

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence sciences et techniques

Spécialité : Conception et analyse mécanique

Titre :

Déploiement de la démarche Lean six sigma au sein de la société CEAC

Lieu :

CEAC(Construction Electrique Appareillages de comptage)

Fès

Présenté par :

- Mme. Soukayna JKARII

Encadré par :

- Mr. Mouad GARZIAD (Encadrant Pédagogique)
- Mme. Jihane KOJMANE (Encadrant Industriel)

Soutenu le 05/07/2022 devant le jury :

Pr. A.SEDDOUKI

-Pr.M.Garziad

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A ma chère maman Yamna pour son amour inconditionnel et ses sacrifices avec moi

A l'âme de mon cher père Mohammed que je n'ai jamais oublié dans mes prières (reste en paix papa)

A mon mari Imad Eddine pour sa patience et ses sacrifices tout au long de mon parcours

A mon fils Moulay Ali

A mes sœurs et mes frères

A ma belle mère et toute ma famille

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous avez consentis avec moi durant mes études

Je vous en remercie du fond du cœur.

Remerciement

C'est avec une grande reconnaissance et un vif respect, que j'adresse mes profonds remerciements à ceux et à celles qui ont contribué à l'enrichissement de mes connaissances.

Avant tout, je remercie mon bon Dieu, de m'avoir donnée la force et le courage nécessaire pour mener à terme ce travail.

Je remercie principalement mon encadrant **Mr.Mouad Garziad** pour tous ses grands efforts considérables, et son soutien et son suivi dès le premier jour . Tous les mots de remerciement ne vous suffisent pas.

Je tiens donc à remercier la direction de **CEAC** pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer mon stage dans de bonnes conditions.

Ma reconnaissance s'adresse à **Mme .KOJMANE JIHANE** responsable de service de production au sein de CEAC pour son encadrement, son professionnalisme et son soutien et amabilité tout le long de mon projet. Je tiens à vous adresser mes plus vifs remerciements et mon grand respect, vos remarques et recommandations contribuent au perfectionnement de ce travail.

Je remercie aussi **Mr.Omar** responsable de service maintenance, **Mr.Alami** responsable de l'atelier d'injection et **Mr.ali** responsable qualité pour leurs soutiens et leurs aides durant ma période de stage.

Mes sincères remerciements vont aussi à tout le personnel de la société pour leur amabilité et encouragement.

Résumé

Pour assurer une meilleure productivité à moindre coût, il est nécessaire d'adopter une dynamique d'amélioration continue.

Ce projet constitue une synthèse de mon projet de fin d'étude effectué au sein de l'entreprise CEAC spécialisé dans le domaine de l'appareillage électrique. Ce projet a pour objet d'implémenter la méthodologie Lean Six Sigma (DMAIC) au sein de l'atelier d'injection. La démarche d'implantation a débuté par une analyse du taux de rendement synthétique dans l'atelier d'injection afin de déterminer l'efficacité de l'atelier ainsi de déterminer l'indicateur qui influe le rendement de l'atelier en terme de qualité, production, ainsi que la disponibilité des moyens de production.

La démarche DMAIC à été mis au point pour assurer l'acquisition et le traitement des données recueillies, en vue d'améliorer les performances globales de l'entreprise.

Mots-clés : Lean, Six-Sigma, DMAIC, disponibilité, qualité, rendement

Abstract

To ensure better productivity at a lower cost, it is necessary to adopt a dynamic of Continuous improvement.

This project is a summary of my final studies project carried out within the CEAC Company Specializing in the field of electrical equipment. This project aims to implement the Lean Six Sigma (DMAIC) methodology within the injection workshop. The implementation process began with an analysis of the synthetic rate of return in the injection workshop to determine the efficiency of the workshop and determine the indicator that influences the performance of the workshop in terms of quality, production, as well as the availability of means of production.

The DMAIC approach has been developed to ensure the acquisition and processing of the data were collected to improve the overall performance of the company.

Keywords: Lean, Six-Sigma, DMAIC, availability, quality, performance

Table des matières

Dédicace	2
Remerciement.....	3
Résumé.....	4
Abstract	5
Liste des figures	8
Liste des tableaux	9
Chapitre 1 :.....	11
Présentation de CEAC Fès.....	11
I. Présentation de la société :.....	12
1. Historique :	12
2. Fiche technique de la société :.....	12
3. Organigramme :	12
4. Description générale :	14
5. Les ressources:.....	15
6. Activités :.....	16
7. Description des ateliers :	18
II. Constitution d'un compteur	24
1. Structure d'un compteur :	24
2.Principe de fonctionnement d'un compteur :.....	24
Chapitre 2 :.....	25
Méthodologie Lean Six Sigma	25
1. Définition du Lean Six Sigma	26
2. Historique du Lean Six Sigma.....	26
3. Les avantages du Lean Six Sigma.....	26
4. Déploiement du Lean Six Sigma : Démarche DMAIC	27
5. LE LEAN SIX SIGMA ET INDUSTRIE DES COMPTEURS :.....	28
Chapitre 3 :.....	30
Contexte général du projet	30
I. Contexte du projet	31
1. Cahier des charges du projet	31
2. Objectif du projet	31
3. Définition des gains	32
II. Définition du problème :	32
1. Équipe du projet.....	32
2. Planification du projet :.....	33

