LOT59, Rue 813 Fès, Maroc
Activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrication des disques de frein</li> <li>• Fabrication des tambours de freins</li> <li>• L'assemblage des plaquettes de frein</li> </ul>
Capital	4000000DH
Téléphone	+212 535 65 93 17
Email	sales@floquetmonopole.co.ma

**Tableau 1** : Fiche de présentation de la FMI

## III. Organigramme de FLOQUET MONOPOLE :

La Société Floquet Monopole est composée de plusieurs services dont chacun d'eux remplit des tâches bien précises, et ensemble contribuent à optimiser la production et fortifient la qualité.



**Figure 2** : Organigramme de Floquet Monopole.

#### **IV. Organisation des services de la société FMI :**

La société Floquet Monopole se constitue de plusieurs services qui assurent une bonne gestion de travail collectif :

##### **➤ Le bureau de méthode**

Ce service a pour but de définir et de préciser chaque étape de production en utilisant les outils C.A.O. Parmi ses objectifs on peut citer l'établissement des gammes usinage, l'établissement des fiches techniques, l'établissement des plans des outillages de fabrication et de contrôle et la définition des montages d'usinage des paramètres du processus.

##### **➤ Le bureau d'étude et de développement**

Il sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, à choisir les matériaux constitutifs, à préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication.

##### **➤ Le service maintenance**

Ce service assure le bon fonctionnement des moyens de fabrication. Il permet aussi la réalisation des interventions sur les moyens de fabrication, l'établissement d'une fiche après chaque panne, réalisation des interventions sur les moyens de production, l'établissement des dossiers des machines.

##### **➤ Le service qualité**

C'est un service qui assure le bon fonctionnement grâce à ses caractéristiques qui lui donnent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites. Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité. Les besoins peuvent inclure, par exemple les aspects de performances, de facilité d'emploi, de sûreté de fonctionnement, de sécurité, des aspects économiques et esthétiques.

##### **➤ Le service contrôle et métrologie**

A chaque étape du processus, des contrôles fréquents sont effectués au cours de chaque opération. Le laboratoire de contrôle véhicule, par sondage, dans des lots de pièces finis ou en cours de fabrication. Tous les disques qui sont non conformes passent obligatoirement par le laboratoire métrologique pour un autre test.

##### **➤ Service production**

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps des dates de début et de fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les délais de fabrication.

➤ *Service de conditionnement et stockage*

Ce service s'occupe des travaux de conditionnement, d'emballage et de stockage final avant l'expédition chez le client.



**Figure 3 :** zone de stockage des produits finis

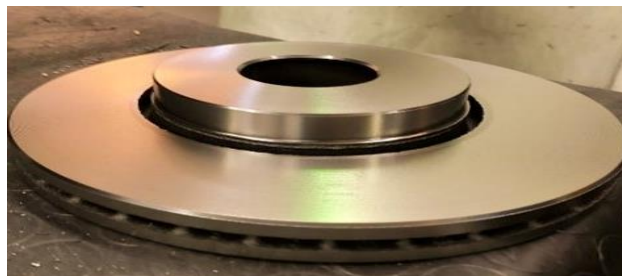
➤ *Service ressources humaines*

Il occupe une grande importance au sein de la société FMI. Il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

**V. Les produits de FMI :**

➤ *Les disques frein*

Le disque de frein est un disque solide qui est fixé au moyeu de la roue d'une voiture disposant d'un système de frein à disque. Le moyeu est le nom donné à la partie centrale de la roue

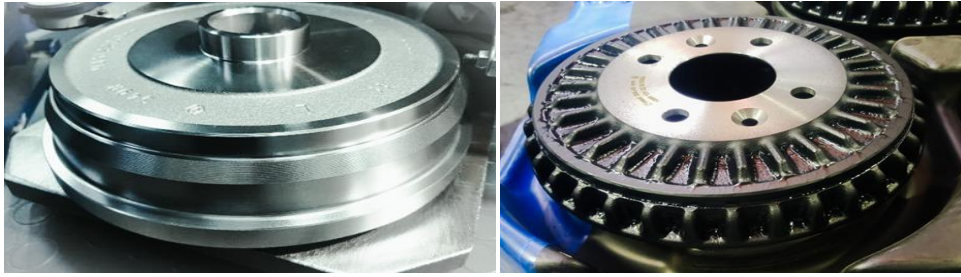


**Figure 4 :** disque de frein

➤ *Tambour de frein*

Le frein à tambour se rencontre très souvent pour les freins arrière d'une grande partie des voitures berlines et citadines. Sous la force du liquide de frein, quatre mâchoires dotées de garnitures sont écartées par les deux cylindres de roues qui le composent. Cette action génère une friction au sein du tambour. Si les freins arrière fonctionnent mal, la voiture éprouve des difficultés pour freiner ou ne parvient tout simplement plus à s'arrêter





**Figure 5 :** tambour de frein

**VI. *Processus de fabrication des moyeux tambour :***

La gamme d'usinage comporte trois lignes dont les postes sont le même à peu près pour ses différents produits (Disque et moyeux tambours), mais dans le cadre de notre projet on va s'intéresser seulement à la ligne 2 où s'effectue l'usinage des 3 références des moyeux tambours selon le processus suivant :

• ***Réception de la matière première (OP10) :***

Consiste à accueillir les lots des moyeux tambours bruts dès l'arrivée des camions de fournisseur. Une fois sur terrain, un contrôle à réception est ultime pour vérifier le nombre de lots. Une pièce par mille passe ensuite à la salle de métrologie pour servir à valider la conformité des matières premières. Un ordre de fabrication est finalement donné par le responsable magasin afin d'aboutir à la production.

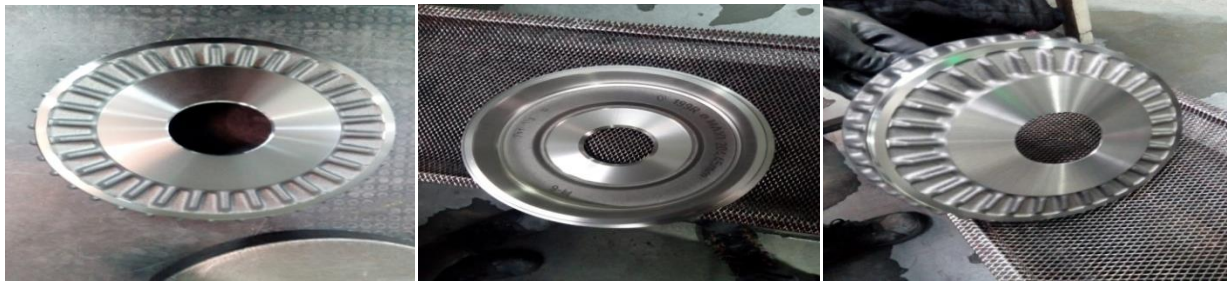


**Figure 6 :** réception de matière première

• ***Tournage (OP20/OP30/OP40) :***

L'opération de tournage, permet le lissage de la pièce suivant la surface choisie. On distingue trois machines sur l'OP20, l'OP30 et l'OP40 correspondant respectivement au tournage extérieur, tournage intérieur ébauche et tournage intérieur finition. Ces trois opérations ont pour

but de gratter le moyeu tambour brut afin d'obtenir un lissage convenable avec les tolérances choisies.



**Figure 7 :** tournage de la face extérieur et inférieur plus finition

- **Perçage et taraudage (OP50) :**

Cette opération consiste à effectuer des trous taraudés (4 ou 5 trous selon la référence) sur le moyeu tambour à l'aide de la machine EMAG VL6 qui contient un foret pour le perçage et un taraud pour le taraudage.



**Figure 8 :** perçage et taraudage de la pièce

- **Lavage (OP60) :**

Dans cette opération, trois étapes successives sont effectuées suivant un convoyeur électrique. La première consiste à dégraisser le moyeu tambour par l'utilisation d'un liquide à forte concentration de colle, la deuxième permet le lavage du moyeu tambour, de manière à enlever tout le liquide qui le recouvre et finalement la troisième qui permet le séchage du moyeu tambour.

- **Equilibrage (OP70) :**

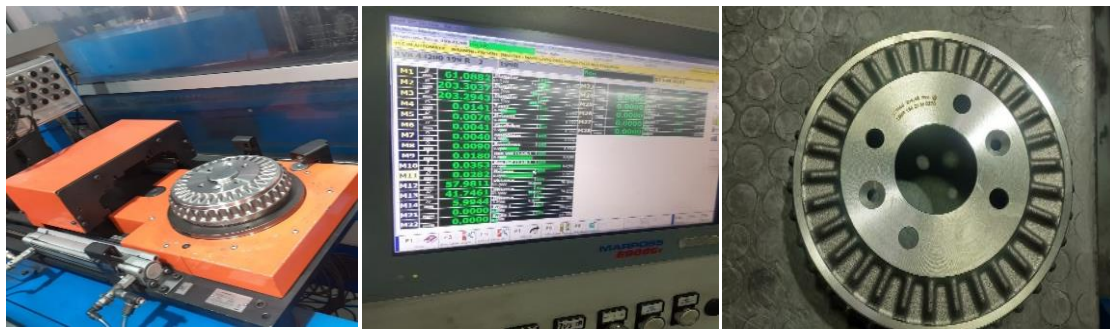
Cette opération a pour but d'effectuer un équilibrage sur le moyeu tambour en le grattant pour permettre d'enlever le balourd.



**Figure 9** : équilibrage de la pièce

- **Contrôle SM-DIM-MA (OP80) :**

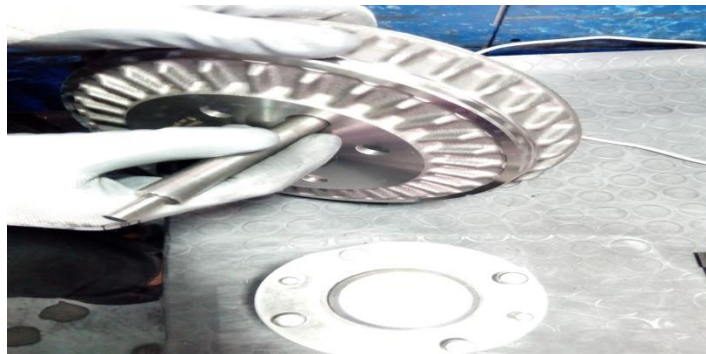
Pour permettre la validation de l'équilibrage, un contrôle de tolérance géométrique est nécessaire, permettant de vérifier le moyeu tambour en affichant un message de conformité sur l'écran de la machine. Si tout va bien, la machine effectue un marquage sur le moyeu tambour, portant le logo du client, la référence, l'équipe, le diamètre maximum et la date. Par contre, Si celui-ci n'est pas conforme, il passe à la salle de métrologie pour subir quelques mesures.



**Figure 10** : contrôle dimensionnel et marquage de la pièce

- **Contrôle visuel (OP90) :**

Cette opération consiste à vérifier la présence de tous les éléments de marquage ainsi la conformité des trous taraudés à l'aide d'un tampon lisse et un autre fileté.



**Figure 11** : Contrôle visuel de la pièce



- **Peinture (OP100) :**

Cette opération sert à protéger le moyeu tambour contre la rouille.



**Figure 12 :** peinture de la pièce

- **Firewall :**

C'est le poste final où se fait le contrôle final à 100% de la présence de toutes les étapes d'usinage, la vérification de l'aspect peinture et la lisibilité du marquage.

- **Mise en caisse :**

Les moyeux tambours ayant subi la dernière opération de la chaîne de production sont directement mis dans des plaquettes, le lot de 7 thermoformes est ensuite emballé pour rejoindre le stock de produits finis. Le responsable magasin effectue ensuite le contrôle des lots.

- **Expédition:**

Des camions sont chargés plusieurs fois par semaine et sont obligés de suivre de difficiles trajets, c'est à ce titre que l'entreprise adopte une opération de matelotage pour garantir la sécurité des lots.

## ***VII. Contexte du projet :***

### ***1. Cadre et objectif du projet :***

Dans un contexte économique de plus en plus difficile, les clients exigent des prix plus bas, et la concurrence devient de plus en plus féroce, afin de répondre aux exigences des clients, les entreprises sont amenées à rechercher certains mécanismes pour améliorer la productivité dans la chaîne de production.

Mon projet de fin d'études au sein de Floquet Monopole s'inscrit dans l'amélioration continue de la chaîne de production. Elle consiste à optimiser les délais d'exécution des différentes tâches effectuées par les opérateurs en éliminant toutes les pertes d'efficacité qui perturbent la chaîne depuis le début de la production jusqu'à l'expédition des produits finis.

Il est donc nécessaire de faire une évaluation du flux de production en faisant des tournées, collecte d'informations sur le processus et identification des enjeux et des contraintes.

Pour cette raison, la démarche DMAIC qui est utilisée dans tous les secteurs d'activité a été employée pour obtenir la capacité d'améliorer et de stabiliser les standards de performance des processus d'une organisation.

