



Année Universitaire : 2021-2022



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

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

*Etude de la ligne de production
Polytétrafluoroéthylène (PTF)*

Lieu : CIOB Maroc

Référence : 24 /22-LST GI



Présenté par :
ARAB Majda
ELBAYAT Ibtissam

Soutenu Le 04 Juillet 2022 devant le jury composé de :

- Mr. HAOUACH Said (encadrant)
- Mr. AMEGOUZ Driss (encadrant Société)
- Mr. RJEB Mohammed (examineur)

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire à :

L'âme de mon père : c'est le moment de prouver que je suis ta fille.

Ma mère

Pour leur sacrifice, leur qualités humaines et sa patience, sa force qui m'ont permis de vivre ce jour, et d'être la personne que je suis maintenant. Les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, le profond amour, et la fierté que je vous porte pour toutes vos sacrifices durant tous ces 20ans pour ma réussite et mon bien être. Que dieu vous préserve bonne santé et longue vie,

JE T'AIME ❤️

Mes sœurs Oumaima et Sanae

J'espère avoir atteint le seuil de vos espérances, je vous remercie pour le soutien et l'encouragement que vous m'avez accordé je souhaite tout le bonheur et le plus brillant des avenir pour vous et vos enfants.

Majda Arab

À mes très chers parents,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs. Que dieu vous garde et vous bénisse.

À mes frères et à toute ma famille,

Je vous remercie pour vos encouragements, soutiens et bienveillances.

À tous mes amis,

Vos affections et vos encouragements ont toujours été pour moi les plus précieux. Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

Elbayat Ibtissam

REMERCIEMENT :

Avant d'entamer tout développement de ce projet par respect et par reconnaissance, nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin, à la réussite de ce travail

Nous tenons à exprimer nos remerciements et nos reconnaissances à Mr le Doyen de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, ainsi qu'à l'ensemble du corps professoral, particulièrement celui du département génie industriel qui nous ont tracé le bon chemin d'apprentissage.

Nous tenons plus particulièrement à exprimer nos reconnaissances envers Monsieur AMEGOUZ Driss notre encadrant professionnel, pour son accueil et son orientation qui nous a aidé de bien s'adapter pour la première fois dans le monde industriel.

Nous présentons également nos remerciements envers le chef de service maintenance Monsieur LEGHZAOUI Nabil, aussi les responsables de production Monsieur Kamal et Abdelouahab pour l'aide et le soutien qu'ils n'ont pas cessé de nous apporter durant toute la période de stage. Tout le personnel de CIOB Maroc, spécialement les opérateurs de la zone PTF. Merci pour votre attitude hospitalière et accueillante.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre encadrant HAOUACHE Said, pour sa patience, sa compréhension et sa disponibilité à chaque instant et sa générosité qu'il nous a apporté tout au long de ces trois ans à la FST. Il a la grande part dans la réussite de ce projet.

Nous accordons un grand remerciement à Monsieur RJEB Mohammed, qui a accepté de juger notre travail. Nous avons l'honneur de l'avoir parmi le jury de notre soutenance.

TABLE DES MATIÈRES :

Introduction -----	1
Chapitre1 : généralité sur l'entreprise CIOB Maroc	
I.Présentation de l'entreprise-----	2
1. Historique -----	2
2. Fiche technique-----	2
3. Organigramme-----	3
4. Les points de vente -----	4
5. Les articles fabriqués-----	4
II.Les différents services de la société CIOB-----	4
1. Service production-----	4
2. Service commercial-----	6
3. Service qualité -----	6
4. Service maintenance -----	6
5. Service ressources humaines -----	6
Chapitre2 : Contexte général du projet	
I.Mise en situation et cadrage de projet-----	7
1. Contexte pédagogique -----	7
2. Les secteurs du projet-----	7
3. Objectif du projet et besoin exprimé -----	7
II.Les outils utilisés -----	8
1. La démarche DMAIC-----	8
2. QQQQCP-----	9
3. Méthode des 5M-----	9
4. La méthode des 5S-----	10
5. Calcul des temps de cycle-----	11
6. Analyse des indicateurs-----	12
Chapitre 3 : L'application de la démarche DMAIC	
Introduction-----	13
I. Définir-----	13
1. Méthode QQQQCP-----	13
II. Mesure-----	14

1. L'efficienc e du service production-----	14
2. Diagnostic des cadences-----	15
3. Le niveau de production -----	16
4. Les arrêts de ligne de production-----	17
III. Analyse-----	18
1. Les causes des temps d'attentes-----	18
2. Analyse de l'existant -----	19
3. Le diagramme ISHIKAWA-----	19
4. Analyse des équipements critiques-----	21
IV. Innover-----	23
1.l'implantation optimisée-----	23
2-Cadences théoriques -----	24
3-Application des 5S-----	24
V.Contrôler-----	25
CONCLUSION-----	26

LISTE DES TABLEAUX :

<u>Tableau 1</u> : La fiche technique de la société CIOB-----	02
<u>Tableau 2</u> : La méthode QQQCP -----	13
<u>Tableau 3</u> : Le pourcentage de production -----	14
<u>Tableau 4</u> : Les cadences de production-----	15
<u>Tableau 5</u> : Les arrêts des lignes-----	16
<u>Tableau 6</u> : Les causes d'arrêts-----	17
<u>Tableau 7</u> : Les cadences réelles -----	18
<u>Tableau 8</u> : Classification des types de pannes-----	21
<u>Tableau 9</u> : Les problèmes mécaniques -----	21
<u>Tableau 10</u> : Les types des pannes -----	22
<u>Tableau 11</u> : Problèmes électriques -----	22
<u>Tableau 12</u> : Les 5S-----	24
<u>Tableau 13</u> : Les cadences équilibrées-----	25

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Organigramme de la société CIOB-----	3
<u>Figure 2</u> : Opération Emboutissage-----	4
<u>Figure 3</u> : Machine de détourage -----	5
<u>Figure 4</u> : Couscoussier en repoussage-----	5
<u>Figure 5</u> : Opération de polissage -----	5
<u>Figure 6</u> : Machine rivetage-----	5
<u>Figure 7</u> : Les outils de vissage-----	6
<u>Figure 8</u> : Démarche DMAIC -----	8
<u>Figure 9</u> : Diagramme Ishikawa-----	9
<u>Figure 10</u> : Cycle de 5S -----	10
<u>Figure 11</u> : La prise de temps -----	10
<u>Figure 12</u> : Graphe des cadences -----	15
<u>Figure 13</u> : Diagramme PARETO -----	16
<u>Figure 14</u> : La zone PTF-----	18
<u>Figure 15</u> : La zone optimisée -----	22
<u>Figure 16</u> : L'implantation actuelle-----	24

LISTE DES ABRÉVIATIONS

SARL	Société à responsabilité limitée
PTF	Polytétrafluoroéthylène
MP	Matière première
DMAIC	Définir, mesurer, analyser, innover contrôler
VNA	Valeur non ajoutée
EMB	Emboutissage
RIV	Rivetage
DET	Détourage
Vis	Vissage
NET&ET	Nettoyage& étiquette
PRH	Presse hydraulique
QOOQCP	Qui, quoi, ou, quand, comment, pourquoi
MTBF	Main time before fail
MTTR	Main time to repaire
SMED	Single minute exchange of die

Introduction générale :

Toute entreprise industrielle cherche à obtenir une meilleure rentabilité actuelle et future, une bonne image dans le marché, ainsi que la satisfaction durable de ses clients. La réalisation de ces objectifs nécessite une gestion de production bien planifiée et bien organisée, c'est pourquoi les entreprises et dans notre cas la société CIOB, cherche en permanence à être parmi les organismes qui n'ont pas de problèmes au niveau de leur service de production, puisque ce dernier est considéré comme le cœur de l'entreprise. Sa fonction qui consiste à produire en temps voulu, les quantités demandées toutes en respectant le rapport prix qualité, donc il faut toujours penser à améliorer le service de production en visant les objectifs :

- ❖ Amélioration de la productivité et l'aménagement des postes de travail.
- ❖ Atteindre une meilleure performance en matière de qualité.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet de fin d'études, effectué au sein de la société CIOB qui vise l'amélioration de la productivité et la méthode de travail de l'entreprise, en particulier la zone des articles antiadhésifs.

Le présent rapport est constitué de trois chapitres.

Dans le premier chapitre nous allons présenter l'organisme d'accueil avec ses services et ses activités.

Le deuxième est consacré au contexte général du projet, ainsi que les outils utilisés dans la résolution du problème de la baisse et la discontinuité de la production.

Le troisième est dédié aux différentes phases de la démarche DMAIC, les mesures faites sur le terrain en utilisant la méthode des observations instantanées, ainsi que l'analyse de ces mesures. Ensuite nous allons proposer quelques solutions qui vont améliorer nos besoins, aussi les résultats obtenus par l'application de ses actions.

Nous terminons par une conclusion résumant l'essentiel de notre travail.

Chapitre1 :

Généralité sur l'entreprise

I. Présentation de l'entreprise :

Cette partie a pour but de présenter l'entreprise CIOB Maroc où on a effectué notre stage de fin d'études. Tout au long de ce chapitre, nous allons présenter l'historique de l'entreprise, sa fiche technique, son organigramme, ses services, ses produits, ses clients et enfin le processus de fabrication des articles ménagers en acier inoxydable, en Aluminium et en aluminium antiadhésif

1.historique

Présente sur le marché depuis 1996, la Société CIOB installée à FES (MAROC), bénéficie d'une implantation stratégique en Afrique du nord. La société CIOB produit des articles ménagers en acier inoxydable, en Aluminium et en aluminium antiadhésif sous la marque TITANIC®, garant d'une qualité irréprochable. Soucieux de satisfaire une demande de plus en plus exigeante, nous sommes équipés de moyens de production modernes alliant précision et productivité. Aussi la société CIOB est toujours engagée dans sa démarche d'amélioration continue, par la mise en conformité de son système de management de la qualité selon la version 2015

2.Fiche technique

Dénomination sociale	CIOB Société Commerce et Industrie Omari
Date de création	1996
Forme juridique	SARL
Activité	Fabrication d'article ménagers en aluminium & inox
Effectif total	265
Adresse	Lots S1/44-49 Pôle urbain Ras el ma 30000 secteur 0509. Fès-Maroc
Raison sociale	CIOB
Téléphone	0535729168
Certification	ISO 9001 V2015
E-mail	Ciob99@yahoo.fr