III. Description de la zone de travail :	34
3. Cartographie du processus :	34
2. Analyse fonctionnelle :	35
Chapitre 4 :	38
Phase Mesurer et Analyser	38
I. Introduction :	39
II. Evaluation de TRS	40
III. AMDEC :	41
1. Définition :	41
2. Démarche de l'étude :	42
3. Analyse des modes de défaillances	42
4. Synthèse.....	47
Chapitre 5 :	50
Phase Améliorer.....	50
I. Introduction :	51
II. Actions d'améliorations	51
III. Plan d'action	52
IV. Synthèse	56
BIBLIOGRAPHIE.....	58

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la société	13
Figure 2 : Implantation géographique de la société	14
Figure 3 : Compteur HLD03.....	16
Figure 4 : Compteur DT58.....	17
Figure 5 : Presse à injection DEMAG E200	18
Figure 6 : Thermorégulateur	19
Figure 7 : Atelier de montage	20
Figure 8 : Constitution d'un compteur monophasé.....	20
Figure 9 : Organigramme pour le montage de compteur monophasé.....	21
Figure 10 : ORGANIGRAMME POUR LE MONTAGE DE COMPTEUR TRIPHASÉ.....	22
Figure 11 : Atelier d'étalonnage	23
Figure 12: démarche dmaic	27
Figure 13.Diagramme bête à corne	31
Figure 14.Diagramme de GANTT.....	33
Figure 15.Diagramme SIPOC	34
Figure 16.Diagramme Pieuvre	35
Figure 17.Schéma Représentatif de la Presse À Injecter	36
Figure 18.Décomposition Interne De La Machine d'injection	37
Figure 19:méthode de calcul de TRS	39
Figure 20. Suivi du TRS	41
Figure 21. Figure De Criticité De La Machine D'injection.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1.Fiche Technique de la Société	12
Tableau 2 : Calibre et nombre de spire du compteur HLD03	16
Tableau 3 : Erreurs et régies du Maroc.....	23
Tableau 4.Equipe de projet.....	33
Tableau 5. Données de Production	40
Tableau 6.Fiche Analytique d'AMDEC (Partie Hydraulique)	44
Tableau 7.Fiche Analytique d'AMDEC (Partie Mécanique)	46
Tableau 8.Fiche analytique d'AMDEC	47
Tableau 9.Pourcentage de Criticité Des Éléments De La Machine D'injection	48
Tableau 10. Elements Critiques	49
Tableau 11.Mode Opérateur De Changement De Moule	53
Tableau 12.Fiche D'intervention.....	55

Introduction général

Ce mémoire de stage de fin d'études réalisé dans le cadre des études en Licence en Conception et Analyse Mécanique synthétise l'ensemble des travaux réalisés au sein de la CEAC (Construction Electrique et appareillage de Comptage).

Le stage a été effectué sur une période entre 1 mai et 30 juin 2022. Pendant cette période, j'ai commencé par une découverte des différents services de l'entreprise, ensuite je me suis arrêté à l'étude du processus de fabrication des pièces en plastique du compteur électrique à savoir le **capot** et la base.

Suite à cette phase d'intégration au sein de la société, l'encadrante industrielle m'a proposé de mener un projet relatif à l'amélioration des performances de l'atelier d'injection en se basant sur la méthodologie Lean Six Sigma (DMAIC).

Une recherche bibliographique sur le sujet m'a conduit de bien maîtriser la démarche adoptée et d'essayer de l'appliquer dans l'atelier d'injection qui dispose des problèmes au niveau de la production et de la performance.

Ce rapport se compose principalement de quatre chapitres à savoir :

- Le premier chapitre concerne une présentation générale de la **C.E.A.C** et il présente de manière détaillée les différents ateliers liés à la production des compteurs électriques.
- Le deuxième chapitre concerne la démarche adoptée pour mener à bien le projet.
- Le troisième chapitre présente d'une manière détaillée le contexte général du projet et la problématique.
- Le chapitre 4 porte sur des analyses et de Mesure de l'état actuel de l'atelier d'injection en se basant sur les indicateurs de performances.
- Le chapitre 5 porte sur la mise en œuvre des plans d'action et la mise en place des solutions afin de faire faces aux problèmes liés à l'efficacité de l'atelier d'injection.

Chapitre 1 :

Présentation de CEAC Fès

Ce chapitre présente brièvement un historique de CEAC Fès avec son secteur d'activité et d'autres informations sur sa raison social. Ainsi un aperçu général sur la structure de l'entreprise avec ses différents services. Ainsi que processus de fabrication et d'assemblage des compteurs.