Il existe 3 types de performances :

- ***Performance de pilotage:***

Il vous permet de piloter l'entreprise en vous concentrant principalement sur l'évaluation de sa capacité à réaliser sa mission et en ajustant constamment son comportement. Piloter tout ou une partie de l'entreprise, c'est planifier et initier des actions pour corriger en permanence l'écart entre l'objectif visé et le résultat atteint. Les coûts, la qualité et les délais sont les critères les plus couramment utilisés pour construire un système d'indicateurs associés à l'axe « Pilotage » :

- ***Coût :***

C'est le coût associé à l'utilisation des ressources disponibles de l'entreprise (humaines et matérielles) ainsi que le coût associé à l'achat et à la transformation des matériaux.

- ***Qualité :***

Elle est définie par la norme ISO comme étant « l'aptitude d'une entité (service ou produit) à satisfaire les besoins exprimés des utilisateurs ». L'amélioration de la qualité consiste à améliorer la performance interne de l'entreprise et nécessite de repérer ainsi que de limiter les dysfonctionnements.

- ***Délai :***

C'est la durée nécessaire pour qu'une entité réponde à un besoin explicite.

- ***La performance d'adaptation :***

C'est la capacité de l'entreprise à s'adapter et à réagir rapidement et efficacement aux perturbations inattendues. Les deux critères utilisés pour construire un système d'indicateurs associés à ce type de performance sont la réactivité et la pro-activité :

➤ **Réactivité :**

C'est la capacité de l'entreprise à répondre très rapidement aux besoins de produits de plus en plus diversifiés ainsi qu'à un marché mondial fortement concurrentiel.

➤ **Pro-activité :**

C'est la capacité de l'entreprise à influencer l'évolution du marché, en introduisant de nouveaux produits avant les autres entreprises concurrentes.

• **La performance d'anticipation :**

C'est la capacité de l'entreprise à faire face aux perturbations anticipées. Les quatre critères retenus pour construire un système d'indicateurs associés à ce type de performance sont la flexibilité, la standardisation, la redondance et l'innovation :

➤ **Flexibilité :**

C'est la capacité d'une entreprise à réagir face à des situations et à des perturbations probables.

➤ **Standardisation :**

Elle facilite la gestion des perturbations et des situations de crise prévues. Le critère de performance correspondante va permettre de suivre tout au long du processus de changement, l'évolution de la capacité de l'entreprise à respecter des normalisations au niveau de ses produits, procédés, processus, etc. ..

➤ **L'innovation :**

C'est la capacité à apporter des nouvelles solutions ou à améliorer une solution existante pour être compétitif.

**2. Etapes du déroulement du projet :**

Après avoir saisi la tâche assignée, j'ai appliqué la mise en place d'une méthodologie de travail présenté comme suivant :

- ✓ Vue détaillée des lignes de production pour avoir une idée sur le déroulement de travail en effectuant un suivi de la pièce depuis son lancement jusqu'à l'expédition.
- ✓ Collecter les informations et regrouper les données qui vont m'aider à choisir la ligne la plus sollicitée pour mettre en œuvre des actions d'amélioration de la productivité.
- ✓ Etudier la possibilité de mettre en œuvre le sujet proposé.
- ✓ Créer un plan d'actions et estimer des gains.

### 3. Diagramme de Gantt :

Afin de réaliser le projet dans le délai établis par la convention de stage, il fallut définir les étapes essentielles et estimer le temps à consacrer pour chacune. Pour cela, j'ai utilisé le logiciel Ms Project afin de représenter les différentes tâches et visualiser le planning à prévoir. Voici donc le détail du travail à effectuer ainsi que son organisation :

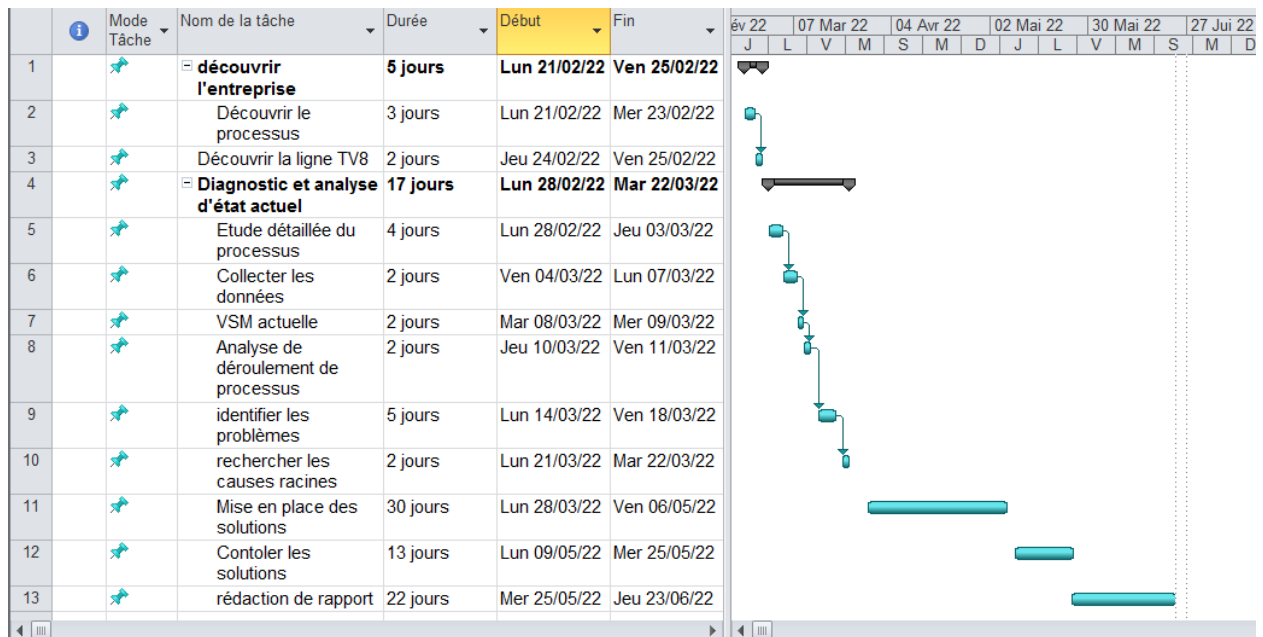


Figure 13 : Diagramme de Gantt

#### Conclusion:

Dans ce chapitre on a présenté la société d'accueil avec ses différents services, puis on a identifié les différentes étapes de production du moyeu tambours et par la suite j'ai défini le cadre de mon projet, son objectif et les étapes suivies pour y parvenir. Le but du chapitre suivant est de diagnostiquer l'état actuel de la ligne de production en appliquant la démarche DMAIC.

## **Chapitre II :**

### **Diagnostic de l'existant**

Avant de se lancer dans le plan d'amélioration, il faut d'abord faire un diagnostic de l'état actuel de la ligne de production, et dans ce cadre on va consacrer ce chapitre à l'application de la démarche DMAIC. Dans un premier temps, on va analyser le processus de production à l'aide de l'analyse de déroulement, ainsi que de l'outil VSM. On va identifier ensuite les gaspillages et élaborer un plan d'amélioration pour éliminer les gaspillages détectés.



## ***I. Concept du Lean Manufacturing :***

### ***1. Définition de Lean :***

Le Lean Manufacturing est une philosophie de gestion provenant principalement du système de production 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 à la souplesse d'une entreprise, qui doit être capable de configurer en permanence l'ensemble de ses processus afin de fournir au client ce qu'il veut, quand il veut, en utilisant un minimum de ressources (matières premières, équipement, main d'œuvre, espace).

### ***2. Les principes du Lean :***

Le Lean est souvent perçu comme une méthodologie. C'est une méthodologie mais c'est d'abord une philosophie qui a donné lieu à des méthodes et des outils. Dans cet article, on vous explique les 5 principes fondamentaux de la philosophie Lean.

#### ***❖ Mettre le client au centre de l'entreprise***

Le premier principe c'est de mettre le client au centre de son entreprise. Pas physiquement bien sûr ! Mais son besoin, ce que le client veut, ce pour quoi il est prêt à payer. Ce que le client veut bien payer, on appelle ça aussi la valeur ajoutée ou VA.

#### ***❖ Identifier et réduire les gaspillages***

Le deuxième grand principe clé du Lean est d'identifier et de réduire les gaspillages dans le processus de son entreprise, de la matière première au client final. Pour information, les gaspillages sont aussi appelés : la non-valeur ajoutée ou NVA. La NVA est donc ce que le client ne veut pas payer. Identifier la non-valeur ajoutée se fait à l'aide d'outils de diagnostic. Une fois que le diagnostic est réalisé, il s'agit de réduire au maximum ces gaspillages.

#### ***❖ Tendrer les flux***

Le troisième principe du Lean est de tendrer les flux de son processus. Cela consiste à minimiser l'encours pour que le produit sorte le plus vite possible de ce processus. Cela permet de réduire le temps qui s'écoule entre le moment où le client a passé la commande et le moment où l'entreprise est payée par ce client après livraison. Ainsi, on livre son client plus rapidement et on réduit aussi les coûts de stockage, souvent très lourds financièrement.

❖ ***Impliquer tous vos collaborateurs***

Le 4ème principe, probablement le plus important, du Lean est d'impliquer tout le monde dans son entreprise, d'utiliser ce que l'on appelle "l'intelligence collective". C'est le plus important car c'est le principe qui permet de mettre en place les trois principes vus plus haut. Pour répondre au besoin de son client, réduire les gaspillages, tendre les flux, cela nécessite que tout le monde s'y mette !

❖ ***S'améliorer de manière continue***

Le dernier principe est de faire ce que l'on a vu plus haut en permanence : d'améliorer en continu ! Les besoins de nos clients évoluent en permanence, les processus également. Il faut chasser les nouveaux gaspillages qui apparaissent, garder des flux bien tendus, et surtout, veiller à ce que tout le monde reste impliqué. C'est un défi permanent ! Si cela fonctionne, c'est extrêmement vertueux pour l'entreprise, et pour tous les collaborateurs !

➤ ***Réussir sa démarche Lean***

Vous connaissez maintenant les 5 principes clés du Lean. Tous sont fondamentaux mais le 1er : mettre le client au centre de l'entreprise, n'est pas en première place pour rien. Les 2 et 3 en découlent (chasser les gaspillages et tendre les flux). Le 4ème, l'intelligence collective, est clé pour la réussite des 3 précédents. Et le dernier : l'amélioration continue, est fondamental pour le maintien des 4 précédents.

**II. La présentation de la méthode DMAIC :**

**1. La démarche DMAIC :**

La méthode DMAIC repose sur l'analyse de données qui permettront d'améliorer, mais aussi de stabiliser le fonctionnement de l'organisation et des services. Cette méthodologie de résolution de problèmes a d'abord été utilisée pour les processus industriels avant d'être étendue à tous les processus. Cette approche s'applique facilement aux processus logistiques, industriels, commerciaux ou administratifs.

**2. Les étapes de la démarche DMAIC :**

L'abréviation de Définir (Define), Mesurer (Measure), Analyser (Analyze), Améliorer (Improve) et Contrôler (Control) La méthode DMAIC définit une démarche en 5 étapes. La première lettre

de la fonction significative de chaque étape correspond à chacune des lettres qui composent l'acronyme.

**Définir** : cette étape consiste à définir le projet, son étendue, ses gains opérationnels et financiers, l'équipe projet, le planning : ces informations constituent la charte projet validée par le sponsor, le responsable du processus et le contrôleur de gestion, La voie du client permet de définir et de quantifier les attentes des clients : ces valeurs seront les données de sortie du processus à améliorer.

Parmi les outils déployés dans cette phase :

L'outil QQQQCP : permet d'analyser une situation en posant les questions : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

**Mesurer** : il s'agit dans cette deuxième étape de collecter les informations disponibles à propos de la situation courante. Ces données collectées seront rassemblées et catégorisées, à la fin de cette phase on essaye de regrouper les problèmes détectés.

Parmi les outils utilisés pendant cette phase : Value Stream Mapp VSM qui est un outil de la démarche DMAIC et qui permet de dévoiler les failles de processus.

**Analyser** : suite à l'étape de mesure, il s'agit d'étudier les racines des problèmes mesurés, émettre des hypothèses et faire des analyses quantitatives des données grâce à des outils mathématiques et statistiques.

Les outils les plus utilisés sont :

Diagramme Pareto : qui permet de classer les phénomènes par ordre d'importance. Diagramme ISHIKAWA ou diagramme en arête de poisson qui permet de classer les causes selon leurs catégories.

Les 5 pourquoi c'est un outil qui aide à identifier les causes racines d'un problème en répondant aux questions.

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

Les méthodes utilisées dans cette étape sont :

Les 5s : cette méthode permet de nettoyer et organiser un espace pour un travail efficace.