Tableau 1 : Fiche technique de la société CIOB

3. Organigramme

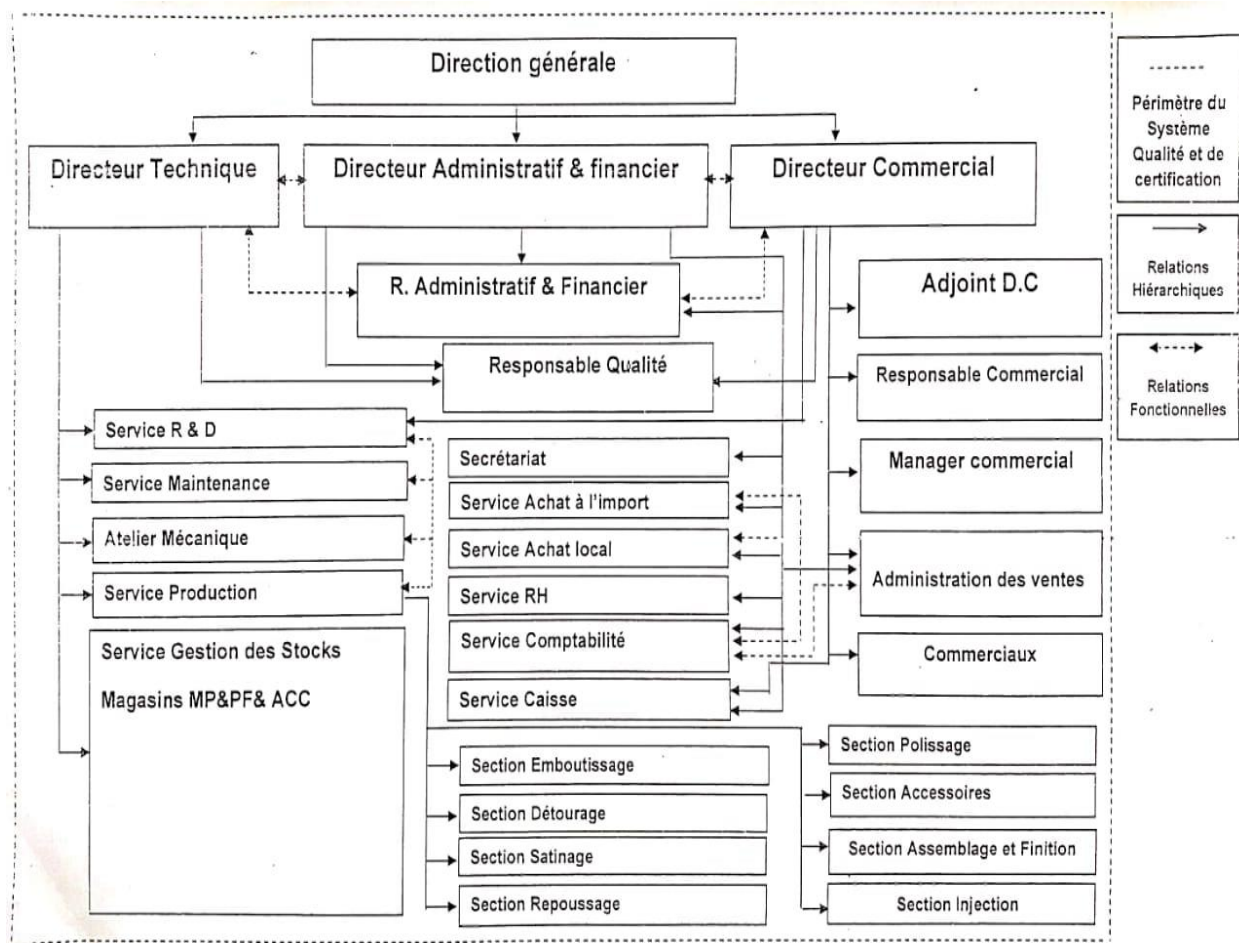


Figure 1 : organigramme de la société CIOB

4. les points de ventes

La société a toujours cherché à gagner en continu la fidélité et la confiance de ses clients et de prendre en considération les besoins et attentes des parties pertinents.

Parmi les grandes distributions de la société on a :



5. Les articles fabriqués

L'entreprise C.I.O.B spécialisée dans la production des articles ménagers, elle fabrique plusieurs familles de produits :

a) Article en Aluminium

- Les couscoussiers
- Les faitouts et marmites
- Les bouilloires
- Les poêles
- Les casseroles

b) Articles en Inox

- Les plateaux avec pieds
- Les plateaux simples

c) Articles en Aluminium à revêtement antiadhésif

- Les poêles
- Les casseroles
- Les faitouts
- Les moules à cake et à tarte

I. Les différents services de société CIOB :

1. Service production

Le processus de fabrication se décline en plusieurs gammes selon le modèle de produit fabriqué, ses dimensions et sa matière première utilisée.

L'emboutissage :

C'est une technique de fabrication permettant d'obtenir, à partir d'une feuille de tôle plane et mince, un objet dont la forme n'est pas développable. L'ébauche en tôle est appelée « flan », c'est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie. La température de déformation se situe entre le tiers et la moitié de la température de fusion des matériaux

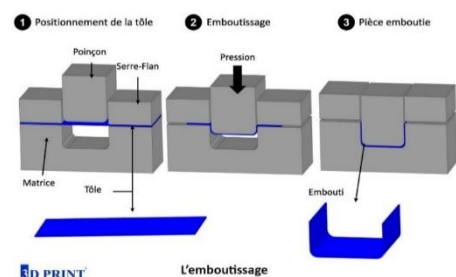


Figure 2 : Emboutissage

Le détourage :

C'est l'opération de chariotage ou de dressage extérieur d'un article pour éliminer les défauts d'emboutissage.



Figure 3 : machine de détourage

Le repoussage :

C'est l'opération qui consiste à déformer progressivement le métal sous l'action d'une molette pour lui faire épouser la forme d'un mandrin, A partir d'un flan ou d'une ébauche circulaire.

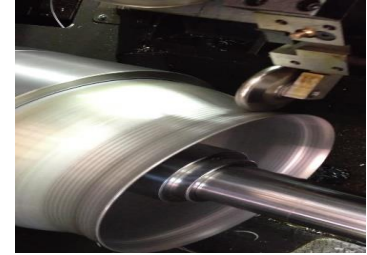


Figure 4 : couscoussier en repoussage

Le satinage :

C'est l'action de satiner pour rendre l'article en aluminium plus lisse et plus fin de l'intérieur par une action de frottement manuel avec

Un abrasif.

Le polissage :

C'est l'action de satiner pour rendre l'article en aluminium plus lisse, uni et éventuellement brillant de l'extérieur par une action de frottement manuel avec un abrasif. Le polissage manuel ou en machines (création de mouvements relatifs entre pièces à polir et médias ou abrasifs en présence d'additifs) consiste à polir les pièces en aluminium précédemment embouties sur une brosse qui tourne à très grande vitesse.



Figure5 : opération de polissage

Rivetage :

Cette phase a pour rôle d'assembler la patte à la pièce ménagère



La patte



Figure 6: machine rivetage

Vissage :

Après avoir lié le gage et la main de la pièce on doit les fixer par un vise avec le moule (après rivetage) cette fixation doit être réaliser attentivement pour éviter les retours en arrières des pièces.



Figure 7 : les outils de vissage

Emballage :

Ce poste est composé de plusieurs phases citant en premier lieu :

Le nettoyage et étiquetage qui consiste à enlever la poussière et vérifier la qualité des produits finis afin de coller l'étiquette et mettre une gratuité, pour les faire passer dans le four et finalement les envoyer à l'emballage.

2. Service commercial

Le service commercial s'occupe de toute la chaîne nécessaire à la production de biens/services en vue de leur vente. Il prend en charge la prévision, suivi des ventes, l'étude de marché, le planning des ventes, la logistique, la fonction achat...

3. Service qualité

Ce service a pour rôle de contrôler, de mesurer, d'examiner, d'essayer une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leurs conformités.

4. Service Maintenance

La maintenance est un ensemble d'actions permettant de maîtriser et de rétablir un bien dans un état spécifié, ou en mesure d'assurer un service déterminé.

- Assurer une disponibilité maximale des équipements à un coût optimal.
- Assurer un fonctionnement dans les meilleures conditions de qualité, coût, délai, sécurité est respect des normes.

Les activités de ce processus se divisent en deux activités principales :

- Maintenance préventive.
- Maintenance corrective.

5. Service ressources humaines

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

Chapitre 2 :

Contexte général du projet

I. Mise en situation et cadrage du projet

1-Contexte pédagogique :

Ce projet s'inscrit dans le cadre du stage de projet de fin d'études qui est indispensable pour la validation de la formation acquise à la Faculté des sciences et techniques Fès et l'obtention de la licence génie industriel.

2-Les acteurs du projet

- **Maitre d'ouvrage :**

CIOB Maroc qui est une Société de production des articles ménagers en aluminium

- **Maitre d'œuvre :**

La Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF), Département Génie Industriel, Cycle Licence, représenté par Arab Majda et Elbayat Ibtiham

- **Tuteur pédagogique :**

Un professeur à La Faculté des Sciences et Techniques de Fès Mr. Said haouache Avec le suivi et l'encadrement de Driss Amegouz

3-Objectif du projet et besoin exprimé

Rappelons tout d'abord que le but d'une entreprise est avant tout, de fabriquer des biens ou fournir des services pour satisfaire les besoins du marché et optimiser ses performances ainsi que le cercle de ses concurrents. L'entreprise s'inscrit dans un contexte relationnel économique CLIENT/FOURNISSEUR. Chez CIOB Maroc, notre projet c'est d'étudier et analyser la ligne de production pour éliminer et diminuer toutes les sources de gaspillage et les problèmes existants qui empêchent ou ralentissent le déroulement de production. Le plus important dans cette étude c'est de proposer des solutions efficaces et applicables permettant de garantir la continuité et l'amélioration de la production.

Notre étude va comporter les notes suivantes :

- L'amélioration continue de la productivité.
- L'élimination des causes d'arrêt.
- La mise en œuvre de la démarche DMAIC.