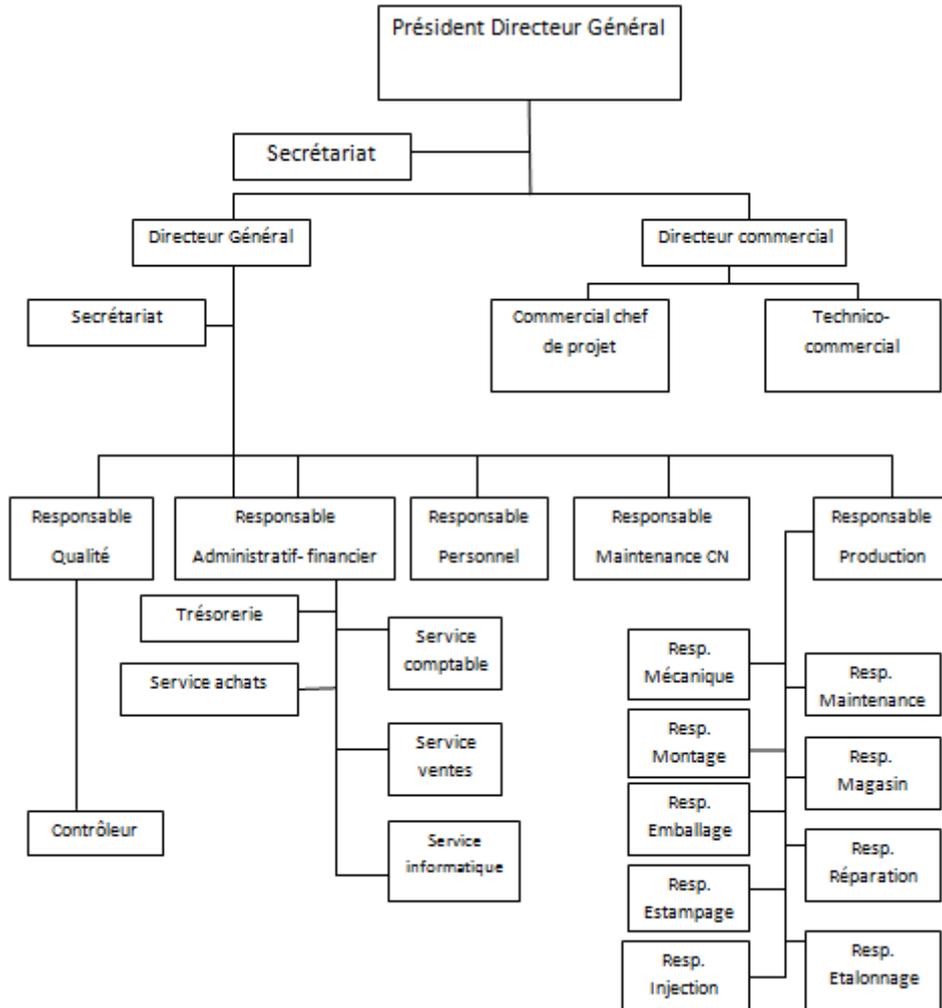


Figure 1: Organigramme de la société

4. Description générale :

a) Organisation interne :

Les différents services de CEAC s'articulent autour de deux directions :

- La direction Générale dont le siège à Rabat ;
- La direction Industrielle à l'usine de Fès.

b) Implantation géographique :

La figure contient un plan détaillé de la société, là où nous pouvons voir les différents ateliers, ces derniers sont répartis géographiquement suivant l'enchaînement des étapes de la fabrication des compteurs.

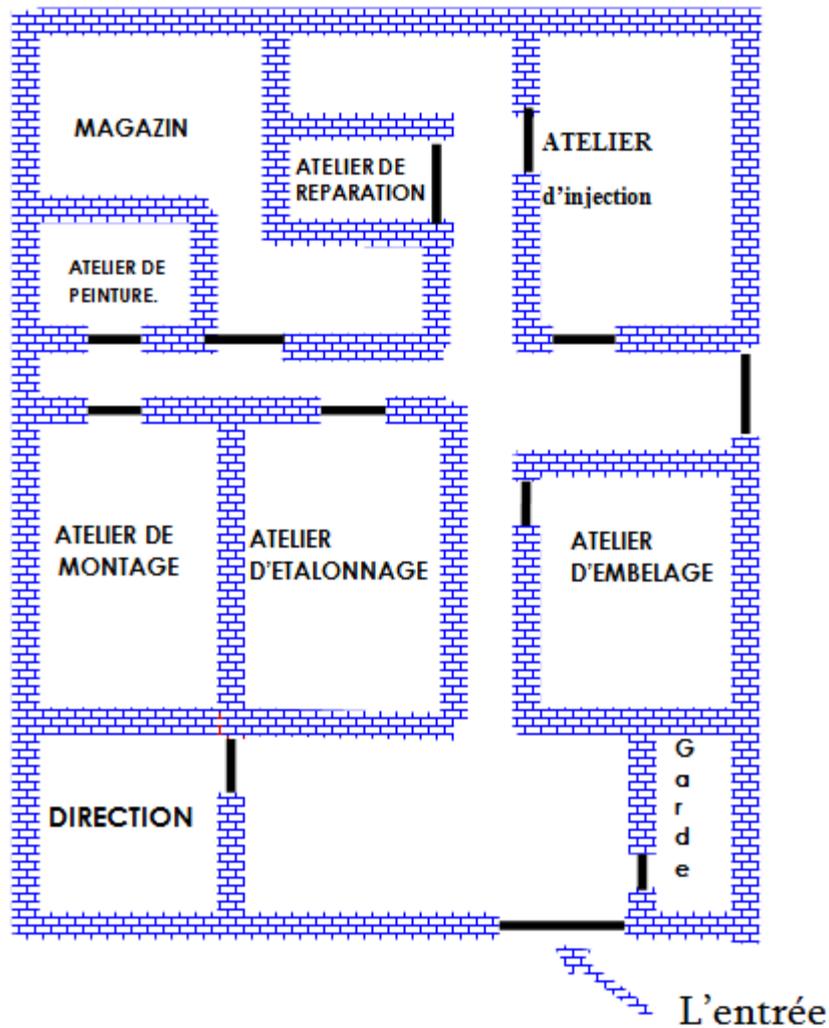


Figure 2 : Implantation géographique de la société

5. Les ressources:

➤ Ressources humaines :