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

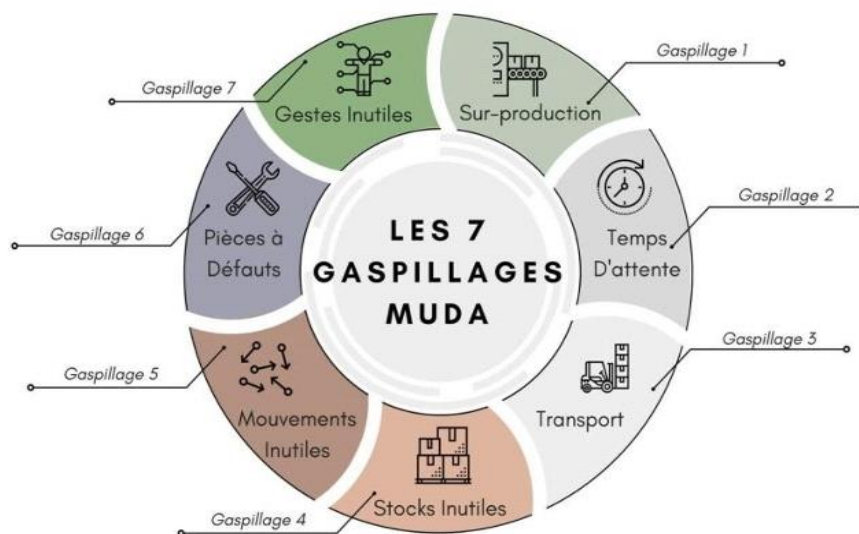
### 3. *Définition des MUDAS :*

Toute chose dans le processus de fabrication qui n'ajoute pas la valeur du point de vue du client est un gaspillage. L'élimination des gaspillages est l'objectif principal du LeanManufacturing.

### 4. *La famille de gaspillages :*

Les 7 Gaspillages : en fait, il y en a 8 :

- Surproduction
- Surstockage ou Stocks Inutiles
- Transports et Déplacements Inutiles
- Surprocessing ou traitements inutiles
- Mouvements Inutiles
- Erreurs, Défauts et rebuts
- Temps d'Attente et Délais
- Sous-utilisations des Compétences



**Figure 14 :** les 7 gaspillages de MUDA

#### *a. Surproduction :*

Il arrive que l'entreprise produise plus que ce que demandent ses clients. Conséquence d'une mauvaise gestion interne ou d'un système basé sur l'estimation des ventes, cette tendance à la surproduction peut entraîner un ralentissement des flux, un engorgement inutile des stocks, sans parler du coût de récupération des rebuts éventuellement créés.

***b. Surstockage :***

En conséquence directe d'une production déraisonnable ou d'une mauvaise planification, le surstockage de composants, de travaux en cours ou de produits entraîne l'immobilisation financière et une perte d'espace de stockage.

***c. Transports et Déplacements Inutiles :***

Voyages à vide, déplacements inutiles entre plusieurs lieux de stockage, manipulations inutiles de matières en cours de production... En plus de n'apporter rien de valeur, ces transferts inutiles ajoutent de la difficulté aux tâches effectuées par les employés.

***d. Surprocessing ou traitements inutiles :***

Tout processus qui n'apporte rien au client doit être considérée comme inutile. En plus de créer des étapes supplémentaires qui peuvent parfois être pénibles pour les employés, des processus trop complexes peuvent aboutir à un produit fini qui ne répond pas aux attentes des clients. Résultat de cette "sur- qualité" : un coût de production plus élevé que prévu et une marge qui se rétrécit.

***e. Mouvements Inutiles :***

Une ergonomie du poste de travail à remanier, des procédures bavardes ou illogiques, une mauvaise disposition des documents ou des pièces, nombre de petites et grandes défaillances peuvent engendrer des mouvements et gestes inutiles.

***f. Erreurs, Défauts et rebuts :***

Toute erreur, résultant par exemple d'une inattention ou d'un espace de travail mal optimisé, nécessite des corrections, c'est-à-dire la mobilisation d'un ou plusieurs collaborateurs pendant une certaine période. Il en résulte une perte de temps et d'argent importante (travail supplémentaire, gaspillage), mais aussi une image abaissée auprès des clients.

***g. Temps d'Attente et Délais :***

Retards de livraison de matière première dus à un problème informatique, arrêt intempestif du processus de fabrication suite à une panne en amont ; Lorsque la production d'une entreprise est

arrêtée, elle ne produit aucune valeur. Pire encore, ils subissent parfois des pénalités de retard et perdent leur crédibilité auprès de leurs clients.

#### ***h. Sous-utilisations des Compétences :***

D'une certaine manière, ne pas exploiter le potentiel d'un employé est aussi une forme de gaspillage. Apparue si tardivement dans la grande famille Muda, cette déperdition des connaissances est surtout perceptible dans le domaine des services où l'avis des personnes connaissant mieux leur métier est parfois ignoré.

### **5. Notion sur VSM :**

#### ***a. Définition :***

La Cartographie de la chaîne de valeur, présentée le long de ce document par l'abréviation VSM (Value Stream Mapping), est un outil couramment utilisé dans des programmes d'amélioration continue pour aider à comprendre et améliorer le flux matériel et les flux d'information au sein des organisations.

L'état futur (un schéma montrant un procédé amélioré et modifié) peut être formulé et défini suite à l'utilisation d'une méthodologie.

#### ***b. Méthodologie de la réalisation du VSM :***

La méthode VSM nécessite un travail d'équipe et encourage les participants à l'activité à suggérer des améliorations et de contribuer à la mise en œuvre d'un plan d'action. Comme avec n'importe quel ensemble d'outils de Lean management, le but principal du VSM est d'améliorer les processus .La méthodologie de réalisation du VSM est représentée sur la figure 15.

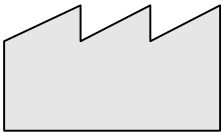
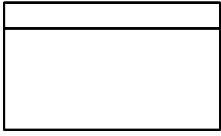
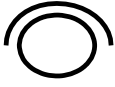
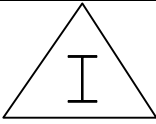


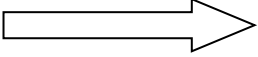





**Figure 15 :** méthodologie de réalisation du VSM

**c. Les symboles standards du VSM :**

Le schéma VSM se fait en utilisant les symboles spécifiques appelés pictogrammes.

Les pictogrammes les plus usuels sont regroupés dans le tableau :

Pictogramme	Nom	Description
	Clients et fournisseurs	Représente le fournisseur quand il figure dans le coin supérieur gauche, le client quand est en haut à droite, le point final habituel pour le matériel.
	Processus ou activités	un processus, une activité, la machine ou le département à travers lequel transitent les flux
	Opérateur	Cette icône est utilisée pour montrer combien d'opérateurs sont nécessaires pour gérer une famille VSM sur un poste de travail donné.
	Point d'inventaires (stock)	Montrer les stocks entre deux processus
	Flèche de flux poussée	représente la «poussée» de matériaux d'un processus à l'étape suivante.
	Chariot élévateur	Réception et expédition
	Produits acheminés vers le client	représente le mouvement des matières premières depuis les fournisseurs vers le quai de réception de l'usine. Ou, le mouvement des produits finis à la sortie de l'usine vers les clients
	Information numérique	Cette flèche de manœuvre représente flux électronique comme l'échange de données informatisées (EDI), l'Internet, les intranets, les réseaux locaux, et les réseaux étendus. Vous pouvez indiquer la fréquence de l'échange d'informations ou de données, le type de support utilisé, exemple. fax, téléphone,

		etc., et le type de données échangées.
	Information manuelle	Informations manuelles issues des notes de service, rapports ou conversations. Indiquez le type d'information si nécessaire.
	chronologie	Sur une carte des chaînes de valeur, la chronologie est placée au bas et indique les temps d'attente et les délais de traitement. On peut l'utiliser pour calculer les délais de mise en production et la durée totale du cycle.

**Tableau 2** : liste des pictogrammes usuels pour VSM

**III. Application de la démarche DMAIC :**

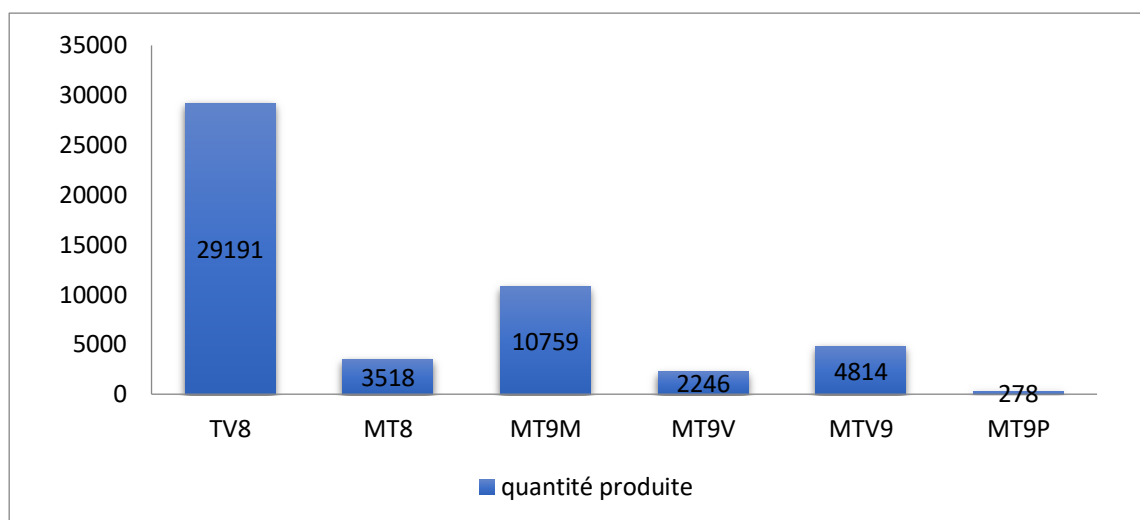
**1. Choix de la ligne de production :**

Afin de justifier le choix de la ligne la plus sollicitée du moyeu tambour, en se basant sur la moyenne de production de l'année précédente. Nous analysons la moyenne de quantités produites de l'année précédente de chaque référence présentée dans le tableau et le graphe ci-dessous. Il faut mentionner que la société travail selon la demande client :

Référence de moyeu tambour	Moyenne de quantité produite de 2021
TV8	29191
MT8	3518
MT9M	10759
MT9V	2246
MTV9	4814
MT9P	278



**Tableau 3** : la moyenne de quantité produite de l'année 2021





**Figure 16 :** diagramme représente la moyenne de quantité produite de l'année 2021

D'après le figure 16, nous avons décidé de travailler sur la chaîne de production du moyeu tambour le plus demandé qui est TV8.

Désignation	référence	Poids brut (kg)	Poids net (kg)	Photo brut	Photo net
TV8	199R	6.268	4.282		

**Tableau 4 :** information sur TV8

## 2. Définition de la problématique :

Pour une compréhension claire et synthétique de la situation de la chaîne de production de TV8, on utilise le questionnement QQQCCP.

La méthode QQQCCP est aussi appelée méthode de questionnement, dans laquelle chacune des lettres correspond aux questions : Qui ? Quand ? Où ? Quoi ? Comment ? Combien ? Pourquoi?, Ce sont des questions ouvertes qui nécessitent une forme de réponses développée, qu'il s'agisse d'une phrase courte ou longue, et auxquelles on ne peut pas répondre par oui ou par non comme les questions fermées.

Cette méthode apporte des informations qui permettent de mieux connaître, définir et expliquer la situation car elle explore toutes les dimensions sous différents angles, et cette méthode est un

bon point de départ pour faire un diagnostic dans un projet pour l'analyser.

**Qui ?**

Cette question permet de déterminer les parties prenantes engagées.

**Quand ?**

Cette question cherche à bien situer les choses dans le temps.

**Où ?**

La question « Où ? » cherche à bien situer les choses dans l'espace.

**Quoi ?**

La question « quoi ? » permet de mettre le focus sur un point précis.

**Comment ?**

La question « comment ? » cherche à dresser un tableau, avec une méthode, des étapes, des manières de procéder.

**Combien ?**

Cette question expose le besoin de connaître un nombre ou une valeur.

**Pourquoi ?**

Cette question permet d'aller chercher les informations qui vont expliquer les causes, les raisons.

<b>Quoi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Amélioration de la productivité de la ligne de production de TV8</li></ul>
<b>Qui</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipe de production</li></ul>
<b>Où</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sur des différents postes des lignes de production de TV8</li></ul>
<b>Quand</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pendant la période de stage</li></ul>
<b>Comment</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En utilisant la démarche DMAIC</li></ul>
<b>Combien</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entre 5 et 25 défauts chaque jour</li><li>• Un retard d'une heure ou plus</li></ul>
<b>Pourquoi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminer les gaspillages</li></ul>

**Figure 17 :** problématique exprimée par la méthode QQQCCP

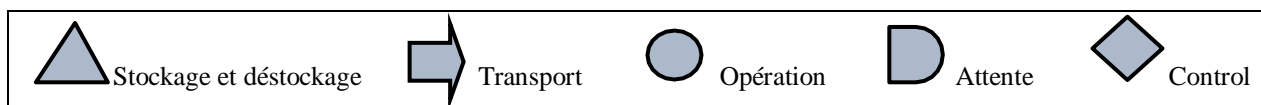
### 3. *Mesure de la performance de l'état actuel :*






La phase de mesure consiste dans un premier temps à cartographier le flux de production, puis à collecter les différents enjeux liés au processus actuel et les gaspillages affectant la production, pour apporter l'amélioration et l'élimination de ces gaspillages.