II. Les outils utilisés

1-la démarche DMAIC

Le DMAIC est la méthode de résolution de problème qui permet de réaliser les objectifs du Lean Six Sigma (objectifs de satisfaction clients, d'économie de moyens, de bonheur au travail ou encore de protection de l'environnement). Il s'agit d'une méthode d'investigation expérimentale, analytique et scientifique exécutée en mode projet. C'est d'ailleurs la démarche que tout bon praticien applique afin de résoudre durablement un problème.[1]

La méthode comporte 5 phases : **Définir** → **Mesurer** → **Analyser** → **Innover** → **Contrôler**

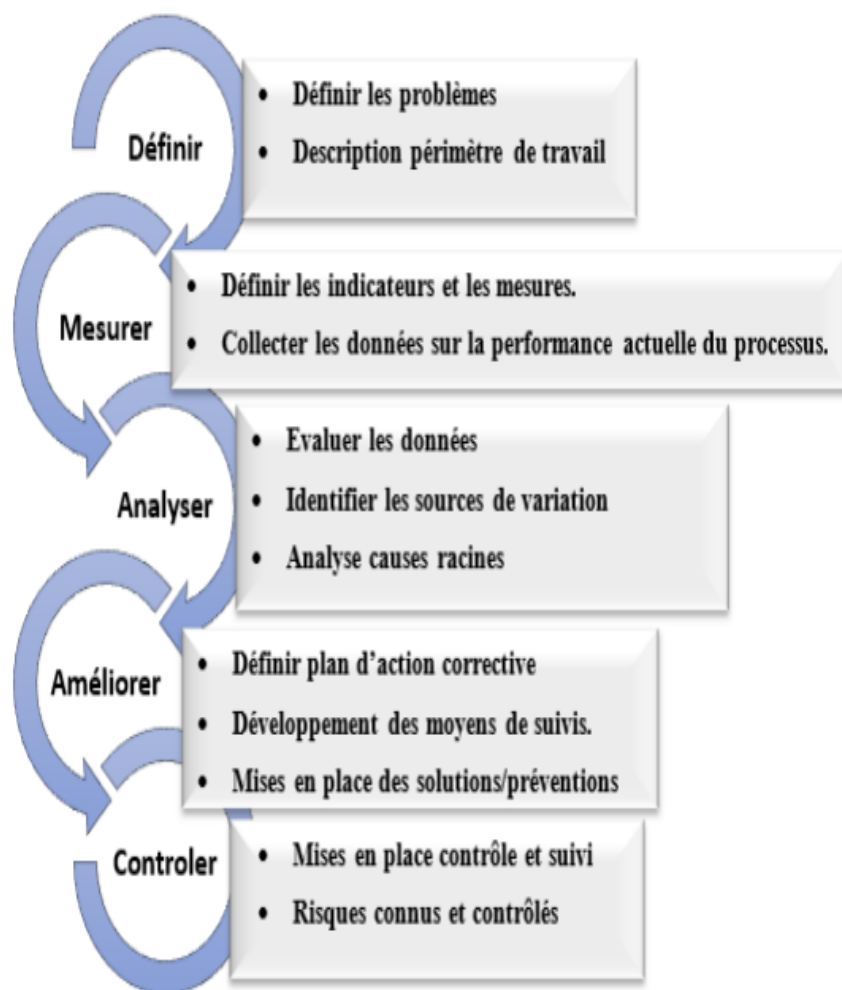


Figure 8 : démarche DMAIC

Objectifs de la démarche :

L'application de la démarche DMAIC est bénéfique. Elle permet de :

- **Réduire** : Les couts Le gaspillage
- **Optimiser** : Les conditions du travail
La gestion du stock
- **Augmenter** : La qualité Le chiffre d'affaires.
La satisfaction des clients

2-QQQQCP

La méthode QQQQCP permet d'avoir une vue générale de toutes les dimensions du problème. Elle fournit les informations nécessaires pour identifier ses aspects essentiels. Cette méthode adopte une démarche d'analyse critique et constructive, chacun des lettres correspondant respectivement aux questions : Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ? Son objectif est d'analyser une activité, décrire une situation en adoptant une attitude interrogative systématique en posant les questions : Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? (Voire: combien ?) Chaque réponse à chacune de ces questions peut être soumise à l'interrogation supplémentaire : pourquoi? [2]

3-Méthode des 5M :

Les 5M ou diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, ou encore diagramme en arêtes de poisson, pour trier et ranger toutes les idées. Il peut être utilisé dans le cadre de recherche des causes d'un problème ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place d'un projet. Son principe repose sur une classification des différentes causes d'un problème en 5 grandes familles :

Matière : matière première, fournitures, pièces, qualité, etc.

Milieu : environnement, contexte, marché, concurrence, législation, etc.

Méthode : mode opératoire, recherche et développement, instructions, etc.

Matériel : équipements, machines, outils, logiciels, etc.).

Main d'œuvre : ressources humaines, compétences, formation, etc.[3]

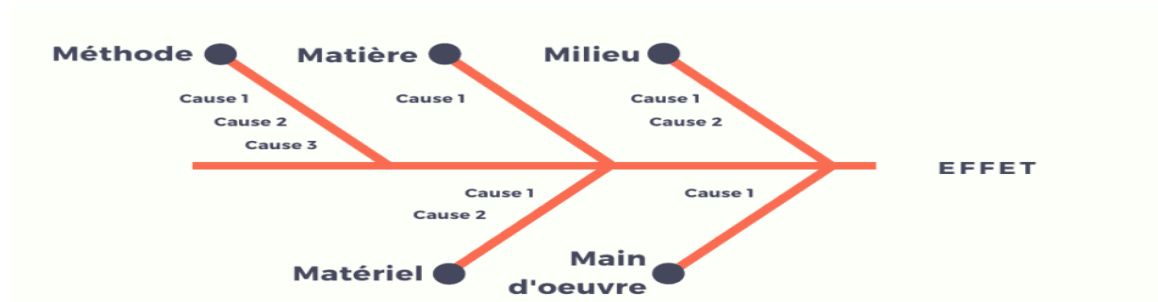


Figure 9 : diagramme Ishikawa

4-La méthode des 5S

La méthode 5S se base sur la constatation qu'un espace bien **rangé et propre** est propice à une **production** de bonne qualité.

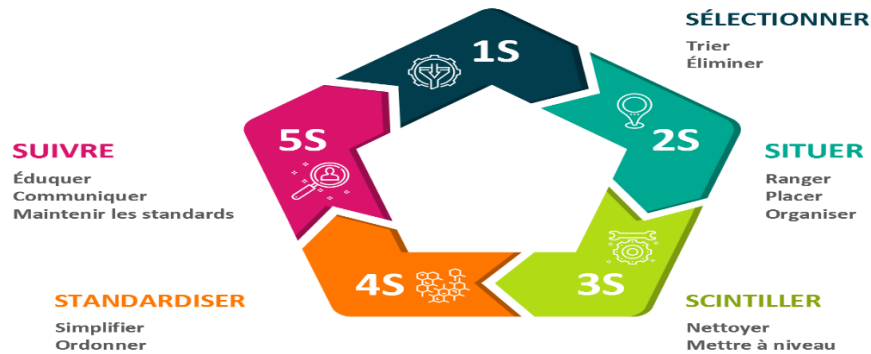


Figure 10: cycle de 5S

Ses avantages :

- Instaurer le rangement et la propreté sur les postes de travail et leur environnement.
- Mettre en place une organisation visuelle.
- Améliorer de façon générale l'environnement.
- Donner une meilleure image du site lors des visites.
- Éliminer au quotidien des gaspillages de matière et de temps.
- Conserver des équipements en bon état de fonctionnement.
- Réduire des risques d'accidents de travail.[4]

5-Calcul des cadences

Pour calculer les cadences de chaque poste on se basera sur le concept « prise de temps » à l'aide du chronométrage (Figure 11). Ce dernier est un élément basique dans les mesures qui se fait dans les chaînes de production.

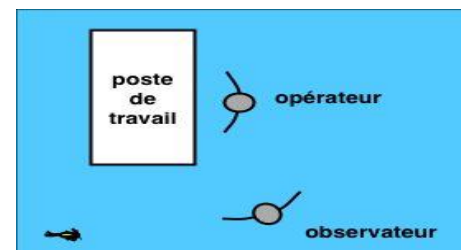


figure 11: Prise de temps

Les consignes à suivre et à respecter :

- Connaître les étapes successives de travail nécessaires pour fabriquer un article
- Prendre connaissance par des observations préalables du mode opératoire et des conditions matérielles de chaque poste.
 - Préparer à l'avance la feuille des relevés chronométriques, en inscrivant les éléments chronométrer.
- Chronométrer dans la position debout pour mieux observer le travail.
- Être dans une position convenable pour pouvoir lire le chronomètre et écrire les relevés dans la feuille des relevés sans faire des mouvements de tête.[5]

6-Analyse des indicateurs (Annexe 5)

Pour sélectionner les causes des gaspillages on commence d'abord par les machines, nous devons les classer par ordre d'importance du point de vue du nombre d'interventions (indicateur de fiabilité (MTBF)), du temps moyen de réparation (indicateur de maintenabilité (MTTR)) et du temps total d'arrêt (indicateur de disponibilité (Do)). [6]

➤ **La fiabilité** : c'est l'aptitude d'un équipement à accomplir une fonction requise ou à satisfaire les besoins des utilisateurs, dans les conditions données et durant un intervalle de temps donnés, et avoir une faible fréquence de défaillance

Le temps moyen entre deux défaillances MTBF : (La fiabilité)

$$\text{MTBF (h)} = \frac{\text{Temps alloué} - \text{Temps total d'arrêt}}{\text{Nombre de panne}}$$

Le Taux de défaillance λ :

$$\lambda = 1/\text{MTBF} \times 100$$

On considère que l'équipement travaille huit heures par jour équivalent de 44h/semaine :

$$\text{Temps alloué} = 44\text{h} * 29\text{semaines} / 7\text{mois} = 1276\text{h}$$

➤ **La maintenabilité** : c'est l'aptitude d'un équipement à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits.

Le temps moyen de réparation après défaillance MTTR : (La maintenabilité)

$$\text{MTTR(h)} = \text{Temps total d'arrêt} / \text{Nombre de panne}$$

Le Taux de maintenabilité μ :

$$\mu = 1/\text{MTTR} \times 100$$

➤ **La disponibilité** : c'est l'aptitude d'un équipement à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données et à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné. Cette aptitude est fonction d'une combinaison de la fiabilité et de la maintenabilité.

$$\text{DO (\%)} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) \times 100 = \mu / (\mu + \lambda) \times 100$$

Le but de cette approche est de sélectionner la machine la moins disponible au niveau du détournement, Emboutissage, rivetage, vissage, four.

A l'aide de l'historique de panne disponible dans le service de maintenance, nous avons pu dresser les tableaux qui présentent le nombre de panne et le temps d'arrêt de chaque machine durant la période comprise entre le mois 11/2021 et le mois 06/2022.

*Chapitre 3 : Application de la
démarche DMAIC*

Introduction

Ce chapitre est consacré aux cinq étapes de la démarche DMAIC. La première dessine le contour du projet en précisant les objectifs à atteindre, le périmètre du projet, la constitution de l'équipe ainsi que le processus à étudier. Dans la deuxième, nous élaborons les mesures jugées nécessaires pour dévoiler les différents dysfonctionnements, puis analyser les données collectées dans la troisième phase, et par la suite nous devons chercher des solutions amélioratives et les suivre pour contrôler leurs efficacités.

I. Définir

Pour la définition de notre problème, nous avons utilisé l'outil QOOQCP (tableau 2) dans l'objectif de se poser toutes les questions relatives à notre problème, afin d'en fixer le périmètre que l'on cherche et d'avoir une vision complète sur notre situation :

1-Méthode QOOQCP :

QUI ?	Qui est concerné par le problème ? <ul style="list-style-type: none">• Département production
QUOI ?	C'est quoi le problème ? <ul style="list-style-type: none">• Déséquilibre de la ligne de production• Baisse de rendement• Espace non optimisé
OÙ ?	Où se trouve le problème ? <ul style="list-style-type: none">• Zone de fabrication des articles PTF
QUAND ?	Quand apparait le problème ? <ul style="list-style-type: none">• Lors de production
COMMENT ?	Comment mesurer le problème ? <ul style="list-style-type: none">• La méthode des observations instantanées et chronométrage• Démarche DMAIC
POURQUOI ?	Pourquoi faut-il résoudre le problème ? <ul style="list-style-type: none">• Augmenter la productivité• Éliminer les sources de gaspillage• Diminuer les en-cours• Optimiser l'espace de production• La continuité et l'équilibrage des lignes

Tableau 2 : La méthode QOOQCP

II. Mesurer :

Deuxièmement, la phase de mesure est chargée de la récollecion des données, afin d'avoir une vue claire et précise de la performance actuelle du processus.