- Cadres supérieurs
- Cadres administratifs.
- Techniciens supérieurs.
- Techniciens et ouvriers qualifiés.
- Autres

➤ Les ressources matérielles :

CEAC dispose d'une importante quantité de matériel de production et de maintenance composée essentiellement de :

- Presse à injecter ;
- Les moules de la presse à injection ;
- Ligne et outils d'estampage ;
- Mini presse pneumatique pour rivetage ;
- Appareil de contrôle de rigidité diélectrique ;
- Equipements d'aimantation et désaimantation ;
- Ligne d'assemblage de compteur monophasé et triphasé ;
- Pupitre d'étalonnage monophasé marque GANZ ;
- Pupitre d'étalonnage triphasé marque SCHLUMBURGER ;
- Pupitre d'étalonnage monophasé marque SCHLUMBURGER ;
- Compresseur à piston et les tournevis pneumatiques ;
- Véhicule de manutention.

6. Activités :

a) Activités principales :

CEAC a pour activité principal la fabrication des compteurs d'énergie électrique active basse tension monophasée 2fils(**HLD03**) et triphasés 4fils(**DT58**).

❖ Compteur d'énergie électrique monophasé de type HLD03 :

Le compteur HLD03 classe 2 est le plus récent fabriqué et vendu par SCHLUMBERGER.

Avec un système d'horloge différent. Le compteur est conforme à la norme CE1521. Il est conçu pour mesurer l'énergie électrique active en distribution 2 fils, le type HLD03 est construit par :

- Supporter le climat sévère des pays tropicaux.
- Assurer l'exactitude des mesures, la stabilité et la précision.
- Assurer la sécurité contrôlée effets d'environnement extrême.
- Assurer la protection contre les chocs électriques ou les incendies.

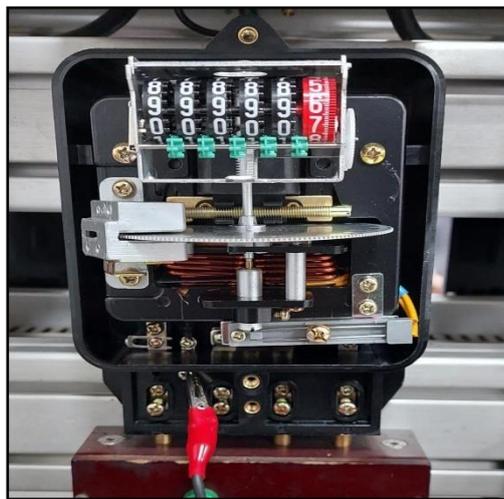


Figure 3 : Compteur HLD03

Il en existe plusieurs types et ils varient par le nombre de spires au niveau de la bobine de courant :

calibre du compteur HLD03(en Ampère)	Nombre de spires
5-20 et 5-30	6 spires
10-30	3 spires
20-60	2 spires

Tableau 2 : Calibre et nombre de spire du compteur HLD03

❖ Compteurs d'énergie électrique triphasés de type DT58 :

Le compteur d'énergie électrique triphasé de type DT58 est composé de deux disques jumeaux et de trois blocs moteurs. Sa conception moderne lui assure une large gamme de mesure avec un courant maximal de 120 Ampère.

Le compteur DT58 est conçu conformément à la norme CEI et à la norme marocaine. Il assure une grande précision et stabilité, une excellente tenue aux environnements sévères en plus sa grande sécurité contre les incendies et les chocs thermiques.

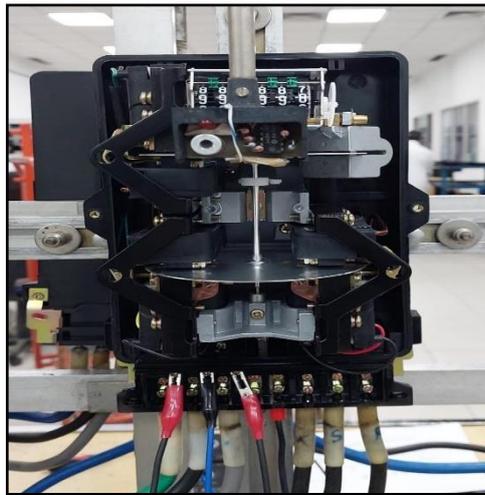


Figure 4 : Compteur DT58

b) Activités secondaires :

Nous pouvons trouver des activités secondaires chez CEAC telles que :L'étalonnage et vent des compteurs électronique Spectral

- Maintenance et réparation des compteurs électroniques Spectral.
- Services dans l'environnement du compteur : vente des TSP (Terminaux de Saisie Portable)
- Gestion de la Clientèle.
- Maintenance des compteurs numériques.
- Service dans l'environnement du compteur.
- Importation des compteurs électronique de la société ACTARIS et leurs distributions au MAROC.