Pour la même quantité demandée, on remarque que la productivité de référence TV8 est plus élevée que celle des autres références ce qui nécessite de faire une étude sur la chaîne de référence TV8 afin d'effectuer une amélioration continue permettant d'augmenter la productivité et d'éliminer les sources de gaspillages détectés sur la chaîne de production.

#### a. Analyse de déroulement :

Le flux de production peut être schématisé à travers plusieurs outils et méthodes. Nous utilisons donc une analyse de flux de processus qui est plus détaillée et permet d'identifier les différentes étapes de la réalisation du processus de manière globale, et elle est standardisée grâce à l'utilisation des éléments suivants symboles pour qualifier les étapes constitutives du processus :



					Distance	Temps	Quantité	Poids	Déroulement
●				●					Sortie magasin
	●				5m	0,10h	700p	4388kg	Vers atelier production
		●		●		0,017h/p	93p/h		OP 20 : Alésage, dressage et chanfrein des pistes et face appuie moyeu
	●				1,5m	0.01h			Vers OP 30
		●		●		0,016h/p	93p/h		OP 30 : Dressage, chanfrein des pistes et de la face jante
	●				1,5m	0.01h			Vers OP 40

		●		●		0,016h/p	93p/h		OP 40 : Dressage des pistes F1 et F2, face appuie et face jante
	●				1,5m	0.04h			Vers perçage
		●		●		0,016h/p	93p/h		OP 50 : Perçage et taraudage
	●					0.008h			Vers lavage des TV8
		●				0.009h/p	93p/h		OP60 : Lavage
	●				1,5m	0.01h			Vers l'équilibrage
		●		●		0,008h/p	93p/h		OP70 : Equilibrage des TV8
	●				1,5m				Vers contrôle DIM et marquage
		●		●		0,011h/p	93p/h		OP80:Contrôle et marquage
	●				1,5m	0.01h			Vers contrôle visuel
		●		●		0,005h/p	700p		OP90 : Contrôle visuel
	●				1m	0.09h			Vers peinture
		●				0,008h/p			OP100 : Peinture
	●				2m	0.018h			Vers Firewall
				●		0,013h/p	700p		OP120:Contrôl final à 100%
		●					2100p		Mise en caisse
	●				7m	0.63h			Chargement au camion
<b>1</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>24m</b>				

**Tableau 5** : Analyse de déroulement de TV8

b. Schématisation de flux par le VSM :

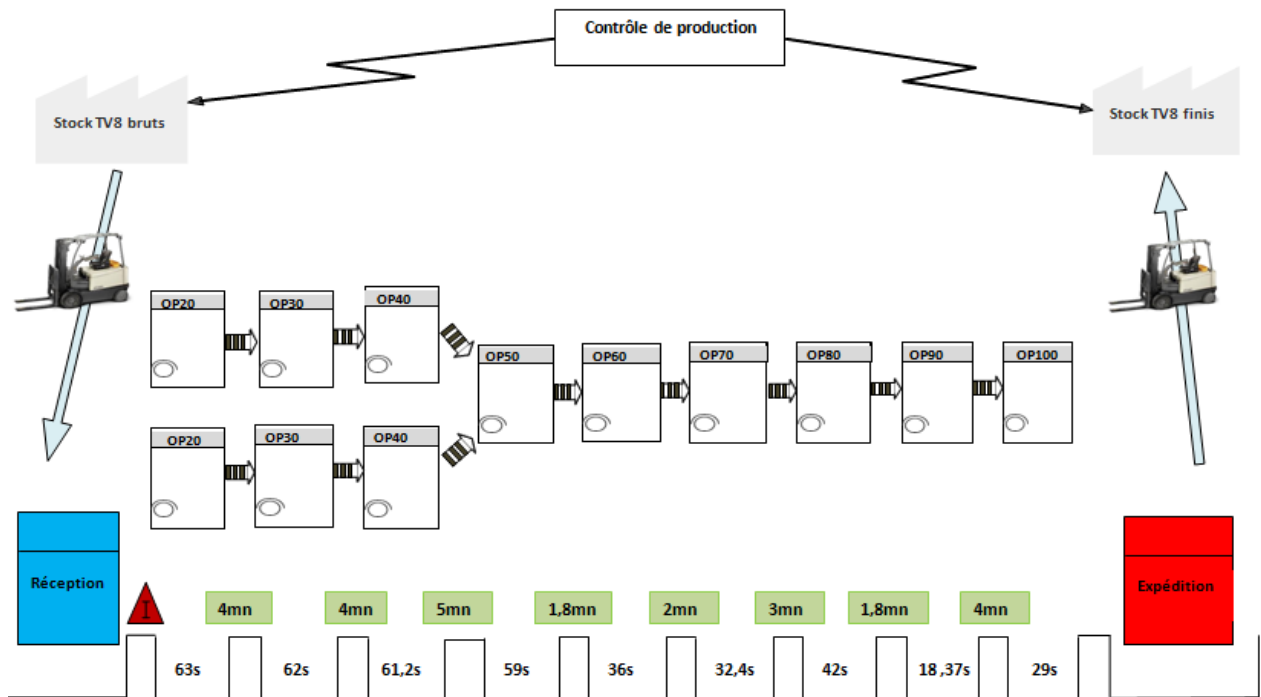


Figure 18 : Diagramme de la VSM de l'état actuel

4. Analyse de processus :

Après l'élaboration de la cartographie des flux de valeur VSM, j'ai remarqué un déséquilibre entre les postes de travail et d'autres problèmes qui ne sont pas clairs dans la VSM mais qui sont observés pendant le chronométrage qui doit être amélioré.

a. Diagramme ISHIKAWA (5M) :

Le diagramme d'ISHIKAWA, également appelé diagramme de cause et effets, ou diagramme en arêtes de poisson ou encore diagramme des 5M, c'est un outil de visualisation structurée et de communication des causes identifiées, qui représente les causes menant à un effet, Il peut être utilisé dans le contexte de recherche de cause d'un problème ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place d'un projet.

Ce diagramme est généralement organisé autour du concept de 5 M :

**Méthodes** : les méthodes ou procédures utilisées pour réaliser l'activité.

**Main d'œuvre** : Les interventions humaines

**Matière** : Les consommables utilisés comme les matières premières.

**Milieu** : le lieu de travail ou l'espace où se déroule l'activité, son aspect et son organisation physique.

**Matériels** : équipements, machines, outils...

Les principales étapes pour tracer le diagramme ISHIKAWA :

- Etape 1 : définir le problème en termes d'effet,
- Etape 2 : lister les causes (sera mise en œuvre à l'aide de la méthode des 5 pourquoi ?).
- Etape 3 : tracer l'arête de poisson,
- Etape 4 : trier, regrouper les causes équivalentes,
- Etape 5 : classer les causes selon les 5 M : méthode - milieu - matériel - main d'œuvre - matière,
- Etape 6 : tracer le diagramme (arête de poisson).

La réalisation de VSM dans l'atelier de production de TV8 a révélé un gaspillage énorme, afin d'identifier les causes principales de ce gaspillage, j'ai utilisé la méthode des 5M pour regrouper ces causes en catégories :

❖ **Méthodes** :

- Déséquilibre entre les postes de travail.
- 5S non respecté : désordre dans l'emplacement des outils.
- Les cartes de solutions ne sont pas à la disposition des opérateurs contenant des instructions pour effectuer le réglage de programme des machines.
- Un opérateur réalise plusieurs tâches en même temps.
- La main d'œuvre n'est pas formée sur les machines.
- Retouches et répétition d'usinage.
- Donner le feu vert pendant la production qui entraîne un retard de production.

❖ **Main d'œuvre** :

- Gestes inutiles : énormément de transfert entre les postes de travail : tâches inutiles, le fait de chercher les moyens de contrôle ...
- Mauvaises habitudes de travail : déplacements inutiles, un opérateur travaille dans 2 postes pour couvrir l'absence d'un autre opérateur, un opérateur doit réaliser un contrôle 1 sur 5 des TV8 mais il ne le fait pas ce qui augmente la quantité des pièces non conformes.
- Erreurs d'inattention.
- Lenteurs remarquables dans l'exécution des tâches dans certains postes.

- Retard des opérateurs dû au transport.
  - ❖ **Matière :**
  - Attente de l'arrivée de la matière première.
  - Accumulation des TV8 bruts entraîne des défauts de qualité.
  - Stock des encours élevé (semi fini).
  - ❖ **Milieu :**
  - Espace de travail exigu et mal organisé.
  - L'odeur de peinture a des effets fatals sur les opérateurs.
  - Trop de poussière à l'atelier due au soufflage des coupeaux.
  - ❖ **Matériels :**
  - Problème de réglages pour certaines machines.
  - Manque de moyens de contrôle de qualité dans certains postes.
  - Coupure d'électricité.
  - Fréquents arrêts de production.

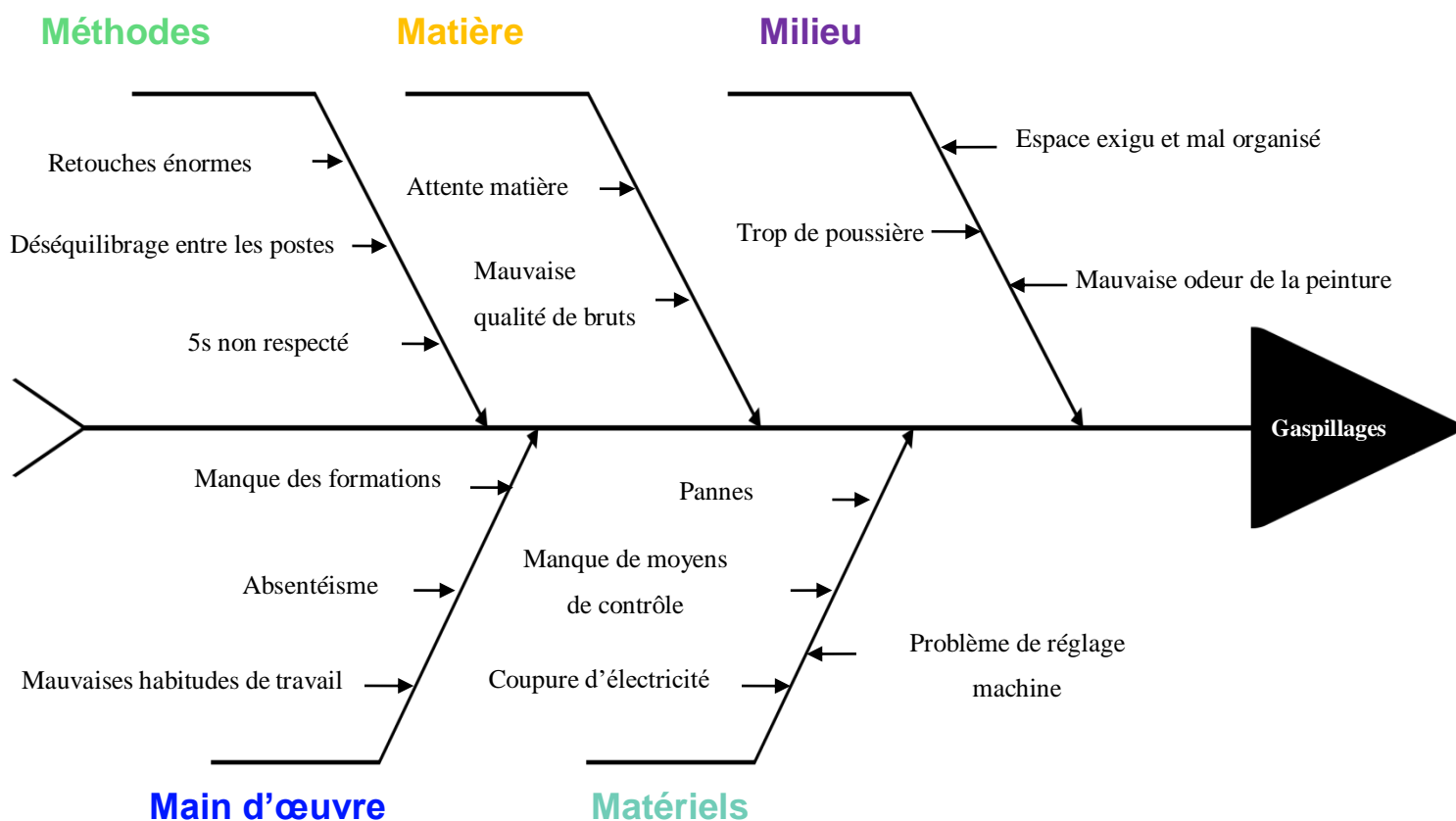


Figure 19 : diagramme ISHIKAWA de gaspillages

***b. Diagramme de Pareto :***

Le diagramme de Pareto est un graphique représentant l'importance de différentes causes d'un phénomène. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

Ce diagramme se présente sous la forme d'une série de colonnes triées par ordre décroissant. Elles sont généralement accompagnées d'une courbe des valeurs cumulées de toutes les colonnes.