1-L'efficience du service production :

L'ignorance de la quantité mensuelle à produire, conduit la société et plus précisément le service de production à rencontrer plusieurs contraintes à savoir : la baisse et le changement du planning hebdomadaire de production.

À ce propos, nous avons utilisé une fiche (annexe 1) de la société qui présente le planning de la semaine 06/06/2022.

Le tableau ci-dessous présente la quantité qu'elle faut fabriquer et la quantité fabriquée dans la même semaine.

ARTICLES	Total réalisé	Total prévu	Pourcentage
POELE POP	165	240	69%
	244	240	102%
POELE BELLA	568	600	95%
	1970	2580	76%
	1644	1620	101%
	1572	1560	101%
	1380	1965	70%
POELE POP 2 ANESSES	348	360	97%
	774	825	94%
	1068	965	111%
	996	1650	60%
CREPIERE GRANITA	923	1360	68%
	1392	1360	102%
CASSEROLE 5 POP-	252	252	100%
FAITOUT	435	525	83%

Tableau 3 : Le pourcentage de production

Le tableau présente très bien que le pourcentage des pièces réalisés par rapport à celles produites varie juste entre 60% et 80% ce qui signifie que les ligne de production n'arrivent pas à produire la quantité exigée par le service production.

2-Diagnostic des cadences :

Afin d'identifier la source des problèmes, et pour donner une vision claire sur le processus, nous avons commencé par le calcul des cadences des postes de travail pour plusieurs articles.

Le tableau ci-dessous présente les cadences réelles calculées sur terrain et les cadences théoriques proposées par le service production :

Phase	Article	Cadence réelle	Cadence théorique
EMBOUTISSAGE	C.POP14	480	216
	C.POP20	480	172
	C.POP22	480	160
	TAM TAM 22	494	300
	TAM TAM 24	490	300
	TAM TAM 30	448	300
	POP18	309	300
	POP26 CV	309	300
	POP22	300	300
	CREPIERE22	593	625
DÉTOURAGE	C.POP14	239	180
	C.POP20	280	124
	C.POP22	224	248
	TAM TAM 22	248	248
	TAM TAM 24	240	225
	TAM TAM 30	225	248
	POP18	200	200
	POP26 CV	200	224
	POP22	224	304
	CREPIERE22	340	304
FINITION	CASSEROLE S5	270	204
	TAM TAM 22	178	247
	TAM TAM 24	188	236
	TAM TAM 30	216	225
	POP18	288	244
	POP26 CV	170	200
	POP22	360	244
	CREPIERE22	324	340

Tableau 4 : Les cadences de production

Pour bien comprendre le tableau, le graphe ci-dessous donne une vision claire sur le déséquilibre qui existe dans les postes de travail :

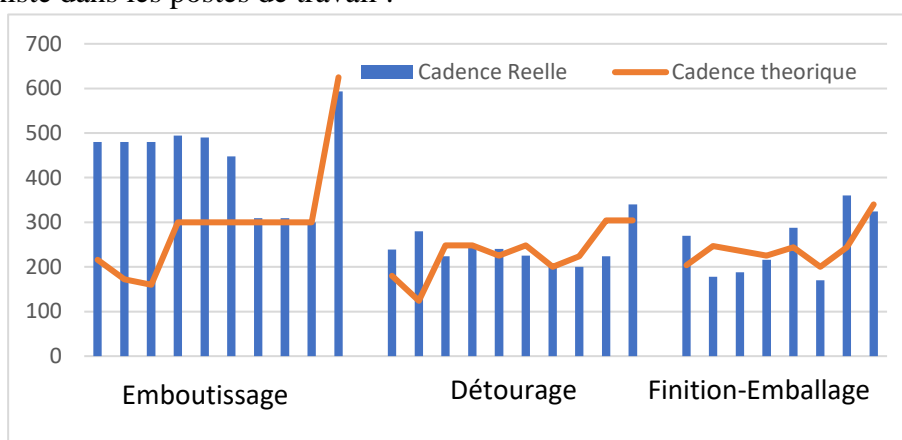


Figure 12 : Graphe des cadences

Pour nous la phase critique que nous avons constaté est la phase finition-emballage qui a toujours des cadences faibles par rapport aux autres phases, et un arrêt dans une de ses sous phases (ex : Rivetage) implique l'arrêt de toute la ligne.

3-le niveau de production :

Le déséquilibre des lignes influe négativement sur le taux de productivité. C'est pourquoi cette étape consiste à déterminer le taux de productivité dans les lignes, pour cela nous avons appliqué la méthode des observations instantané dans l'atelier sur 6 postes pour une durée de 2 heures par jour. Les lignes que nous avons choisies sont les deux lignes actives dans la zone pendant 5 jours.

Le tableau ci-dessous présente la somme des arrêts dans ces 5 jours pour chaque poste et leurs taux d'activités

Poste	Ligne 1		Ligne 2	
	Temps d'arrêt (min)	Taux d'activité	Temps d'arrêt (min)	Taux d'activité
Rivetage	150,3	74,95%	138,5	74,5%
Vissage	97,8	83,70%	96,3	82,5%
Nettoyage & Étiquette	119	80,16%	103	82,83%
Gratuité	131,65	78,05%	96,81	79,91%
Four	345,7	42,38%	165,83	68,33%
Emballage	359,1	40,15%	126,5	76,58%
Moyenne	200,59	66,57%	121,15	77,44%

Tableau 5 : Les arrêts des lignes

4- Les arrêts de la ligne de production :

Pour augmenter le taux d'activité, l'entreprise doit travailler sur chaque cause d'arrêt pour essayer de la diminuer, et pour mettre en évidence les causes critiques d'arrêt. D'après nos observations nous avons pu extraire un ensemble de problèmes.

En se basant sur les résultats trouvés dans le tableau (annexe 2) nous avons pu relever les problèmes majeurs de discontinuité et le déséquilibre de la ligne de production.

Le tableau 6 présente la durée cumulée de chaque cause et le pourcentage cumulé, ce qui nous a permis de tracer le diagramme de Pareto.

Arrêt	Durée /min	Résultat cumulé	Pourcentage cumulé
Attente de MP	499,03	499,03	11,20%
VNA	319	818,03	23,95%
Panne	275	1093,03	39,30%
Déplacement	96	1189,03	53,72%
Contrôle	71	1260,03	68,65%
Outillage	62	1322,03	84,18%
Réglage	44	1366,03	100,00%

Tableau 6 : Les causes d'arrêts

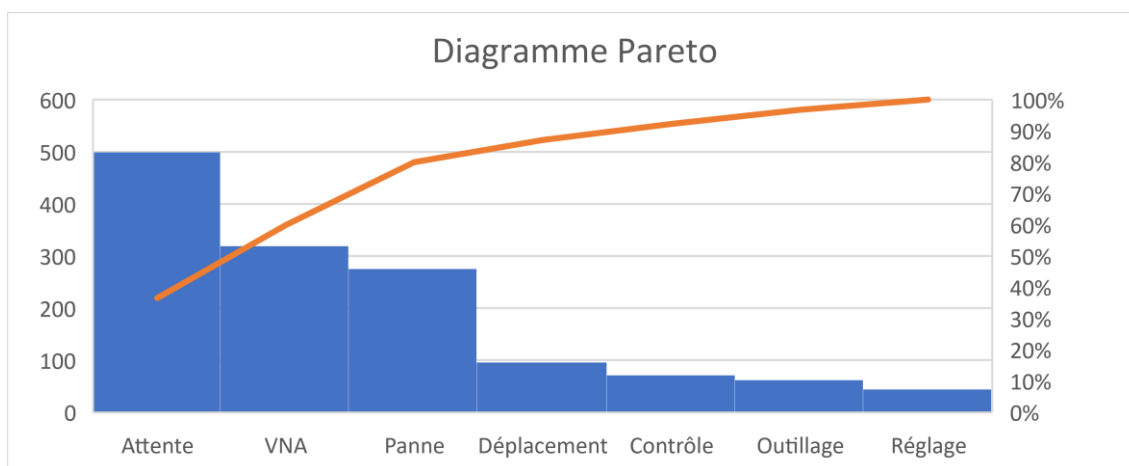


Figure 13 : Diagramme PARETO

D'après le diagramme de PARETO (figure 11), nous avons pu relever les causes racines de la baisse de production pénalisantes qui produisent 80% des effets et qui sont :

- ✓ Les attentes de la matière première
- ✓ VNA
- ✓ Pannes

II-Analyser

Cette étape consiste à analyser et interpréter les résultats trouvés dans la phase précédente, à savoir la baisse de production, les arrêts répétitifs ... etc.

1-Les causes des temps d'attentes :

D'après le diagramme de Pareto, il apparaît très bien que les attentes sont les causes majeures de la baisse de taux de productivité, aussi elles sont connues comme un type de gaspillage, à ce propos nous avons effectué la méthode du chronométrage mais cette fois nous avons essayé de calculer en faisant attention à tous les détails qui existent dans chaque poste de travail, et on a pu calculer les cadences présentées dans le tableau 7 et annexe 3 :

Articles	Phases	EMB	DET	RIV	VIS	Net&ET	Gratuité	Four	Emballage
C.POP14		480p/h	239p/h	236p/h	210p/h	270 p/h	-----	210p/h	210p /h
C.POP 20		480p/h	280p/h						
C.POP 22		480p/h	224p/h						
Tam 22		494p/h	248p/h	279p/h	240p/h	178p/h	128p/h	336p/h	336p/h
Tam 24		490p/h	240p/h	213p/h	243p/h	188p/h	188p/h	184p/h	184p/h
Tam 30		448p/h	225p/h	206p/h	237p/h	216p/h	136p/h	236/h	236/h
P. pop18		309p/h	200p/h	225p/h	258p/h	288p/h	270/h	316p/h	316p/h
Poêle pop 26 avec cv		309p/h	200p/h	264p/h	120p/h	170p/h	-----	190p/h	190p/h
Poêle pop 22		300p/h	224p/h	296p/h	300p/h	360p/h	276p/h	333p/h	333p/h
Crêpière 22		593p/h	340p/h	353p/h	----	324p/h	312p/h	550p/h	550p/h

Tableau7 : Les cadences réelles

On remarque bien que les cadences des postes de travail sont largement différentes ce qui engendre chez quelques postes une attente qui dépend de la rapidité de l'opérateur et sa concentration, et les pièces qui l'a. D'après nos observations sur le terrain, le poste nettoyage est l'un des postes qui présente dans la plupart du temps la surcharge, puisque l'opération nécessite un temps divisé ente le nettoyage, le contrôle de la pièce et mettre l'étiquette, alors que les poste d'emboutissage et détournage leurs cadences sont élevés, mais ils n'ont pas les produits qui sont en train d'être assemblés, et cela à cause du planning journalier de chaque poste.