7. Description des ateliers :

a) Atelier d'injection :

Dans l'atelier d'injection nous avons trois générations de machines qui font la même opération. Ces machines s'appellent les presses d'injection. Elles servent à fabriquer des pièces par la transformation de la matière Bakélite d'une carcasse très dure et résistante à la température. Cet atelier contient plusieurs machines autres que les presses : utilisées pour le refroidissement du capot, pour l'échauffement d'huile à une valeur très précise et pour insérer des vices, donc elles possèdent trois installations :

- Installation pneumatique,
- Installation hydraulique,
- Installation électrique.

La matière première utilisée c'est la bakélite, elle est fournie par la société ACTARIS.

Cette matière a une couleur noir brillant et elle a des propriétés mécaniques élevées :

- Résistance à la traction : 60 Mpa
- Résistance à la compression : 250 Mpa
- Résistance à la flexion statique : 90 Mpa
- Résistance aux chocs



Figure 5 : Presse à injection DEMAG E200

L'opérateur peut communiquer avec la machine à partir d'un clavier et un écran LCD couleur, les informations sont figurées à l'aide des menus, on peut afficher avec le code 90 les actions réelles dans la presse.

Le rôle de la machine est la production des différentes parties de boîtier du compteur monophasé ou triphasé. Chaque machine comporte un moule permettant la mise en forme de la pièce désirant (la base, le capot, le bloc à bornes...).

Cette machine est accompagnée de :

- Un distributeur d'huile sous pression permettant de commander les vérins hydrauliques ;

- Un distributeur d'eau, pour le refroidissement Un régulateur de température



Figure 6 : Thermorégulateur

Le thermorégulateur est une machine qui permet de chauffer l'huile, avec des résistances chauffantes, qui a pour but de dessouder le Bakélite qui se trouve dans le cylindre de la presse. Il est composé d'une motopompe, un serpentin d'eau sert à stabiliser la température de l'huile, d'un flotteur (capteur de niveau),

Électrovanne et réservoir d'huile. Le thermorégulateur c'est la partie électrique et hydraulique la plus efficace permettant d'assurer la variation de la température dans un intervalle des valeurs obtenues pour la fabrication des pièces en Bakélite

Il est défini comme contenant ou fonctionnant au gaz ou à l'air mis sous pression. Il n'est donc pas étonnant que ces outils soient également appelés machines à presser à air comprimé, car ils sont contrôlés en manipulant de l'air sous pression.

b) Atelier de montage :

Cet atelier est considéré comme le cœur de l'usine, c'est le lieu où les éléments des compteurs monophasés et triphasés sont rassemblés.

On procède donc dans cet atelier à l'assemblage en chaîne des compteurs, ce qui ne permet une grande possibilité de détecter des défauts avant que les compteurs arrivent à la fin de la chaîne de production et avant de lancer leur étalonnage.

Les compteurs défectueux sont renvoyés par la suite au service réparation avant de les mettre à la disposition des opérateurs d'atelier étalonnage



Figure 7 : Atelier de montage

❖ **Montage des compteurs monophasé :**

Les outils pour faire le montage des compteurs monophasé sont :



Figure 8 : Constitution d'un compteur monophasé

(Vis sans fin, capot, bloc moteur, base HLD03, minuterie, plaque signalétique, disque, ...)

Les étapes suivies dans le montage des compteurs monophasé seront sous forme de l'organigramme suivant :