Ce diagramme est construit en plusieurs étapes:

- collecte des données
- classement des données au sein de catégories
- calcul du pourcentage de chaque catégorie par rapport au total
- tri des catégories par ordre d'importance

Il sera nécessaire d'analyser la fréquence d'apparition des formes de gaspillages mentionnés précédemment, pour définir sur quels problèmes il faut traiter en priorité, pour améliorer significativement la situation.

Pour réaliser cette étude, nous avons travaillé sur un historique de 6 mois, en calculant la fréquence d'apparition pour chaque gaspillage.

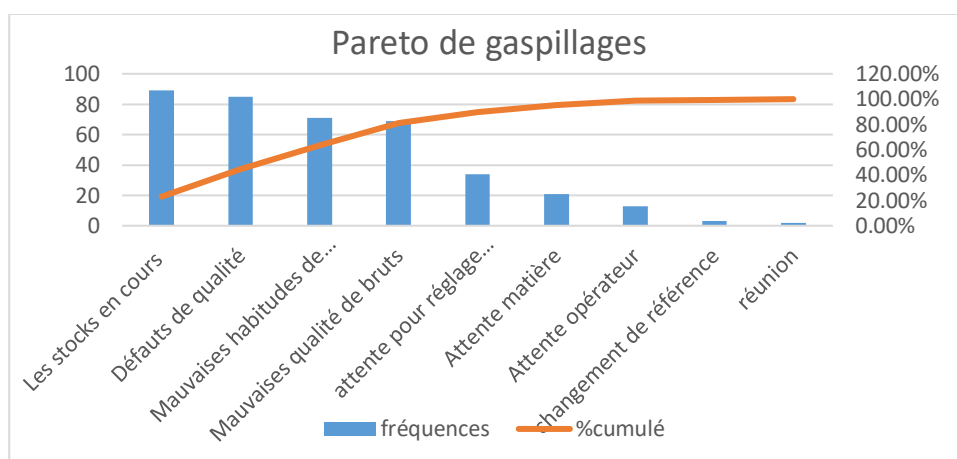
En effet, après avoir collecté les données nécessaires à l'analyse, j'ai suivi ces étapes :

- déterminer la fréquence d'apparition de chaque forme de gaspillage.
- Classer les formes de gaspillages par fréquence d'apparition en ordre décroissant et calcul de fréquence cumulé.
- Calculer la fréquence cumulée pour chaque gaspillage.



	CAUSES	fréquences	Fréquence cumulé	%	%cumulé
1	Les stocks en cours	89	89	22,99%	22,99%
2	Défauts de qualité	85	174	21,96%	44,96%
3	Mauvaises habitudes de travail	71	245	18,34%	63,30%
4	Mauvaises qualité de bruts	69	314	17,82%	81,13%
5	attente pour réglage machine	34	348	8,78%	89,92%
6	Attente matière	21	369	5,42%	95,34%
7	Attente opérateur	13	382	3,96%	98,70%
8	changement de référence	3	385	0,77%	99,48%
9	réunion	2	387	0,51%	100%
		387			

**Tableau 6** : les gaspillages et leurs fréquences d'apparition



**Figure 20** : diagramme Pareto représentant les formes de gaspillages sur une période de 6 mois

Selon ce diagramme, on voit que les formes de gaspillages les plus fréquents sont :

- ✓ Les stocks en cours
- ✓ Défauts de qualité
- ✓ Mauvaises habitudes de travail

**Conclusion :**

Au début de ce chapitre, on a commencé par une définition de la problématique à l'aide de la méthode QQQCCP, puis on a effectué la sélection de la ligne la plus sollicitée en se basant sur la moyenne de la production de l'année précédente. Par la suite on a schématisé le flux de production par le VSM pour donner une visualisation sur le flux et dévoiler les pertes. Après avoir identifié les différentes causes des pertes via l'outil ISHIKAWA, on a utilisé un diagramme de Pareto pour mettre en évidence les anomalies les plus pénalisantes de la production.

## **Chapitre III:**

### **Equilibrage des postes de travail**

Après avoir mentionné les anomalies de la chaîne de production, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes d'amélioration, afin d'éliminer ces problèmes et d'améliorer la productivité. Cette partie du projet consiste à équilibrer les postes de travail, afin que le temps d'exécution des opérations soit approximativement égal pour chaque poste de travail.

## **I. La méthode Takt Time :**

Étant une philosophie qui s'articule autour du concept de l'élimination des gaspillages, le Lean management s'appuie sur de nombreux paramètres pour assurer une bonne gestion de la production.

Le Takt Time est un paramètre qui s'inscrit dans la démarche du Lean (amélioration continue). Il est employé dans l'industrie pour désigner le temps nécessaire pour la production des pièces en fonction des besoins du client (satisfaction client).

### **1. Définition du Takt Time :**

Taktzeit est un terme allemand à l'origine de l'appellation Takt Time. Cette dernière désigne la durée théoriquement nécessaire pour la production d'une pièce dans une situation donnée. Elle donne le rythme de toutes les activités de la chaîne de valeur.

En fait, ce paramètre prend en considération le nombre de pièces demandées par le client et le temps disponible pour la satisfaction de cette commande. Il permet ainsi de dicter le rythme de production nécessaire pour satisfaire la demande dans le respect des délais et éviter le gaspillage.

Dans le cadre de mettre en place une démarche d'amélioration continue, le Takt Time fournit aux opérateurs un objectif clair et bien précis qui leur permet de moduler la cadence de la production en fonction de la demande des clients, ce qui assure l'optimisation des ressources. Nous pouvons dire que cette méthode permet d'améliorer la performance industrielle des entreprises.

Pour le calculer, il suffit de diviser le temps disponible par le nombre de pièces souhaitées :

$$\mathbf{Takt\ Time = TT = \frac{\mathbf{temps\ disponible}}{\mathbf{nombre\ de\ pièces}} \quad (1)$$

## 2. *L'intérêt de la méthode Takt Time :*

S'agissant d'une valeur théorique, le Takt Time permet à l'entreprise industrielle d'évaluer sa productivité et d'apporter les améliorations nécessaires pour répondre aux besoins des clients et ne pas perdre de compétitivité

En fait, un 2<sup>ème</sup> paramètre entre ici en jeu, il s'agit du Temps de cycle. C'est la durée moyenne réelle nécessaire pour le système de production d'une pièce dans une situation bien déterminée.

$$TC = \frac{\text{Temps disponible}}{\text{Nombre de pièces produites}} \quad (2)$$

Ce paramètre réel prend en considération le temps perdu dans la fabrication des pièces défectueuses et non conformes. Mais aussi le temps gaspillé pour le rééquilibrage et le paramétrage des machines en vue de produire des pièces conformes.

En fait, l'objectif de toute entreprise industrielle est d'arriver à un Takt Time égal au temps de cycle. Lorsque celui-ci est supérieur au temps de cycle, l'entreprise produit en surcapacité. Dans le cas opposé l'entreprise produit en sous-capacité et ne sera pas capable de répondre aux besoins de ses clients.

Le Takt Time est ainsi un repère de vitesse et de rythme de production qui permet à l'entreprise d'adapter sa production en fonction des fluctuations de la demande et de ne pas perdre d'efficacité et de compétitivité. Cela permet d'éviter le surplus de stocks et la non-valeur ajoutée.

En général, ce paramètre permet à l'entreprise de réduire ou augmenter le nombre de personnels chargés de la production, et également d'améliorer les conditions du travail et de réduire le stress lié au retard de la livraison.

## 3. *Comment atteindre le Takt Time :*

Pour que l'entreprise réussisse à atteindre son Takt Time, des outils d'amélioration continue peuvent être mis en place pour la gestion de production. Par exemple, la mise en place d'instructions de travail digitales permet aux opérateurs de faire bon du premier coup. Par conséquent, l'entreprise produit mieux, plus rapide et sans problème de qualité.

D'autre parts, notons également que le management visuel permet également d'avoir un suivi détaillé de la trésorerie ainsi que limiter les retards de règlements clients.

## **II. Application de la méthode Takt Time :**

Pour que les résultats soient valables, le chronométrage doit être fait selon la manière suivante:

- La préparation de l'étude des temps
- L'exécution de l'étude des temps
- L'analyse des temps et proposition d'amélioration

Pour cela il faut :

- Rassembler les données
- Contacter les opérateurs
- Vérifier les conditions d'exécution de travail

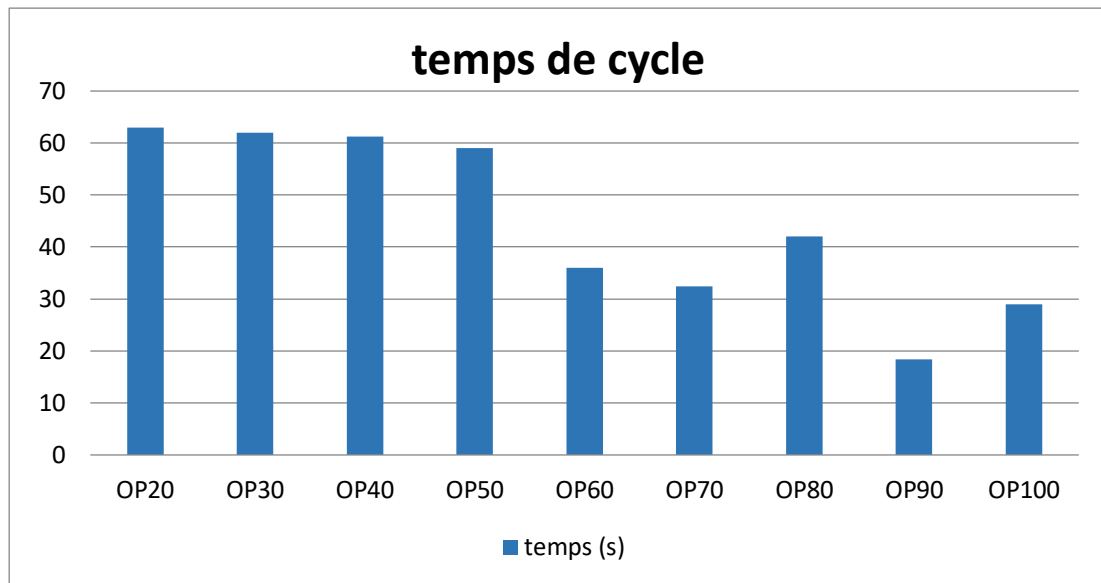
### **1. Calcule les temps d'exécution :**

Les temps d'exécution sont calculés avec une attention particulière, car ce calcul est très important pour l'opérateur et l'entreprise et affecte le résultat d'équilibrage.

Afin d'améliorer la ligne TV8, nous avons fait un chronométrage dans cette ligne deux semaines après l'application de la méthode proposée, qui est indiquée dans le tableau suivant :

<b>Opération</b>	<b>OP20</b>	<b>OP30</b>	<b>OP40</b>	<b>OP50</b>	<b>OP60</b>	<b>OP70</b>	<b>OP80</b>	<b>OP90</b>	<b>OP100</b>
<b>Temps(s)</b>	63	62	61,2	59	36	32,4	42	18,37	29

**Tableau 7 : Chronométrage des postes de la ligne TV8**



**Figure 21** : diagramme des temps cycles

On remarque qu'il existe un déséquilibre entre les postes de travail car le temps de cycle varie d'un poste à l'autre.

## 2. Analyse de temps :

### Le temps cycle :

Le temps de cycle de chaque poste est déterminé par le tableau 7.

Si le temps de cycle varie d'un poste à l'autre, la chaîne est dite déséquilibrée.

### La cadence :

La chaîne de production est constituée de 12 postes et nécessite 11 opérateurs directs, un opérateur polyvalent et 3 opérateurs indirects dont un technicien, un régleur et le chef de production.

La demande client en produits / unité de temps : 2100 pièces / jour c'est-à-dire 700 pièces / shift. Le rendement global est de  $R = 90\%$  (10 pièces défectueuses sur 100).