2-Analyse de l'existant :

La figure ci-dessous présente l'état actuel de l'atelier PTF. Elle permet d'identifier toutes les opérations, ainsi que le trajet des pièces dès la réception de la matière première jusqu'à emballage.

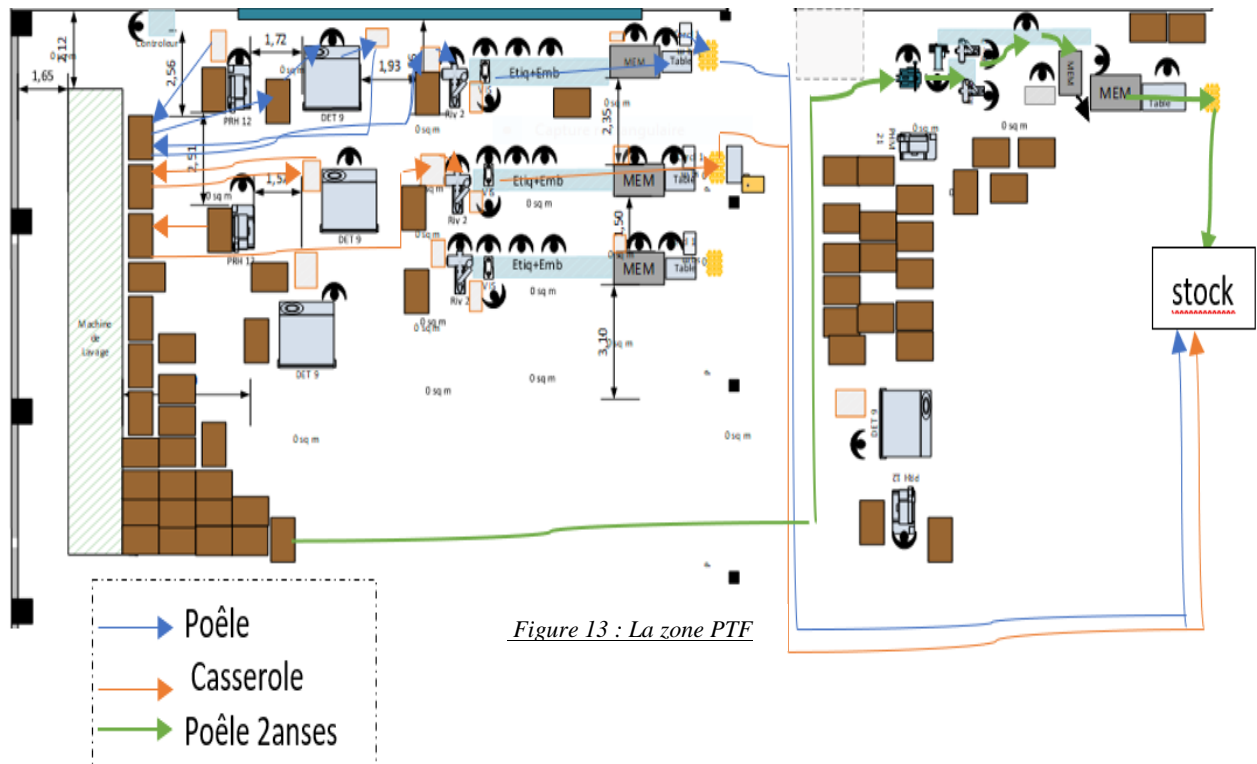


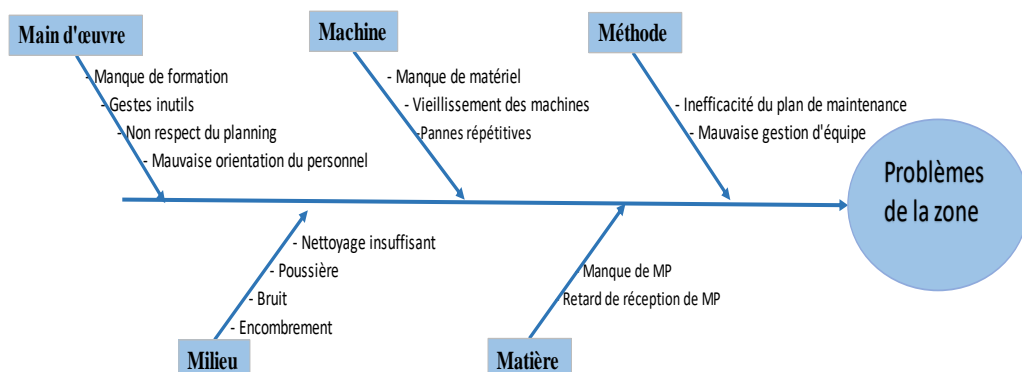
Figure 13 : La zone PTF

Lors de l'analyse de l'état actuel ainsi que le flux des articles durant notre période de stage, nous avons pu constater différents problèmes majeurs qui engendrent : les retards, les temps d'attentes et la surcharge dans les postes d'étiquetage et nettoyage :

- La complexité de flux
- Une mauvaise implantation des postes.
- Les déplacements inutiles qui créent la non-valeur ajoutée
- L'existence d'objets inutiles et ordures encomrant l'atelier.
- L'absence d'identification des zones.

3-Le diagramme ISHIKAWA :

Le diagramme suivant présente l'ensemble des causes et problèmes observer dans le terrain de production :



D'après les diagrammes PARETO et ISHIKAWA nous avons extrait les causes critiques d'arrêt. Nous avons remarqué que le taux d'activité est toujours compris entre 82,50% et 40%, ce qui implique que le taux d'arrêt est compris entre 17,50% et 60%, et ceci à cause de :

36,53% présente le pourcentage des attentes de la matière première puisque nous avons :

- Un retard de réception de la matière première.
- Une complexité du flux physique.
- Une différence des cadences des postes.
- Une dépendance des postes (poste de finition emballage).
- Un retard pour la prise des décisions.
- Un changement du planning de production.

23,35% présente le pourcentage des valeurs non ajoutées qui sont causées par :

- Un manque de suivi de la capacité et le volume de production des postes de travail.
- Une mauvaise orientation et suivi du personnel.

20,13% présente le pourcentage des pannes des machines.

- Des pannes récurrentes affectent le taux de disponibilité des machines.
- Vieillesse des machines impliquent un taux de défaillance élevé et performance dégradé.

7,03% présente le pourcentage des déplacements des opérateurs pour avoir la matière première

- Manque des moyens de manutention provoque la perte de temps de l'opérateur.
- L'emplacement de MP n'est pas à la portée des opérateurs.

5,20% présente le pourcentage du temps perdu par un opérateur pour contrôler les pièces nécessaires, ces arrêts causés par :

- Manque d'auto contrôle au niveau des postes.

4,54% présente le pourcentage des déplacements des opérateurs pour avoir outillage.

- Indispensabilité des outils au niveau des postes.

3,22% présente le temps alloué pour le réglage de ces arrêts causés par :

- Les maintenances systématique et corrective non maîtrisées.
- Le temps d'intervention et réparation assez long.

3-Analyse des équipements critiques :

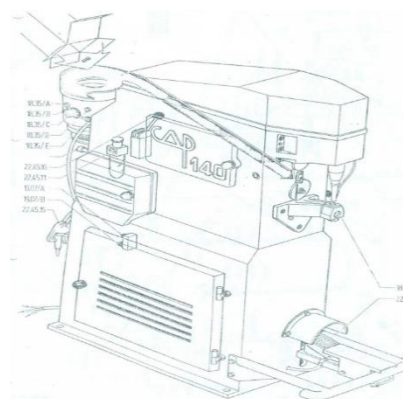
- **Riveteuse RVA-02**

D'après l'étude de la maintenabilité et disponibilité et fiabilité de tous les équipements existant dans l'atelier (annexe 5).

Nous avons constaté que les problèmes d'attentes en grande partie sont causés par des pannes répétitives du RVA-02.

1-Analyse des types de pannes de la RVA-02 :

Le tableau ci-dessous met en évidence l'importance des pannes mécaniques durant la période 11/2021 à 06/2022.



Type de panne	Durée d'arrêt (h)	% total	Fréquence	% total
Mécanique	23,75	81,20%	21	80,77%
Électrique	4	13,68%	3	11,54%
Pneumatique	1,5	5,12%	2	7,69%
MTBF=89,19h	MTTR=2,02h		DO =97,78%	

Tableau 8 : Classification des types de pannes

La fréquence de panne mécanique représente 80,77% des pannes, puis le temps d'arrêt représente 81,20%.

Une analyse approfondie est nécessaire sur cet équipement pour trouver l'origine de ces pannes et y apporter les solutions pour une amélioration de sa disponibilité

2-Description des pannes mécaniques de la RVA-02 :

Après avoir fait une lecture de la description des pannes mécaniques, on peut classifier ces dernières par nature des problèmes et leurs fréquences et le temps d'arrêt, dans le tableau 9.

Problème	Fréquence	% total	Durée d'arrêt(h)	% total
Réglage	8	27,59%	25,4	39,17%
Soudage	1	3,45%	3,3	5,09%
Démontage	5	17,24%	10,3	15,88%
Centrage	1	3,45%	0,75	1,16%
Nettoyage	1	3,45%	0,5	0,77%
Montage	3	10,34%	3,8	5,86%
Essayage et contrôle	8	27,59%	17,3	26,68%
Serrage	2	6,90%	3,5	5,40%

Tableau 9 : Problèmes mécaniques

La fréquence des problèmes les plus significatifs dans notre étude sont : Le réglage, essayage et contrôle et démontage aussi nous remarquons que leur durée d'arrêt est importante.

• **Le four MEM-02**

Afin d'identifier les causes responsables sur la diminution de disponibilité et fiabilité de la machine MEM-02, on propose la même analyse effectuée sur RVA-02.

1-Analyse de type de pannes MEM-02 :

Le tableau ci-dessous présente les types de pannes de la machine MEM-02, durant la période 11/2021 à 06/2022.

Type de panne	Fréquence	% total	Temps d'arrêt(h)	% total
Electrique	29	69,05%	77	63,44%
Mécanique	10	23,81%	35,45	29,21%
Pneumatique	3	7,14%	8,92	7,35%
MTBF=28,09h		MTTR=3,81h		DO=88%

Tableau 10 : Les types des pannes

La fréquence de panne électrique représente 69,05% des pannes, puis le temps d'arrêt représente 63,44%.

Une analyse approfondie est nécessaire sur cet équipement pour trouver l'origine de ces pannes et y apporter les solutions pour une amélioration de sa disponibilité

2-Description des pannes électriques de la MEM-02 :

Après avoir fait une lecture de la description des pannes électriques, on peut classifier ces dernières par nature de problème et leurs fréquences et le temps d'arrêt dans le tableau 10.