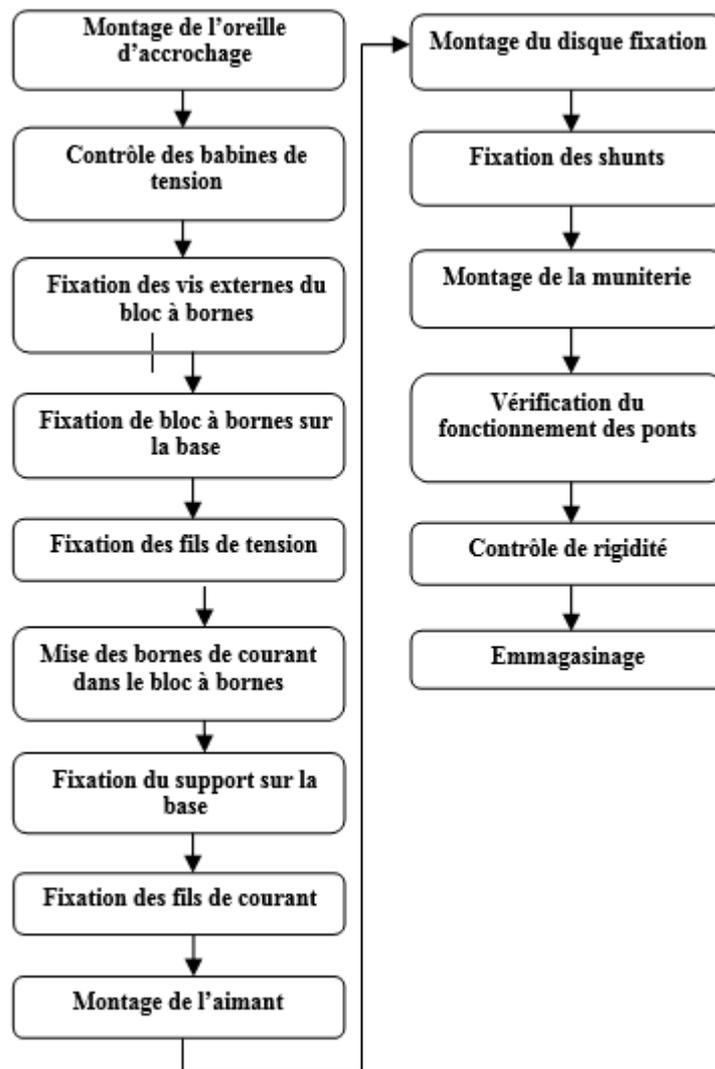


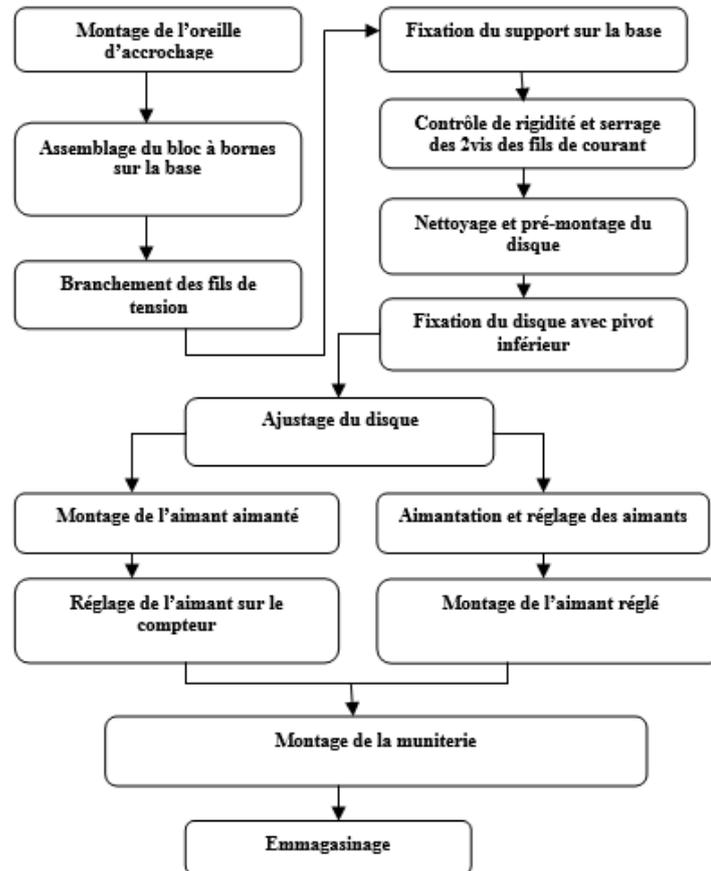
Figure 9 : Organigramme pour le montage de compteur monophasé

❖ **Montage des compteurs triphasé :**

Les outils pour faire le montage des compteurs monophasé sont :

(Vis sans fin, capot, bloc moteur, base, minuterie, plaque signalétique, disque, ...)

Les étapes suivies dans le montage des compteurs triphasé seront sous forme de l'organigramme suivant :



11

Figure 10 : ORGANIGRAMME POUR LE MONTAGE DE COMPTEUR TRIPHASÉ

c) Atelier d'étalonnage :

Pour garantir la qualité des compteurs, la société se base sur une procédure de contrôle appelé étalonnage. Cette opération consiste à déterminer les valeurs des erreurs des compteurs en faisant varier les différents

Paramètres qui sont la tension, l'intensité et l'angle de déphasage. Son principe consiste à faire une comparaison entre le compteur produit et un autre compteur électronique que nous pouvons

Considérer comme un étalon. Enfin le compteur est transféré à l'atelier d'emballage afin d'être livré à la régie spécifiée. Le compteur qui présente une anomalie est transmis à l'atelier de réparation.



Figure 11 : Atelier d'étalonnage

Exemples de marge d'erreur de quelques régies du Maroc :

La régie	Valeur de réglage	L'intervalle de l'erreur
REDAL	0%	[-2 ;+2]
LYDEC	0%	[-2 ;+2]
RADEEF	0%	[-1 ;+3]
RADEEMA	0%	[+1 ;+5]
AMENDIS	0%	[-2 ;+2]

Tableau 3 : Erreurs et régies du Maroc

Dans cet atelier climatisé (23°C/-2°C), on fait un ensemble d'opérations d'étalonnage qui consiste à déterminer les valeurs des erreurs des compteurs en lançant une séquence de tests avec des paramètres différents d'un essai à un autre.

II. Constitution d'un compteur

1. Structure d'un compteur :

Les composants constituant un compteur électrique restent les mêmes pour les deux types M2X et C114 cependant le nombre est élevé pour le type triphasé C114.

Un compteur est constitué généralement :

- D'un boîtier : ensemble constitué de la base, du capot, du bloc à bornes et du cache-bornes.
- D'un bloc moteur : ensemble constitué d'un système de courant, d'un système de tension, du support, du curseur et de la vis de faible charge.
- D'un disque.
- D'une minuterie.
- D'un aimant
- D'une plaque signalétique

2. Principe de fonctionnement d'un compteur :

L'énergie électrique est composée d'une tension et d'un courant électrique alternatif dont la fréquence est de 50Hz .Le disque est mis en rotation à une vitesse proportionnelle à la puissance active consommée ($p=u*i$).Ce sont les bobinages inducteurs qui font tourner le disque grâce aux courants de Foucault générés par les champs magnétiques variables.