### Le Takt Time (TT) :

Le Takt Time (TT) est la maille de temps unitaire disponible pour effectuer une tâche selon la demande du client, c'est le rythme sur lequel il faut se caler pour se conformer à la demande, il se définit par la relation suivante :

$$TT = \frac{\text{Temps de production}}{\text{Quantité demandée}} \quad (3)$$

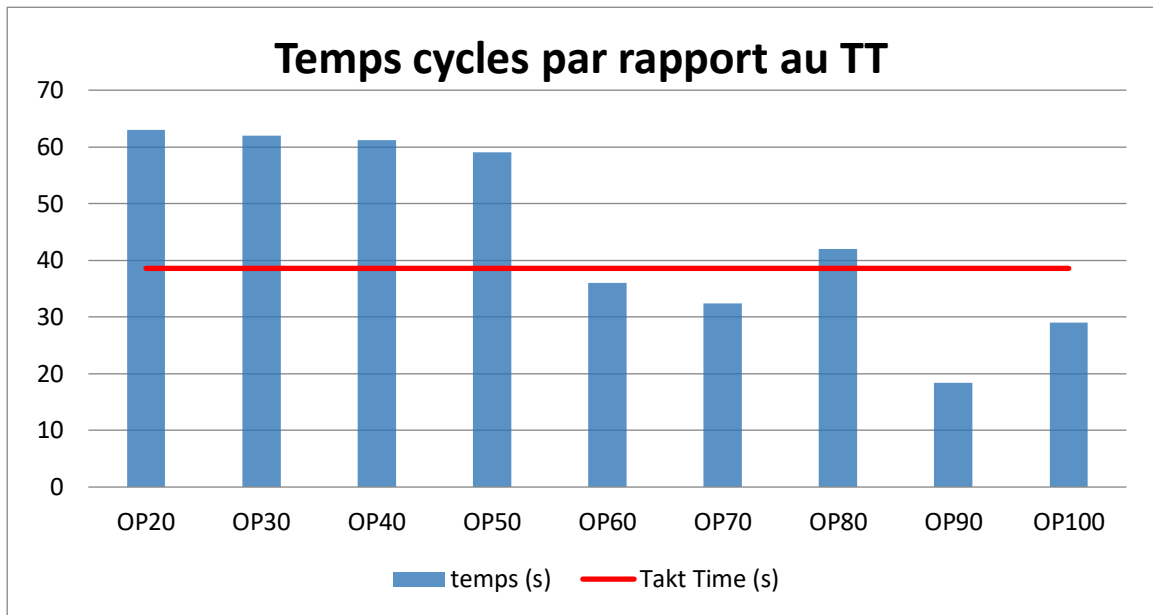
Le temps d'ouverture est de 480 minutes, sachant que chaque équipe travaille 7h30min par jour, donc le temps de production (TP) est de 450 minutes, donc :

$$TT = \frac{450 \cdot 60}{700} \quad (4)$$

Donc :

$$TT = 38,57s$$

En visualisant les temps de cycles par rapport au Takt Time sur la figure suivante :



**Figure 22** : temps cycles par rapport au Takt Time

D'après cette figure, on constate que la charge de travail est déséquilibrée car les temps de cycle des postes OP20, OP30, OP40, OP50 et OP80 dépassent le Takt Time, donc mon étude sera focalisée sur ces postes.

On a le temps cycle maximale :  $TC = \frac{\text{Temps disponible}}{\text{Nombre de pièces produites}} = R * TT \quad (5)$

Avec : R le rendement

Donc :

$$TC = 0,9 * 38,57$$

$$TC = 34,71s$$

Et on a le nombre minimal des postes se calcule par la relation suivante:

$$N_{min} = \frac{\sum_{i=1}^N Tu(i)}{TC}$$

Si on applique la relation précédente, on a :

$$N_{min} = 12\text{postes}$$

### 3. Proposition d'amélioration :

L'objectif est d'avoir des temps cycles inférieurs au Takt Time, ainsi que minimiser les temps

d'arrêts pour obtenir des temps cycles nettement inférieurs au temps de Takt.

Dimensionnement de la ligne de type flow shop :

L'algorithme d'équilibrage et calculs a été appliqué pour chaque opération i :

- Si  $Tu(i) > TC$  : mettre les  $Np$  postes en parallèle pour faire cette opération avec :

$$Np = \frac{Tu(i)}{TC}$$

Remarque : on retiendra pour  $Np$  la valeur entière immédiatement supérieure.

- Si  $Tu(i) < TC$  : grouper opérations adjacents ( $i = i - 1$  ou  $i = i + 1$ ) jusqu'à :  $Tu(i) \leq TC$ .

Dans notre cas nous avons :

$$Np1 = \frac{63}{34,71} = 1,81 \cong 2$$

$$Np2 = \frac{62}{34,71} = 1,78 \cong 2$$

$$Np3 = \frac{61,2}{34,71} = 1,76 \cong 2$$

$$Np4 = \frac{59}{34,71} = 1,69 \cong 2$$

$$Np5 = \frac{36}{34,71} \cong 1$$

$$Np6 = \frac{32,4}{34,71} = 0,93 \cong 1$$

$$Np7 = \frac{42}{34,71} = 1,21 \cong 1$$

$$Np8 = \frac{18,37}{34,71} = 0,52 \cong 1$$

$$Np9 = \frac{29}{34,71} = 0,83 \cong 1$$

L'indicateur de l'équilibrage de la ligne doit tendre vers 1.

$$Taux\ d'équilibrage = \frac{\sum_{i=1}^N Tu(i)}{N * Max(Top(j))}$$

Avec :

N: nombre des postes de travail

Max (TOP(j)) : temps opératoire pour le poste goulet

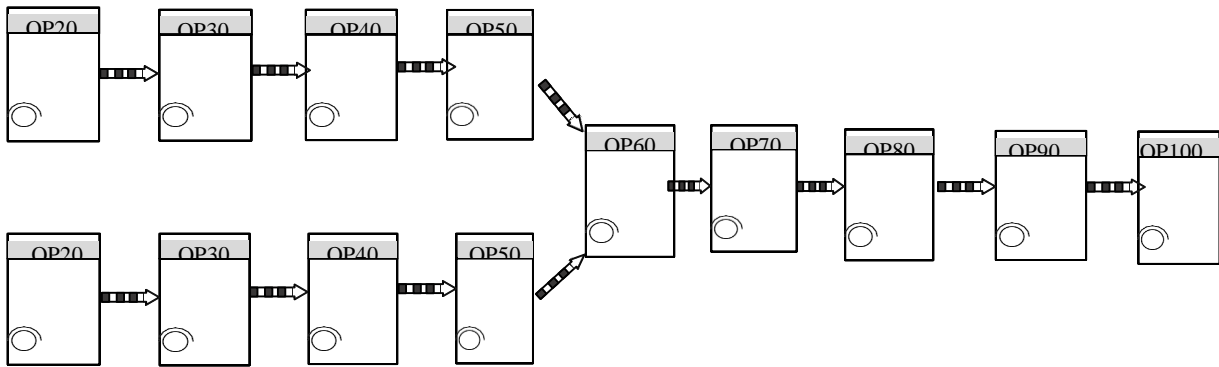
Dans notre cas Max (TOP(j))=Tu(OP20)=63s

Donc :



$$\begin{aligned} \text{Taux d'équilibrage} &= \frac{402,97}{9 * 63} \\ &= 0,71 \end{aligned}$$

Voilà donc la nouvelle implantation proposée pour la ligne de production :



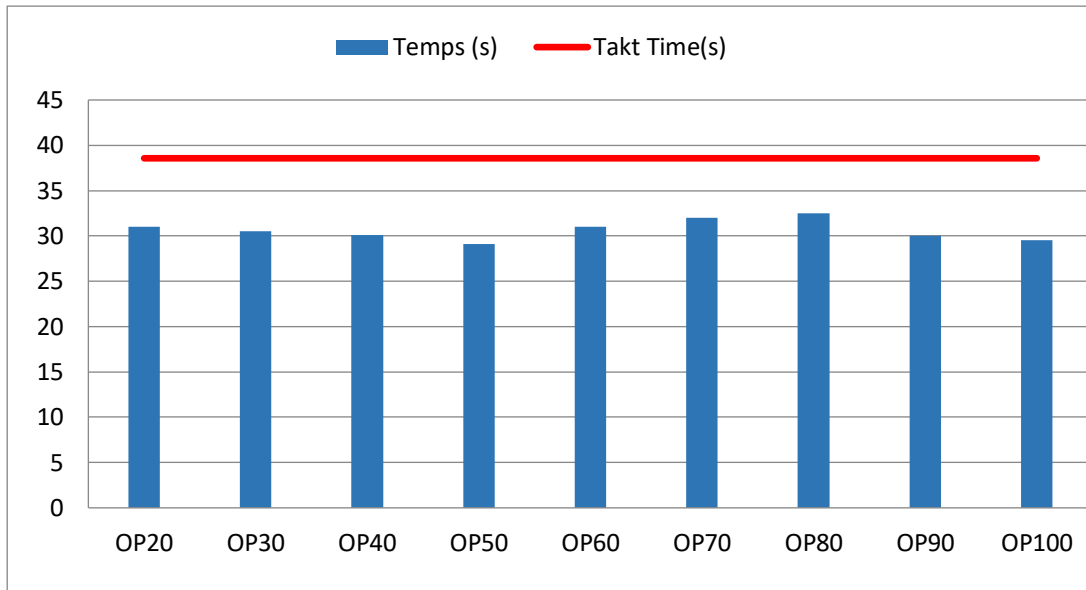
**Figure 23** : implantation des postes de travail après l'équilibrage

Donc on voit qu'il faut ajouter d'autre poste de perçage pour atteindre l'objectif. Ce poste existe mais il travaille d'autre référence donc j'ai proposé de travailler par ce poste la référence TV8 puisque d'autre référence sont peu demandées.

Les nouveaux temps de cycle de postes de travail sont présentés comme suit:

les postes	temps cycle avant(s)	temps cycles après(s)
OP20	63	31,5
OP30	62	31
OP40	61,2	30,6
OP50	59	29,5
OP60	36	31,32
OP70	32,4	32
OP80	42	32,5
OP90	18,37	30
OP100	29	29,5

**Tableau 8** : temps de cycle de poste après l'amélioration



**Figure 24 :** Temps cycles de travail après l'amélioration

#### 4. *Chiffrage des gains :*

La demande de client est définie à une quantité moyenne journalière de 700 pièces/shift, soit 2100 pièces/jours.

Ce plan d'action a permis d'augmenter la quantité produite de 630 à 700 pièces/shift et ainsi de répondre au besoin clients et de travailler en Takt Time. L'amélioration de la productivité est estimée à 10%.

	Avant l'équilibrage	Après l'équilibrage
cadence	630	700
productivité	90%	100%

**Tableau 9 :** chiffrage des gains

#### *Conclusion :*

Après avoir équilibré les postes, nous avons pu augmenter la cadence de production de la ligne TV8, ce qui a amélioré la productivité de 10 %, et grâce à cette amélioration, l'entreprise peut répondre à la demande des clients. D'autres anomalies influençant sur la productivité seront traitées dans d'autres parties.

## **Chapitre IV :**

### **Elimination de gaspillages et remise à niveau de** **5s**

Après avoir réalisé un diagnostic de l'état actuel de la chaîne de production de TV8 et équilibré les postes de travail, on va proposer dans ce chapitre un plan d'action afin d'améliorer le flux de production en éliminant les gaspillages et remise au niveau des 5S.

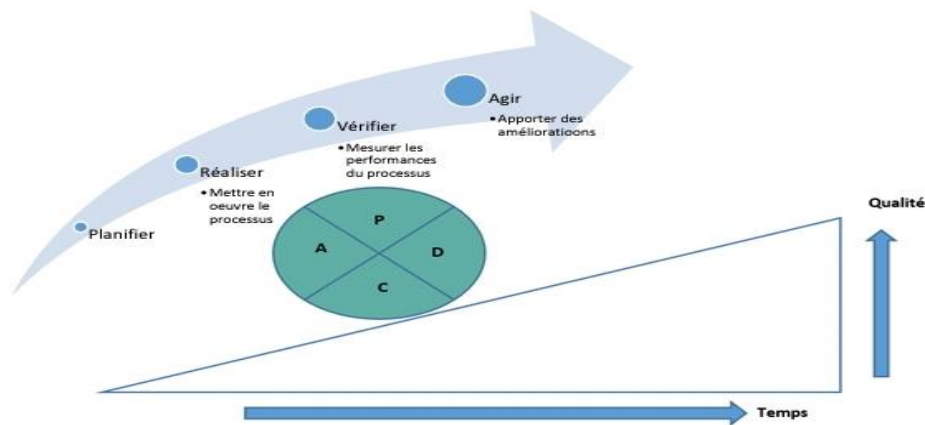
## **I. Défaut de qualité :**

Cette partie du projet est dédiée à la réalisation d'une étude des défauts de qualité afin de réduire le taux des rebuts, en appliquant les outils nécessaires d'amélioration de la qualité.

### **1. Analyse de l'existant et proposition d'amélioration :**

Avant de procéder à l'étude des paramètres qui influent sur la qualité des pièces, il faut d'abord commencer par un diagnostic de l'état de lieu en se basant sur le concept PDCA, qui représente la démarche par excellence de mise sous contrôle d'une activité en management de la qualité en 4 étapes : « planifier, faire, vérifier, agir ».

Ce cycle itératif est représenté à l'aide d'une roue :



**Figure 25 :** représentation de la roue de Deming

#### **a. Planifier :**

L'objectif est de réduire les défauts de qualité afin de répondre aux besoins des clients.