Problèmes	Fréquence	% total	Temps d'arrêt(h)	% total2
Soudage	14	53,85%	17,5	23,46%
Branchement Montage	3	11,54%	9,11	12,22%
Problème de chaleur	4	15,38%	28,06	37,62%
Déplacement	1	3,85%	1,45	1,94%
Réglage Modification	3	11,54%	18,11	24,28%
Marche	1	3,85%	0,35	0,47%

Tableau 11 : Problèmes électriques

D'après la classification des problèmes électriques qui produisent l'arrêt de la machine nous avons principalement des problèmes liés au soudage et problèmes de chaleur.

IV. Innover :

Cette phase est réservée pour mettre en place les résultats des phases précédentes et pour proposer des solutions applicables.

1-L'implantation optimisée

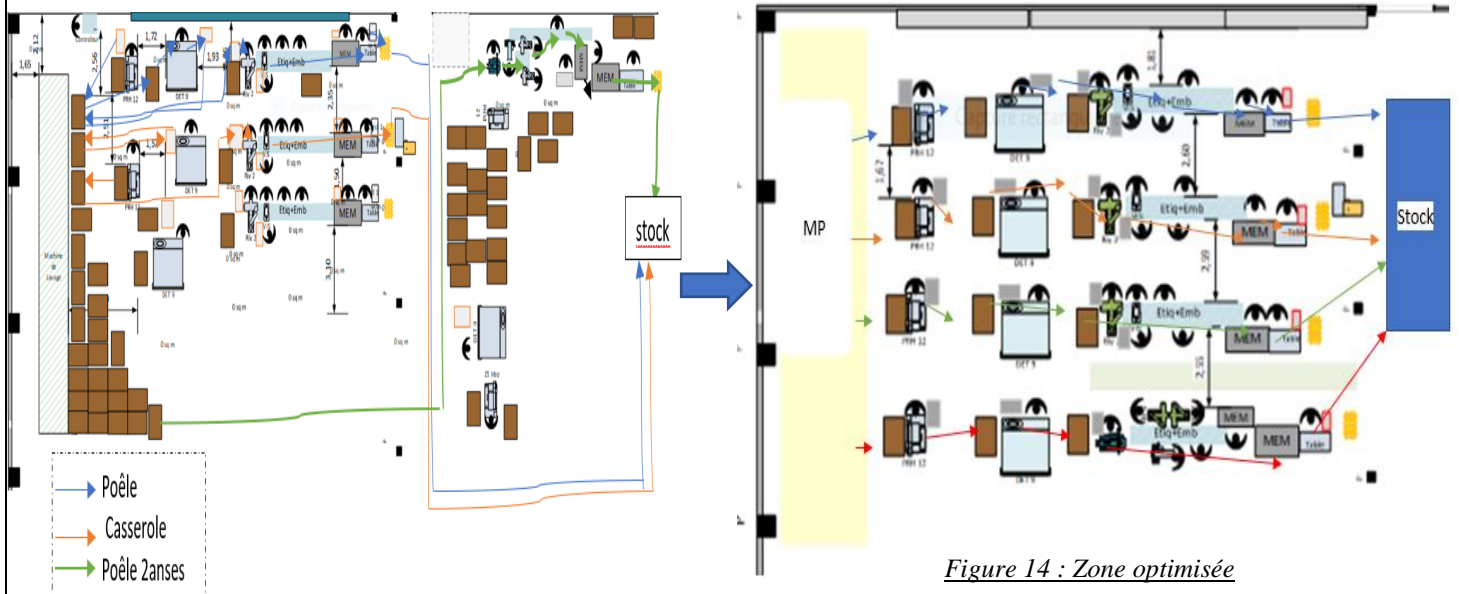


Figure 14 : Zone optimisée

Notre objectif est le lissage, l'équilibrage des ligne et élimination de tout geste inutile dans cette implantation. Avec cette implantation nous avons gagné une ligne qui a été inactive dans l'intention d'augmenter la productivité. En plus nous avons minimisé au maximum le trajet parcouru par les articles, pour ne pas perdre du temps lors des déplacements.

Nous avons proposé comme actions amélioratives :

- Déplacer la ligne des poêles à deux anses à côté des autres lignes accompagnée par la presse mécanique et la machine de détourage.
- Ajouter une deuxième machine de vissage et une machine détourage à deux têtes.
- Avoir un seul opérateur au niveau de la phase Etiquette et Nettoyage au lieu de deux opérateurs.
- Ajouter un opérateur dans les phases difficiles.
- Avoir un espace suffisant entre les lignes.
- Limiter le temps de travail au niveau de la PRH et le DET.
- Disponibilité des machines critiques dans le service maintenance.
- Diminuer le temps de changement de moule par l'application du SMED (Single minute exchange of die).
- L'application des 5S.

2-Cadences équilibrées :

L'équilibrage de la ligne est un des axes importants que nous devons réaliser pour la bonne rentabilité c'est pourquoi nous avons proposé de :

- Fixer une quantité initiale à fabriquer dans la phase emboutissage.
- Diminuer le temps de changement de moule par l'application du SMED.
- Au lieu d'attendre les opérateurs doivent aider les opérateurs qui ont la surcharge.
- Avoir un chef dans chaque ligne pour calculer le rendement des opérateurs.
- Vérifier que la quantité de production à la sortie est la même qui a été fixer dans le planning de production.

3- Application des 5S :

Cette méthode est utilisée pour bien organiser et améliorer l'environnement de travail et réduire le temps des actions qui n'apportent aucune valeur ajoutée dans la zone PTF.

Catégorie	Comment
Sélectionner : supprimer l'inutile	-Trier et non conserver que les produits utiles -Ramasser les pièces utiles dans des palette et les organiser
Situer : situer chaque poste a sa place	-Repérer chaque objet dans un emplacement bien défini de façon à faciliter le travail -Organiser la zone des en-cours
Scintille : Nettoyer et tenir propre	-Définir l'emplacement du matériel de nettoyage -Ramasser les déchets et les objets inutiles par l'opérateur pour la netteté du poste -Mettre en évidence des consignes de, nettoyage et rangement
Standardiser :	-Mettre des tables d'étiquette dans les postes d'étiquetage -Mettre des tables pour ranger l'outillage (annexe 4)
Suivre :	-Réaliser une fiche mensuelle pour contrôler les résultats de chaque mois -Impliquer le personnel dans la démarche des 5s

Tableau 15 : les 5s

V. Contrôler :

La cinquième étape de la démarche DMAIC est une phase de contrôle et de suivi. Elle intervient juste après la phase d'amélioration qui a permis d'implémenter les nouvelles solutions sélectionnées par l'équipe suite à l'étude approfondie de certains problèmes. Cette étape est complexe dans la mesure où elle doit permettre aux équipes de comparer une situation nouvelle souhaitée par rapport à une situation initialement insatisfaisante, et ainsi observer la situation actuelle afin de confirmer, puis de maintenir, le succès du projet DMAIC. Cela nécessite une période un peu longue pour pouvoir quantifier le processus de nouveau.

Durant cette période l'implantation est partiellement optimisée par le déplacement des machines des poêle à 2anses ce qui a permis de minimiser le trajet observé dans la figure 16

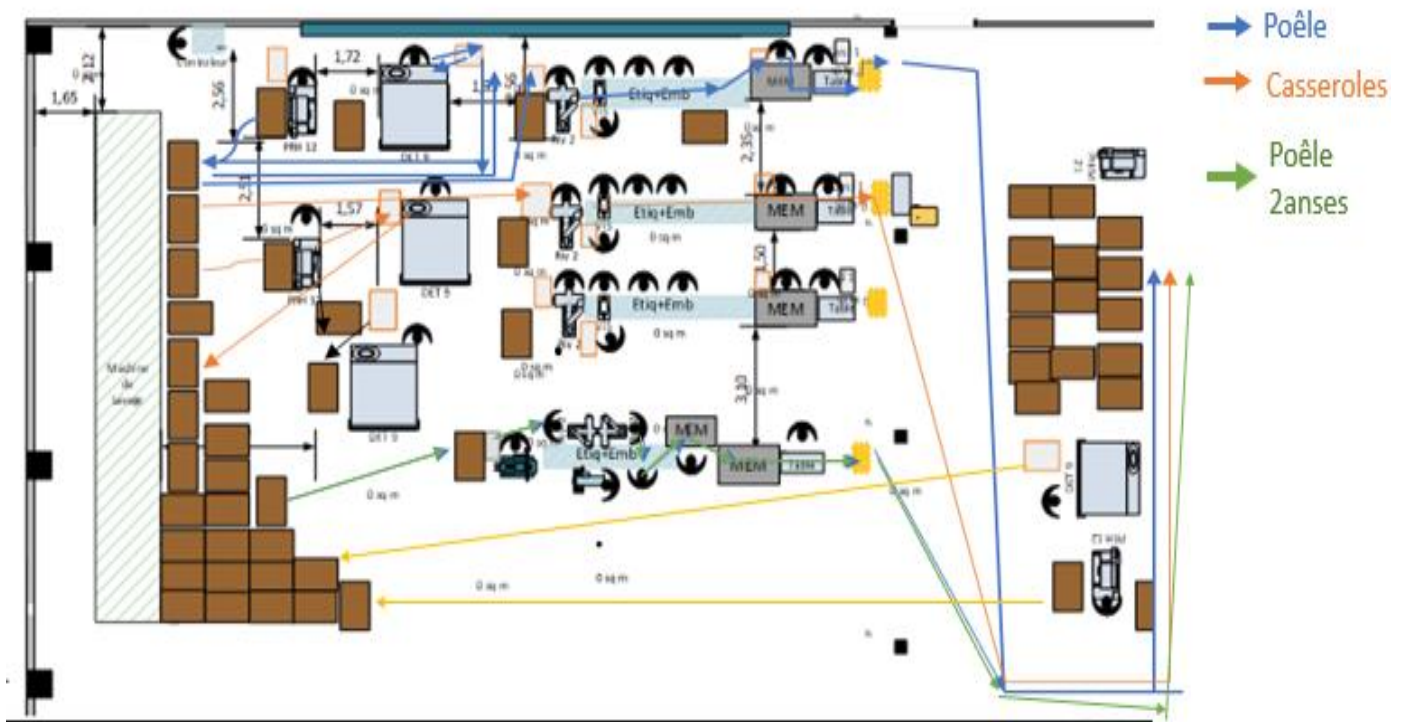


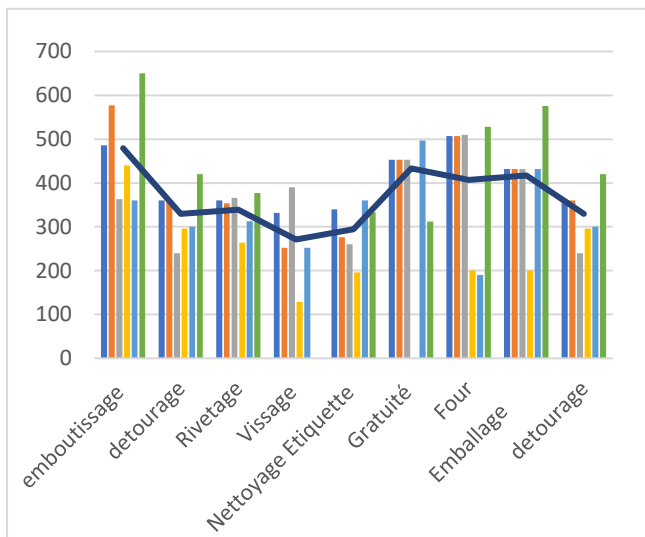
Figure 16 : implantation actuelle

Cadences équilibrées :