Le compteur est composé de deux bobines : une bobine de tension et une bobine de courant. Les noyaux let 2 sont complémentaires : ils créent un noyau fermé (le disque est conducteur), ce qui forme un circuit électrique créant un champ magnétique variable très intense dans l'entrefer A et B.

Sous l'effet de ce champ magnétique se crée un flux proportionnel au courant I , qui est lui-même alternatif. Ce flux varie, ce qui crée un couple sur le disque et entraîne sa rotation.

Cette rotation du disque se transforme aux nombres de Kilowattheures consommés affichés à la minuterie grâce à un système d'engrenages. Donc ce qui est affiché sur la minuterie est le nombre de tour multiplié par la constante du compteur. Cette constante n'est rien d'autre que le nombre de Wh qui sont consommés lorsque le disque fait un tour.

Chapitre 2 :

Méthodologie Lean Six

Sigma

Dans ce présent chapitre je vais définir la méthodologie adopté (LEAN SIX SIGMA)et son utilisation dans l'industrie.

1. Définition du Lean Six Sigma

Le Lean Six Sigma est l'application conjuguée de deux concepts : le Lean et le Six Sigma.

- **Le Lean** : vise à éliminer les tâches sans valeur ajoutée, à simplifier les processus en augmentant la fluidité, la flexibilité, l'agilité, ceci afin d'accroître la valeur définie par le client et ainsi contribuer à l'amélioration des performances de l'entreprise.
- **Le Six Sigma** : vise quant à lui à diminuer la variabilité des processus afin de les fiabiliser, les rendre stables et prévisibles, s'assurer de la reproductibilité « parfaite » du processus pour tendre vers le zéro défaut et la satisfaction du client.
- **Le Lean Six Sigma** est l'alliance des deux concepts qui relie les notions de productivité (le Lean) et de qualité (le Six Sigma).

2. Historique du Lean Six Sigma

Historiquement, Lean Six Sigma est issu du monde de l'industrie. Le concept Lean est ainsi né chez Toyota au Japon, pour répondre à des problématiques de l'industrie automobile. Par ailleurs, à la fin des années 1980, Motorola a été le pionnier en lançant un déploiement Six Sigma qui lui aurait permis d'économiser plus de deux milliards de dollars sur une période de quatre ans. Allied-Signal, Texas Instruments et General Electric ont ensuite lancé leur propre programme Six Sigma et communiqué massivement sur leurs résultats. Lean Six Sigma a d'abord été appliqué aux processus de production, puis aux processus transactionnels (achats, facturation, etc.). L'approche a par la suite été mise en place dans le domaine des services, notamment dans les secteurs de la banque et de l'assurance, pour répondre aujourd'hui à des problématiques de plus en plus complexes, y compris dans certaines collectivités et certains gouvernements (cf. partie « Adapter Lean Six Sigma au secteur d'activité »).

D'abord utilisées isolément, les deux approches Lean et Six Sigma ont été combinées en raison de leur complémentarité. La satisfaction des clients à travers l'excellence opérationnelle et l'amélioration continue représentent leurs objectifs communs.

3. Les avantages du Lean Six Sigma

Le Lean Six Sigma est une méthodologie rigoureuse qui s'applique aux processus (et non pas seulement aux problèmes) dans le but :

- d'améliorer la satisfaction des clients,
- d'améliorer la performance financière de l'entreprise,
- de répondre aux objectifs stratégiques définis par la Direction Générale.

La focalisation sur les processus stratégiques permet de :

- travailler sur les valeurs définies par le client (Voice Of Customer),
- se concentrer sur les attentes des actionnaires (Voice Of Business),
- simplifier les processus : flux d'informations, de production,

- supprimer les dysfonctionnements,
- optimiser les ressources,
- réduire la dispersion des processus organisationnels,
- améliorer les performances opérationnelles et les garantir (capabilité des processus),
- connaître et améliorer les facteurs influents du processus,
- améliorer les conditions de travail, réduire le stress,
- faire travailler ensemble le personnel issu de différents services,
- donner aux « opérationnels » les moyens et outils d'amélioration.

4. Déploiement du Lean Six Sigma : Démarche DMAIC

Les projets Lean Six Sigma s'articulent autour de la méthode DMAIC : (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) pour les projets ; Le DMAIC est destiné à cadrer la résolution de problèmes et l'amélioration des produits et services dans les organisations. Il est composé de cinq étapes ordonnancées selon une logique qui peut sembler de bon sens, bien que cet enchaînement ne soit pas toujours respecté spontanément dans les faits :