#### **b. Faire :**

Cette étape consiste à collecter les informations nécessaires afin d'identifier les zones problématiques. L'étude est basée sur un historique de 4 mois qui représente la quantité produite et la quantité de défauts, puis on calcule le niveau d'indice DPU (Défauts Par Unité) qui représente le nombre de défauts moyens par unité produite, et cela est indiqué dans le tableau 10:

mois	Quantité produites	Quantité de défauts	DPU
décembre	28790	998	3,46%
janvier	27877	1077	3,86%
février	37570	1144	3,04%
mars	45703	1426	3,12%

**Tableau 10** : Quantité produite et taux de défauts

*c. Vérifier :*

Après avoir analysé l'état de lieu, il est nécessaire de collecter des données sur les éléments suivants :

- Type de défauts
- Description des défauts

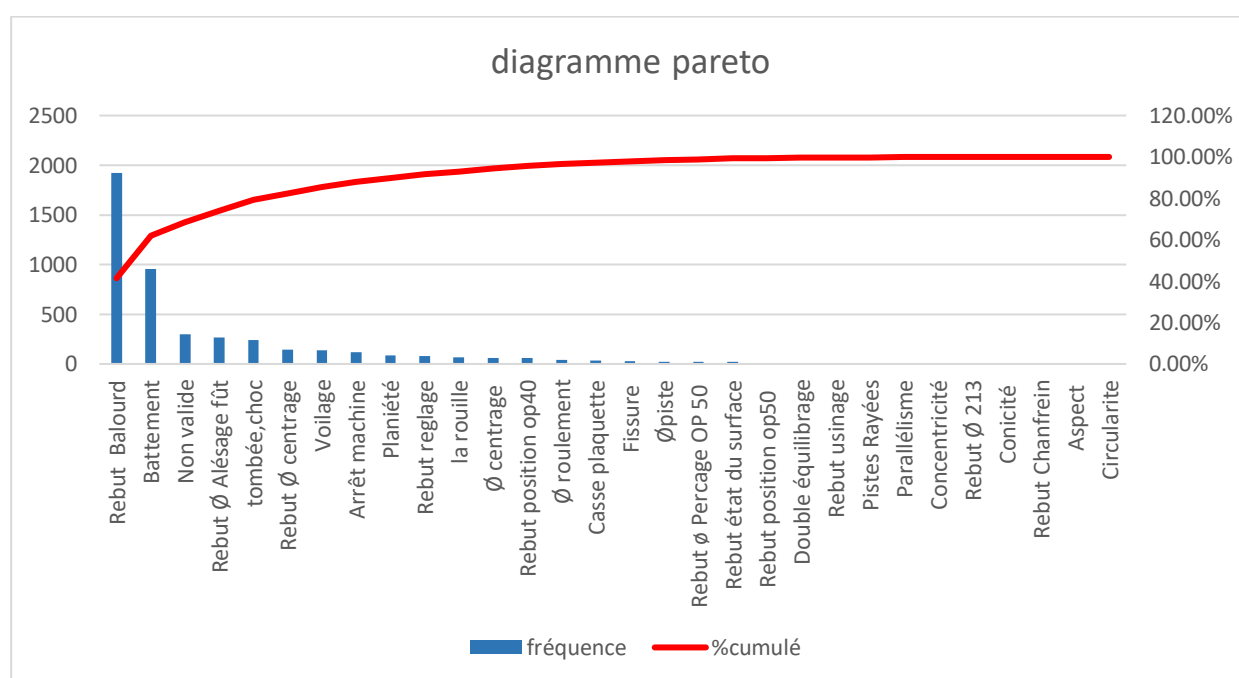
Le tableau suivant montre les types de défauts et leurs proportions :

Type de défaut	fréquence	fréquence cumulé	%	%cumulé
Rebut Balourd	1923	1923	41,40%	41,40%
Battement	955	2878	20,56%	61,96%
Non valide	296	3174	6,37%	68,33%
Rebut Ø Alésage fût	268	3442	5,77%	74,10%
tombée, choc	243	3685	5,23%	79,33%
Rebut Ø centrage	145	3830	3,12%	82,45%
Voilage	137	3967	2,95%	85,40%
Arrêt machine	116	4083	2,50%	87,90%
Planéité	88	4171	1,89%	89,79%
Rebut réglage	80	4251	1,72%	91,52%
la rouille	67	4318	1,44%	92,96%
Ø centrage	63	4381	1,36%	94,32%
Rebut position op40	60	4441	1,29%	95,61%
Ø roulement	41	4482	0,88%	96,49%
Casse plaquette	32	4514	0,69%	97,18%
Fissure	31	4545	0,67%	97,85%
Ø piste	23	4568	0,49%	98,34%
Rebut ø perçage OP 50	22	4590	0,47%	98,81%
Rebut état du surface	21	4611	0,45%	99,27%
Rebut position op50	9	4620	0,19%	99,46%
Double équilibrage	8	4628	0,17%	99,63%
Rebut usinage	4	4632	0,09%	99,72%
Pistes Rayées	3	4635	0,06%	99,78%

Parallélisme	3	4638	0,06%	99,85%
Concentricité	2	4640	0,04%	99,89%
Rebut Ø 213	1	4641	0,02%	99,91%
Conicité	1	4642	0,02%	99,93%
Rebut Chanfrein	1	4643	0,02%	99,95%
Aspect	1	4644	0,02%	99,97%
Circularité	1	4645	0,02%	100,00%
Total	4645			

**Tableau 11** : classification des défauts de qualité

En se basant sur les données du tableau ci-dessus, on peut tracer le diagramme de PARETO comme suit :



**Figure 26** : diagramme Pareto des défauts de qualité

On choisit alors de travailler sur les problèmes de balourd et de battement qui représentent 61,96% de la totalité des défauts.

➤ **Problème de balourd :**

Un déséquilibre de la masse est dénommé **balourd**, il signifie que la matière du tambour n'est pas uniformément distribuée autour la pièce. C'est à dire qu'il existe un coté plus lourd que l'autre. Si ce problème reste dans le tambour, en cas de rotation, il génère des forces dynamiques, des vibrations et des bruits qui, avec l'augmentation de la vitesse de rotation,

deviennent de plus en plus importants et particulièrement néfastes pour son environnement direct (humain, mécanique, fonctionnel, ...).

La machine d'équilibrage fait un test pour détecter le coté le plus lourd et selon les résultats on trouve 3 cas :

Les Cas	Grammage	Procédure suivie
1 <sup>er</sup>	Inférieur à 88g.cm	La pièce est bonne
2 <sup>ème</sup>	Entre 88g.cm et 500g.cm	La machine enlève la matière du coté plus lourd et elle répète l'équilibrage
3 <sup>ème</sup>	Supérieure à 500g.cm	La pièce est non réparable

**Tableau 12 :** les opérations de machine d'équilibrage



**Figure 27 :** Photo d'une pièce rebut à cause de balourd

**Grammage :** la déférence de masse entre le coté lourd et le cote opposé

On veut noter aussi que durant cette opération l'enlèvement de la matière de la pièce lors de sa rotation provoque une augmentation de sa température, surtout si elle a un grammage relativement important (entre 300g et 499g).

Pour découvrir la cause racine de ce problème on utilise la méthode des 5 pourquoi :

Pourquoi	Pourquoi	Pourquoi	Pourquoi	Pourquoi
Un déséquilibre de répartition de la matière : le grammage est	-Fonderie	Une masse additionnelle fondue dans la pièce	- moule non nettoyé	-absence de nettoyage
		-Mauvais		

plus élevé dans un coté de la pièce	-Voilage	maintien de la pièce par le mandrin	-L'existence des coupeaux	-absence de nettoyage
	-défaut d'usinage	-Serrage	-Mauvais réglage	-Machine usée

**Tableau 13** : analyse de défauts de balourd par la méthode des 5 pourquoi

➤ Problème de battement :

Les erreurs de battement sont obtenues en faisant tourner la pièce et en mesurant l'amplitude du déplacement grâce à un comparateur. Selon l'inclinaison de l'axe de mesure, il s'agit du battement radial, axial ou oblique. Le battement simple est mesuré sur un cercle tandis que le battement total est mesuré sur une surface (cylindre, plan, cône).

L'erreur de battement comprend simultanément la forme du profil ou de la surface mesurée et l'inclinaison de l'axe de la pièce par rapport à l'axe de rotation. Par exemple, si l'on mesure un disque de frein dont la piste est parfaitement plane mais que l'axe du moyeu, qui est l'axe de rotation en fonctionnement, n'est pas exactement perpendiculaire à la surface de la piste, la courbe de battement présentera un point haut et un point bas situé à 180° l'un de l'autre. Sur les disques de frein, l'erreur de battement a une grande influence sur la qualité du freinage (problèmes de vibration).

Après avoir analysé le bilan de défaut de 4 mois, on conclut que les postes de tournage OP20, OP30, OP40 et le poste d'équilibrage sont les postes qui sont responsables à ce défaut.

Pour analyser ce qui se passe au niveau des postes de tournage et d'équilibrage, on construit un diagramme d'ISHIKAWA. Cet outil visuel a pour but de lister les causes qui ont un impact sur un effet et de les classer en catégories.

Pour lister les causes potentiellement importantes du problème de battement des moyeux tambours, on utilise la méthode de « brainstorming » avec une équipe pluridisciplinaire.

Les causes évoquées sont :

- Erreur de montage c'est-à-dire un couple incorrect lors du montage de la pièce.
- Assise incorrecte de la pièce en raison du non-respect des tolérances de fabrication.



- Une augmentation de la vitesse d'avance entraîne une augmentation de température et par conséquent l'échauffement de la pièce.
- Usure de la plaquette d'outil provoque un frottement contre la pièce ce qui entraîne une déformation de la pièce.
- Augmentation de la vitesse de coupe.

On regroupe alors ces causes en catégories à l'aide de diagramme d'ISHIKAWA :

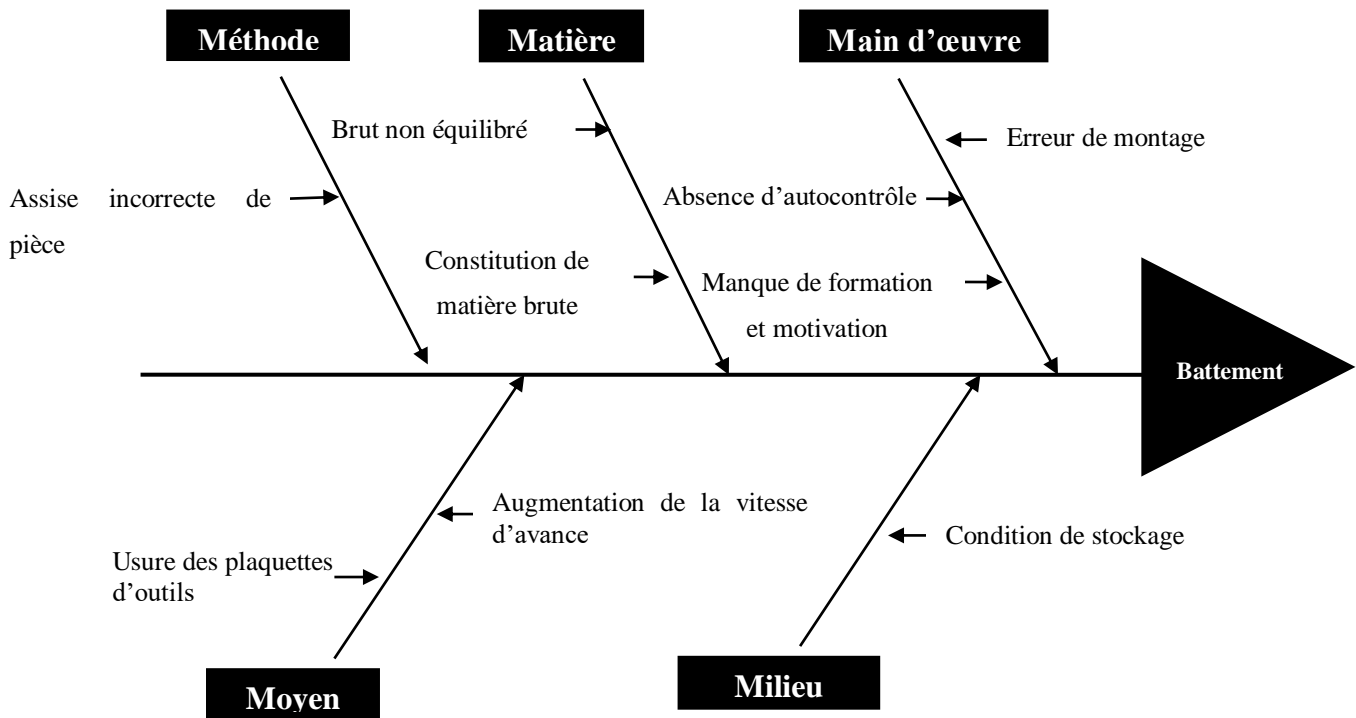
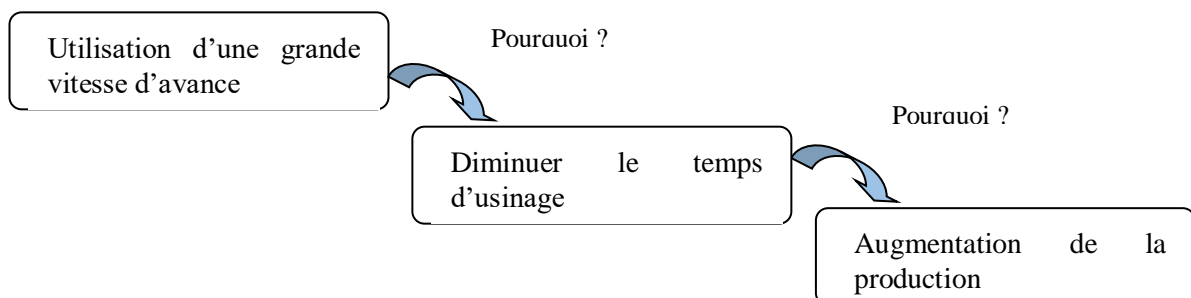


Figure 28 : Diagramme d'ISHIKAWA du défaut de battement de TV8

Après avoir classé les causes potentielles de défaut de battement sur le diagramme des 5M, pour découvrir la cause racine de ce problème on utilise la méthode des 5 pourquoi, cette méthode est utilisée pour détecter la cause principale parmi l'ensemble des causes identifiées.