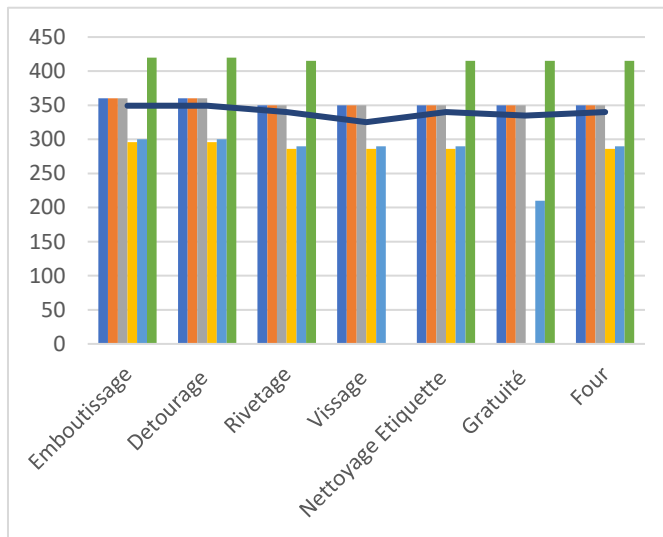
Si nous arrivons à équilibrer les cadences théoriques nous pourrions avoir dans la phase emballage ce que nous avons fabriqué dans la phase détourage avec 80 pièces des en-cours par jour comme stock de sécurité. Le tableau présente les cadences après équilibrage.

Phase de production Articles	Emboutissage	Détourage	Rivetage	Vissage	Nettoyage Etiquette	Gratuité	Four
Tam 22	360p/h	360p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h
Tam 24	360p/h	360p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h
Tam 30	360p/h	360 p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h	350p/h
Poêle pop 26 avec Zanse	296p/h	296p/h	286p/h	286p/h	286p/h	-----	286p/h
Poêle pop 22	300p/h	300p/h	290p/h	290p/h	290p/h	210p/h	290p/h
Crêpière 22	420p/h	420p/h	415p/h	----	415p/h	415p/h	415p/h

Tableau 13 : Cadences équilibrées



Avant



Après



Conclusion

L'amélioration de la productivité est indispensable dans tous les secteurs d'activité, mais plus particulièrement dans les entreprises les plus exposées à la concurrence, pour créer ou financer un avantage concurrentiel

L'objectif de ce projet est d'analyser et d'identifier les causes spécifiques de la dégradation de la performance

Le processus de résolution de problèmes proposé dans notre étude est inspiré de la démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler) de Six Sigma.

À son terme, un bilan du travail réalisé durant la période de stage est dressé ci-après.

En premier lieu, l'étape définir qui consiste à préciser le périmètre du projet pour faire apparaître que la zone a plusieurs gaspillages que nous devons déterminer. Après nous avons entamé le chronométrage afin de définir la différence entre les cadences théoriques et réelles, afin de relever les vraies sources des problèmes fréquents dans l'atelier et les postes goulots.

Puis nous avons exécuté et analysé par un diagramme spaghetti le flux de production, aussi l'analyse des équipements critiques ce qui a aidé à justifier les problèmes d'attentes et de pannes mentionnées dans le diagramme Ishikawa.

En troisième lieu l'objectif a été de proposer à l'aide de la méthode de 5S un ensemble d'actions amélioratives afin diminuer les gaspillages dans la zone PTF, pour l'équilibrage et le lissage des lignes de production dans le but améliorer la productivité.

Les résultats de ce projet, ont permis d'atteindre les objectifs d'équilibrage et de lissage de la ligne de production PTF, afin de satisfaire les attentes de la société. Il s'agit d'une culture qui se construit dans le temps et avec tous les acteurs, puisque la démarche d'amélioration est longue et même jamais terminée, puisqu'elle est basée sur l'amélioration.

En guise de perspectives le programme des formations et les actions 5S, doivent être appliqués dans les autres ateliers et pour la surface gagnée nous pourrons rajouter autres articles au catalogue de la société, afin d'augmenter la productivité et améliorer la rentabilité.

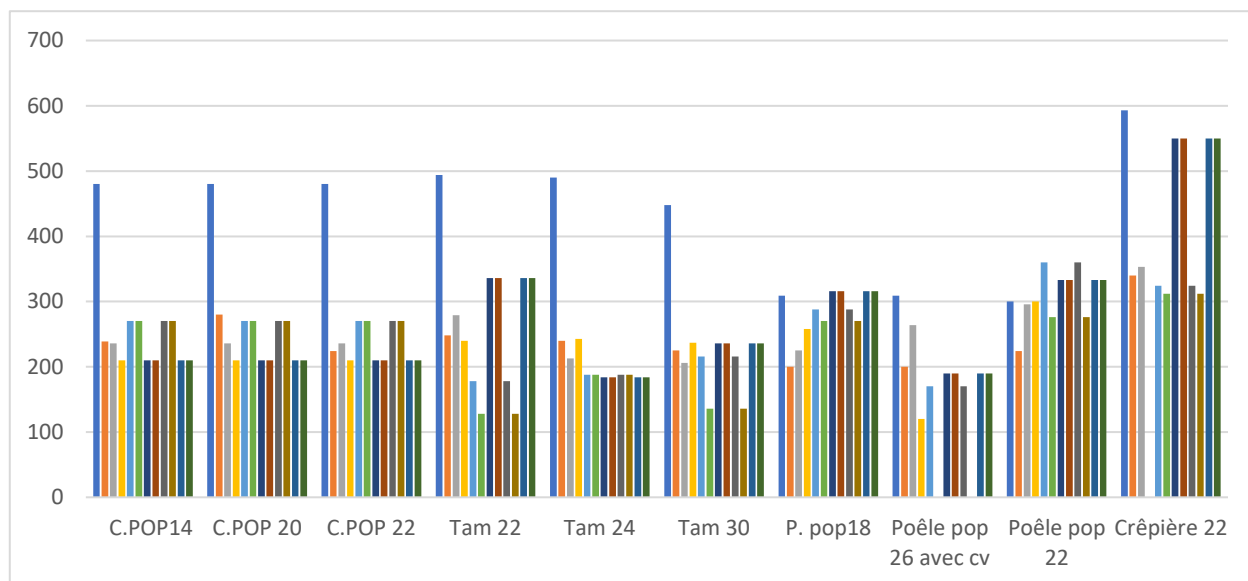
ANNEXES

Annexe 2 : Les gaspillages des postes dans 5 jours

Ligne 2	RIVTAGE	Vissage	Étiquette	Gratuité	Four	Emballage	Causes
Arrêt JOUR 1	4m45s 2m39s 1m 1m 15s 1m46s -----	8m19s ----- ----- ----- ----- ----- -----	8min20s ----- 1m35s ----- ----- ----- -----	4m40s ----- 8m40s ----- ----- 2m40s ----- ----- -----	21m ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	7m ----- 1m40s ----- ----- 12m40s ----- ----- 5m	VNA Réglage Déplacement Outillage Attente Contrôle Panne
TOTAL d'arrêt Taux d'activité	11m24s 90,5%	8m19s 93,02%	9m55s 91,73%	16m 86,66%	30m 75%	26m20s 78,05	
Arrêt JOUR 2	1m40s 4m 20s 4m10s 1m27s 1m46s -----	17m19s ----- ----- 1m ----- ----- ----- -----	3min20s ----- 32s 5m40s ----- ----- ----- -----	----- ----- ----- 1m ----- ----- ----- -----	11m ----- ----- 2m30s 1m30s 40s ----- ----- -----	4m40s ----- ----- ----- 4m40s ----- ----- -----	VNA Réglage Déplacement Outillage Attente Contrôle Panne
TOTAL d'arrêt Taux d'activité	13m22s 88,2%	18m19s 84,73%	9m32s 92,05%	1m 99,16%	15m40s 86,94%	9m30s 92,08%	
Arrêt JOUR 3	14m ----- ----- 1m 1m ----- ----- -----	3m ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	3m30s ----- 30s 2m40s ----- ----- ----- -----	4m ----- ----- 1m30s 4m ----- ----- ----- -----	25m 2m 1m 4m 4m 1m ----- -----	3m10s ----- ----- 1m20s 14m40s ----- ----- -----	VNA Réglage Déplacement Outillage Attente Contrôle Panne
TOTAL d'arrêt Taux d'activité	16m 75%	3m 97,5%	6m40s 94,44%	9m30s 92,08%	37m 69,16%	19m10s 84,02%	
Arrêt JOUR 4	10m ----- 3m40s 1m19s ----- ----- ----- 50m	4m 8m ----- ----- ----- ----- 50m	1m40s ----- 40s ----- 8m50s ----- ----- 50m	1m ----- ----- 45s 8m50s ----- ----- 50m	8m30s 2m 1m 40s 30m 30s ----- -----	47s ----- 1m ----- 41m ----- ----- -----	VNA Réglage Déplacement Outillage Attente Contrôle Panne Arrêt
TOTAL d'arrêt Taux d'activité	1h49m 9,16%	1h2m 48,33%	1h9m10s 39,16%	1h8m35 28,75	42m40s 64,44%	42m47s 64,34%	
Arrêt JOUR 5	9m10s 4m 3m45s ----- 3m ----- ----- -----	5m30s ----- 1m10s ----- ----- ----- ----- -----	5m34s ----- 40s 1m 10s 20s ----- ----- -----	10s ----- ----- 1m 34s ----- ----- ----- -----	10m10s 2m ----- ----- ----- 28m20s ----- ----- -----	30s ----- ----- ----- 28m10s ----- ----- -----	VNA Réglage Déplacement Outillage Attente Contrôle Panne Arrêt
TOTAL d'arrêt Taux d'activité	19m45s 83,54%	6m40s 94,44%	7m44s 93,55%	1m44s 98,55%	40m30s 66,25%	28m40s 76,11%	

Ligne 1	RIVTAGE	Vissage	Étiquette	Gratuité	Four	Emballage	Causes
Arrêt Jour 1	10min50s 7min 37s 1min46s	8min 1min	1min44s 3min40s 5min 5min30s	7min40s 15min30s 40s	 2h	2h	-VNA -Réglage -Déplacement -Outillage -Attente -Contrôle -panne
Taux d'activité	20min 83%	9min 92%	16min 86%	23min 80%	0%	0%	
Arrêt Jour 2	12min 2min 4min31s	6min	10min 3min40s	7min25s 12min 2min10s	20s 1min 1min 3min 35min	43min	-VNA -Réglage - Déplacement -Outillage -Attente -Contrôle -Panne
Taux d'activité	18min 85%	6min 95%	14min 88%	21,4min 82%	40,3min 66%	43min 64%	
Arrêt Jour3	11min 1min30s 1min30s 3min30s	40s 3min 1min 2min40s	35s 40s 2min 8min20s	7min 2min 1min 2min	6min20s 9min15s 1min15s 13min	11min20s 1min 17min	-VNA -Réglage -Déplacement -Outillage -Attente -Contrôle
Taux d'activité	17,5min 85%	93%	11,5 90%	90%	75%	75%	
Arrêt Jour 4	13min15s 2min 9min 1min15s 4min30s	3min 7min30s 1min	1min 5min 10min30s	1min30s 3min 1min45s 7min	 1min30s 1h50min	2min49s 1h50min	-VNA -Réglage Déplacement -Outillage -Attente -Contrôle -Panne
Taux d'activité	75%	90%	86%	89%	7%	5%	
Arrêt Jour 5	1min40s 3min 1h	4min 2min20s 1h	 1h	 1h	 1min 8min 35min	2min 7min 35min	-VNA -Réglage -Déplacement -Attente -Contrôle -Arrêt
Taux d'activité	45%	45%	50%	50%	63%	63%	

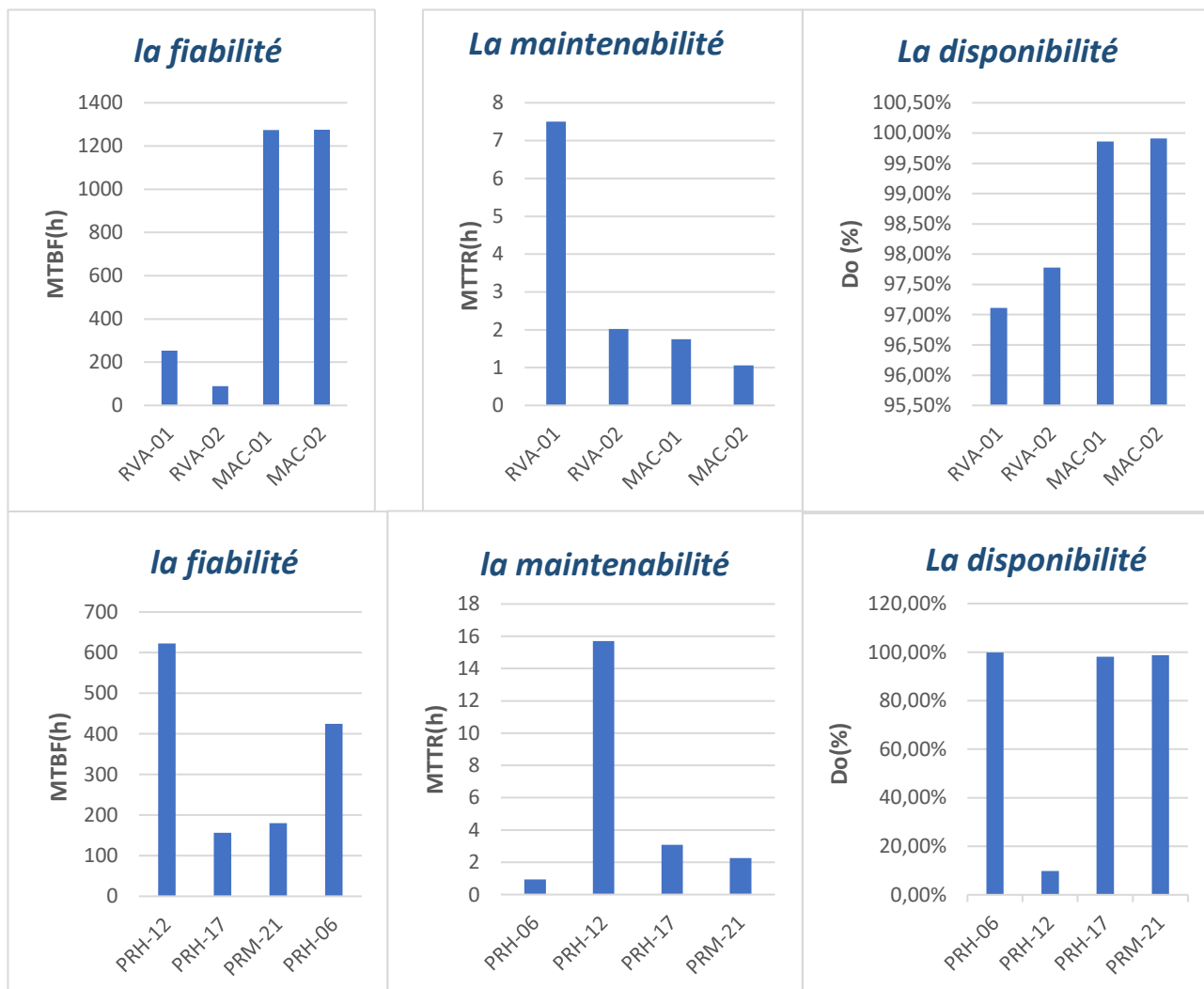
Annexe 3 : les cadences des postes de travail



Annexe 4: Table d'outillage

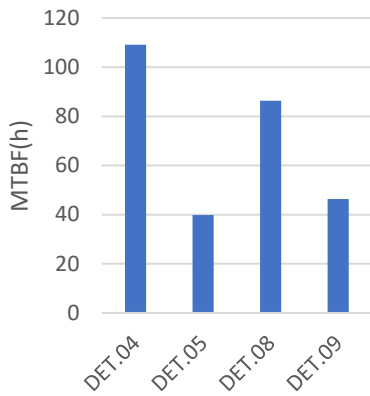


Annexe 5 : Etude des équipements de la zone PTF

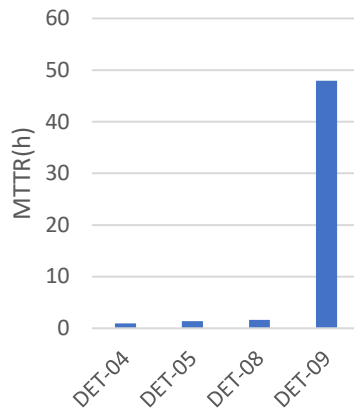


Code machine	Temps d'arrêt	Nombre de panne	MTBF(h)	MTTR(h)	Do (%)
PRH-06	2h50min 2,83h	3	424,39	0,94	99,77
PRH-12	31h25min 31,41h	2	622,295	15,70	9,76
PRH-17	24h43min 24,71	8	156,411	3,09	98,06
PRM-21	15h55min 15,92h	7	180,011	2,27	98,75
RVA-01	12h	5	252,8	7,5	97,11
RVA-02	28h20min 28,33h	14	89,119	2,02	97,78
MAC-01	1h45min 1,75h	1	1274,25	1,75	99,86
MAC-02	1h36min 1,06h	1	1274,94	1,06	99,91

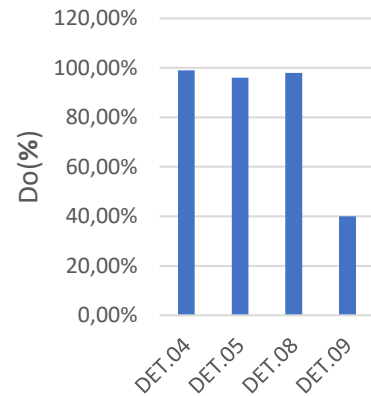
La fiabilité



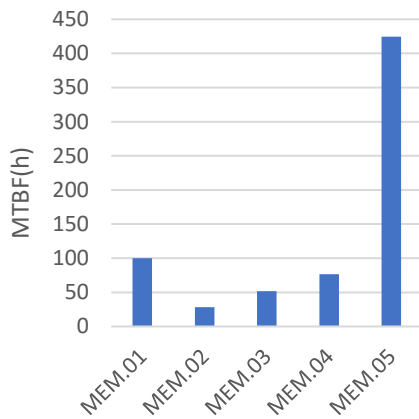
La maintenabilité



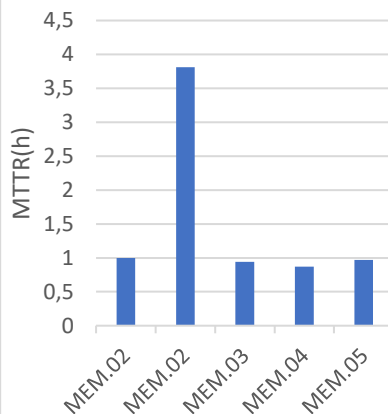
La disponibilité



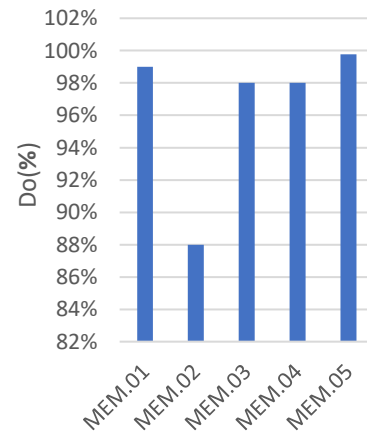
La fiabilité



La maintenabilité



La disponibilité



Code machine	Temps d'arrêt	Nb panne	MTBF(h)	MTTR(h)	Do (%)
DET-04	11h15 min	12	109,06	0,93	99
DET-05	43h52 min	32	39,87	1,37	96
DET-08	24h32 min	15	86,36	1,63	98
DET-09	670h56 min	14	46,36	47,92	40
MEM-01	13h	13	100	1	99
MEM-02	152h24 min	40	28,09	3,81	88
MEM-03	23h40 min	25	51,85	0,94	98
MEM-04	14h55 min	17	76,76	0,87	98
MEM-05	2h55min	3	424,36	0,97	99,77

BIBLIOGRAPHIE :

[1] : <https://leansixsigmafrance.com/blog/le-dmaics-une-methode-six-sigma-pour-mieux-gerer-vos-projets/>

[2] : <https://www.techniques-ingenieur.fr/fiche-pratique/genie-industriel-th6/piloter-et-animer-la-qualite-dt34/la-methode-qoqccp-un-outil-d-analyse-0447/>

[3] : Cours gestion de projet. Pr. Mohammed ramadany.

[4] : <https://www.createch.ca/fr/blogue/methode-5s-standardisation-travail>

[5] : [https://www.picomto.com/comprendre-le-lead-time-takt-time-et-cycle-time/#:~:text=Le%20Cycle%20Time%20\(Temps%20du,d'un%20autre%20produit%20similaire.](https://www.picomto.com/comprendre-le-lead-time-takt-time-et-cycle-time/#:~:text=Le%20Cycle%20Time%20(Temps%20du,d'un%20autre%20produit%20similaire.)

[6] : Cours gestion de la maintenance. Pr. Anass chafi