**Figure 29** : Analyse de défaut de battement par la méthode des 5 pourquoi

*d. Agir :*

➤ Défaut de balourd :

La cause principale de cette défiance est le mauvais moulage de brut chez le fournisseur.

On a signalé ce résultat à l'encadrant et il a constaté qu'il était au courant de ce résultat et qu'il était en contact avec le fournisseur pour tenter de résoudre ce problème.

➤ Défaut de battement :

Après avoir généré le défaut sur lequel on doit agir, classé les causes potentielles sur le diagramme d'ISHIKAWA en catégories et analysé ce problème en utilisant la méthode des 5 pourquoi, cette étape consiste alors à proposer les solutions pour améliorer la situation.

Pour produire la quantité demandée dans un minimum de temps et inférieur au temps de production (7h30), l'opérateur travaille avec une grande vitesse sans respecter les valeurs qui existent dans le contrat de phase, et pose la pièce sans vérifier qu'elle est bien montée.

L'utilisation d'une vitesse d'avance très grande et qui ne s'adapte pas à la commande numérique de la machine, amène à des phénomènes thermiques, provoque l'usure d'outil et un échauffement important au niveau de la pièce influe sur la pièce et provoque une déformation invisible à l'œil nu.

Dans ce cas la solution proposée est de changer la méthode de travail dans les postes de tournage, de manière à imposer une valeur de vitesse compatible au programme numérique et de vérifier que la pièce est bien montée, et on a organisé une réunion avec les opérateurs pour les sensibiliser de respecter le contrat de phase.

Après avoir appliqué cette solution, le taux des pièces présentant des défauts de battement a diminué. L'objectif de la société est d'effectuer un contrôle sévère sur les pièces produites pour assurer l'absence de battement vu que ce défaut est invisible à l'œil nu.

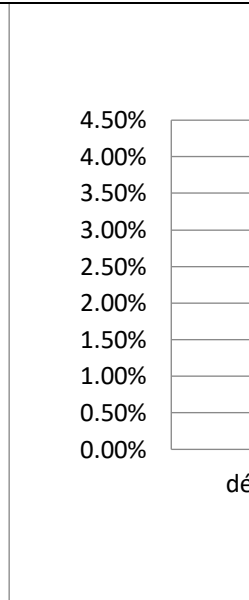
**2. Chiffrage des gains :**

Cette partie de travail consiste à suivre les résultats de la solution mise en œuvre, c'est pour cela on a collecté des données concernant les défauts du mois d'Avril, les résultats sont représentés

sur le tableau ci-dessous :

mois	Quantité produites	Quantité de défauts	DPU
Avril	39464	441	1,11%

**Tableau 14** : quantité produite et taux de défauts



**Figure 30** : quantité produites et taux de défauts

Après la résolution de problème de battement, on remarque que le taux de défaut a diminué et atteint une valeur de 1,11%.

**Conclusion :**

D’après une analyse des types de défauts de la qualité, on a déduit que les problèmes de balourd et de battement des moyeux tambours sont les défauts majeurs qui influent sur la qualité des produits finis. Face à ce gaspillage, il est nécessaire de changer la méthode de travail d’une manière que les opérateurs respectent la valeur de vitesse d’avance lors de l’usinage. Après la réalisation de ce plan d’amélioration le taux de défaut a reculé et atteint un pourcentage de 1,11%.

**II. Mauvaises habitudes de travail :**

**1. Suivi des opérateurs :**

Parmi les mauvaises habitudes de travail des opérateurs les lenteurs remarquables qui engendrent un retard de production, par contre la production trop rapide entraine une accumulation des pièces dans les postes et donc un déséquilibre entre les postes, il est nécessaire de donner des repères aux personnels durant le temps de production. Il est nécessaire de construire des fiches de passation, ces fiches aident le responsable de production à effectuer un suivi quotidien de l'état de la production à chaque poste et les éventuels retards qui surviennent qui seront justifiés par l'opérateur sont sous le contrôle du responsable de production.

<b>jour</b>	<b>Equipe</b>	<b>Objectif TV8</b>	<b>Réalisé TV8</b>	<b>Ecart</b>	<b>Cause</b>
Lundi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			
Mardi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			
Mercredi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			
Jeudi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			
Vendredi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			
Samedi	Matin	700			
	Après midi	700			
	Nuit	700			

**Tableau 15 : fiche de passation**

Chaque jour et avant un quart d'heure de lancement de travail d'équipe, le responsable de production doit passer sur chaque poste de la ligne de production pour donner aux opérateurs la

fiche de passation journalière qui est un outil très fiable pour noter la quantité réelle produite et les problèmes rencontrés.

Jour	Equipe	Objectif TV8 OP 80	Réalisé TV8 OP 80	ECART	Cause
Lundi	Matin	700	650		
	Après-midi	700	690		
	Nuit	700	650		Répétition HECH, pièce
Mardi	Matin	700	710		
	Après-midi	700	590		pièce en attente de la 1ère validation série
	Nuit	700	620		Répétition pièce HECH, validation pièce série
Mercredi	Matin	700	433		Départ de l'op 30, validation pièce série
	Après-midi	700	670		
	Nuit	700	690		Répétition pièce HECH, validation pièce série
Jeudi	Matin	700			
	Après-midi	700			
	Nuit	700			
Vendredi	Matin	700			
	Après-midi	700			
	Nuit	700			
Samеди	Matin	700			
	Après-midi	700			

Figure 31 : mise en place la fiche dans les postes (OP70)

Afin d'enregistrer ces données, le responsable d'atelier doit créer une base de données sous Excel contenant les heures passées sur les problèmes rencontrés sur une base hebdomadaire afin de répondre rapidement aux problèmes rencontrés et d'éliminer les retards.

REFERENCE : TV8		N° OF : _____																						
		Equipe : ...Matin...							Equipe : ...Après midi...							Equipe: Nuit								
		11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	15-avr	16-avr	17-avr	Total	11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	15-avr	16-avr	17-avr	Total	11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	15-avr	16-avr	17-avr
		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
OP20	Etat																							
	Réglage série																							
	1ère validation série																							
	panne																							
	sous charge																							
	attente matière																							
	attente régleur																							
OP30	Réglage série																							
	1ère validation série																							
	panne																							
	sous charge																							
	attente régleur																							
OP40	Réglage série																							
	1ère validation série																							
	panne																							
	sous charge																							
	attente régleur																							
OP50	Réglage série																							
	1ère validation série																							

Figure 32 : base de données des retards des postes

L'équipe doit tenir régulièrement les chefs informés de leurs besoins de matérielles ou de leurs interventions. Pour cette raison j'ai proposé de mettre un tableau de KAIZEN près de bureaux des chefs. Ce tableau contient les problèmes rencontrés, le poste concerné et le délai. Le chef doit remplir les actions qui doivent être effectuées.

Problème	Action	Pilote	Délai
OP 104 Problème d'alignement 2 4 + variation du centrage et de centre face moyen	Changement des brides de poste 1 et 2 serrages des portes arrière	Braquech	11/5
Problèmes	Action	Pilote	Délai
Brut n'est pas stabilisé	Déclaration au service qualité de réception de bruts.	OP 30/OP 20	13/04/1
Variation des cotés BR 40	Vérification de la qualité des plannet Date MAJ:	OP 40	25/04/1

**Figure 33 :** Tableau de KAIZEN

## 2. Remise à niveau des 5s :

La démarche 5s vise à standardiser les moyens pour améliorer l'efficacité et les conditions de travail. Sa mise en place permet de créer des habitudes d'organisation du lieu de travail, d'observer facilement et rapidement des déviations par rapport à une situation souhaitée.

Les améliorations et les progrès sont attendus sur la sécurité, l'ergonomie du poste de travail, la qualité, la productivité et les conditions de travail.

C'est une méthode simple à utiliser qui ne nécessite pas un investissement financier important, pour autant le 5S est un outil efficace.

Le déploiement de cet outil vise à éliminer les étapes inefficaces renouvelées chaque jour.

Les 5S proviennent du japonais :

- Seiri : supprimer
- Seiton : situer
- Seiso : scintiller
- Suiketsu : standardiser
- Shitsuke : suivre

Le succès de la mise en œuvre du concept 5S résulte de l'implication de tous, d'une action participative de la part de tous les acteurs impliqués. Il est nécessaire de désigner un ou plusieurs référents et de les former à l'application de cet outil. Le rôle de l'auditeur est d'impliquer toute l'équipe, de superviser les étapes et de communiquer sur les avancées du projet.



**Figure 34 :** Etat de poste de travail avant



**Figure 35 :** Etat de poste de travail après

***Conclusion :***

Le suivi des opérateurs a permis d'éliminer les mauvaises habitudes de travail, de même que la remise à niveau des 5S a assuré un bon déroulement de travail grâce à l'organisation des postes.

# *Conclusion générale*

Les clients exigent des réductions de prix et la concurrence impose un conflit accru, et l'entreprise tente de maintenir ses marges. L'amélioration de la productivité est de plus en plus nécessaire pour maintenir la compétitivité.

L'objectif de ce rapport est d'aménager les postes de travail, d'éliminer les gaspillages, d'améliorer la productivité et de réduire les défauts de qualité.

Pour atteindre l'objectif, nous avons commencé par analyser l'état actuel de la ligne de production de référence TV8, et cela s'est fait en réalisant la carte VSM, qui a permis de détecter les formes de gaspillages et les déséquilibres entre les postes de travail.

A l'issue de cette analyse, nous avons entamé un plan d'amélioration afin d'équilibrer les postes de travail, ainsi que d'éliminer tous les types de gaspillage détectés, et plusieurs propositions d'amélioration ont été élaborées et ont permis des gains en termes de coût, de délai et de qualité.



## ***Références :***

<https://docplayer.fr/1770544-Cadre-methodologique-pour-la-conception-d-indicateurs-de-performance-de-developpement-durable.html>

<https://prezi.com/p/f7lpffe2uttg/system-managment-qualite/>

[http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=3019/](http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=3019/)

<https://www.mcours.net/fra6/bilafra6rapp316.pdf>

<https://www.7-shapes.com/principes-lean->

<management/#:~:text=Le%20premier%20principe%20c'est,la%20valeur%20ajout%C3%A9%20ou%20VA.>

<https://www.skills4all.com/la-demarche-dmaic//>

[\[ssl.webflow.com/606c77dbba1022ad75b6b5ff/60c2392f312ff64b369cd03f\\\_Kostango-25-outils-indispensables-pour-le-Lean-manufacturing.pdf\]\(ssl.webflow.com/606c77dbba1022ad75b6b5ff/60c2392f312ff64b369cd03f\_Kostango-25-outils-indispensables-pour-le-Lean-manufacturing.pdf\)](https://uploads-</a></p></div><div data-bbox=)

<https://www.managersenmission.com/blog/lean-management-sources-de-gaspillage//>

<https://oessays.com/fr/document/value-stream-mapping-essay/>

<https://www.mcours.net/fra3/hasnfra3rapp107.pdf>

<https://www.bing.com/ck/a>

[https://www.biotechno.fr/IMG/scenari/AnnalesHE/co/Diag\\_pareto\\_defin.html#:~:text=Le%20diagramme%20de%20Pareto%20est,cibl%C3%A9es%20pour%20am%C3%A9liorer%20une%20situation.](https://www.biotechno.fr/IMG/scenari/AnnalesHE/co/Diag_pareto_defin.html#:~:text=Le%20diagramme%20de%20Pareto%20est,cibl%C3%A9es%20pour%20am%C3%A9liorer%20une%20situation.)

<https://www.picomto.com/pourquoi-mettre-en-place-le-takt-time/>

<https://christian.hohmann.free.fr/index.php/publications/livres/46-le-guide-pratique-des-5s>