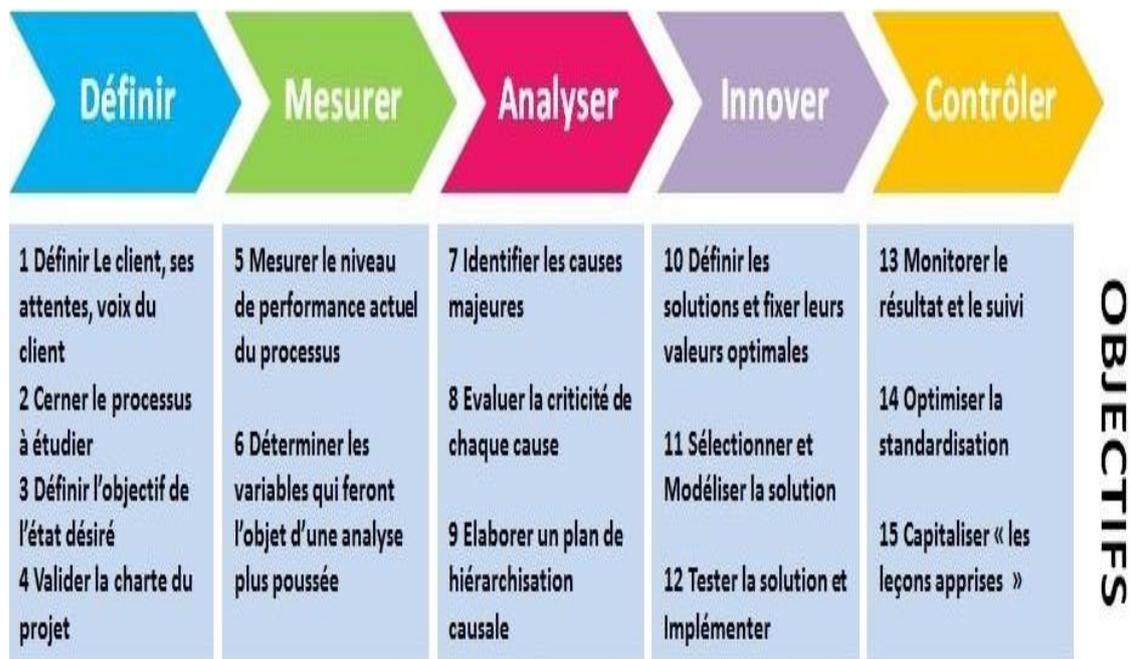


FIGURE 12: DEMARCHE DMAIC

- **Phase Définir**

Il s'agit à cette étape de poser le problème, identifier sur quels produits se trouvent les défauts, sélectionner avec précision les défauts mesurables, délimiter le champ de travail et fixer des objectifs.

- **Résultats** : Charte du projet Cartographie générale du processus Planning et affectation des ressources

- **Phase Mesurer :**

Collecter les informations disponibles à propos de la situation courante. Rassembler et classer les données collectées par type de défaut.

- **Résultats** : Cartographie détaillée du processus capacité des moyens, outil QQQCP , SIPOC...

- **Phase Analyser :**

Etudier l'ampleur des défauts, rechercher les causes probables de ces derniers, émettre des hypothèses, faire une analyse quantitative des données grâce à des outils mathématiques et statistiques appropriés, confirmer ou infirmer les hypothèses de départ.

- **Résultats** : Établissement de la preuve statistique Compréhension du processus

- **Phase Améliorer :**

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.

- **Résultats** : Processus d'amélioration et Détermination des caractéristiques à mettre sous contrôle.

- **Contrôler :**

Suivre l'évolution de la nouvelle situation, analyser les résultats et mesurer l'efficacité des solutions appliquées.

- **Résultats** : Établissement des méthodes de contrôle comme fiche d'intervention.

5. LE LEAN SIX SIGMA ET INDUSTRIE DES COMPTEURS :

Les méthodes de l'amélioration continue telles que la TQM (Total Quality Management), Six Sigma, Lean Production, Lean Management et Lean Six Sigma sont fréquemment utilisés dans de nombreuses entreprises. Par ailleurs l'utilisation de ces méthodes dans la fabrication

Des compteurs est encore rare. C'est un peu surprenant puisque l'industrie de fabrication des compteurs opère avec un grand nombre de données et gère des flux d'information importants susceptibles de générer des erreurs.

Cette industrie importante aussi avec ces chiffres de production considérables et ces nombres des données énormes devrait faire d'elle un domaine approprié pour le Lean Six Sigma.

Chapitre 3 :

Contexte général du projet

Ce chapitre sera dédié en premier lieu à une définition du contexte général de projet, ensuite, une description détaillée de l'atelier d'injection zone de notre étude.

I. Contexte du projet

Un problème bien posé est un problème à moitié résolu. C'est dans cet esprit que nous allons développer cette section, pour présenter la problématique de notre projet de fin d'études. Une société peut être la meilleure dans son domaine, mais préserver ce classement est moins facile que d'y arriver. C'est pourquoi la société CEAC Fès s'acharne à mener des projets d'améliorations pour devenir de plus en plus compétitive dans un marché toujours croissant et imprévisible.

Dans cette partie, nous allons présenter le cahier des charges, l'équipe, et l'ordonnancement des tâches de notre projet.

1. Cahier des charges du projet

Pour améliorer sa performance, l'atelier d'injection, s'engage sur un certain nombre d'objectifs : coût, système, quantité, qualité, délais, ressources humaines et environnement.

Disposer d'un système fiable, en parfaite adéquation avec le terrain et donnant naissance parfaitement aux résultats prévus est le pilier du maintien en ordre de la production au sein de l'entreprise. Mais dire ceci revient à dire une étude de tout sorte d'anomalie.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études, intitulé «**déploiement de la démarche Lean six sigma au sein de CEAC**» et qui a comme objectifs :

- Analyse des données du système.
- Détection des anomalies sur système et sur terrain.
- Recherche des solutions.

2. Objectif du projet

Le diagramme bête à corne ci-dessous exprime les besoins du département en termes de fonctions à réaliser :

A qui rend-il service ?

Sur quoi il agit ?

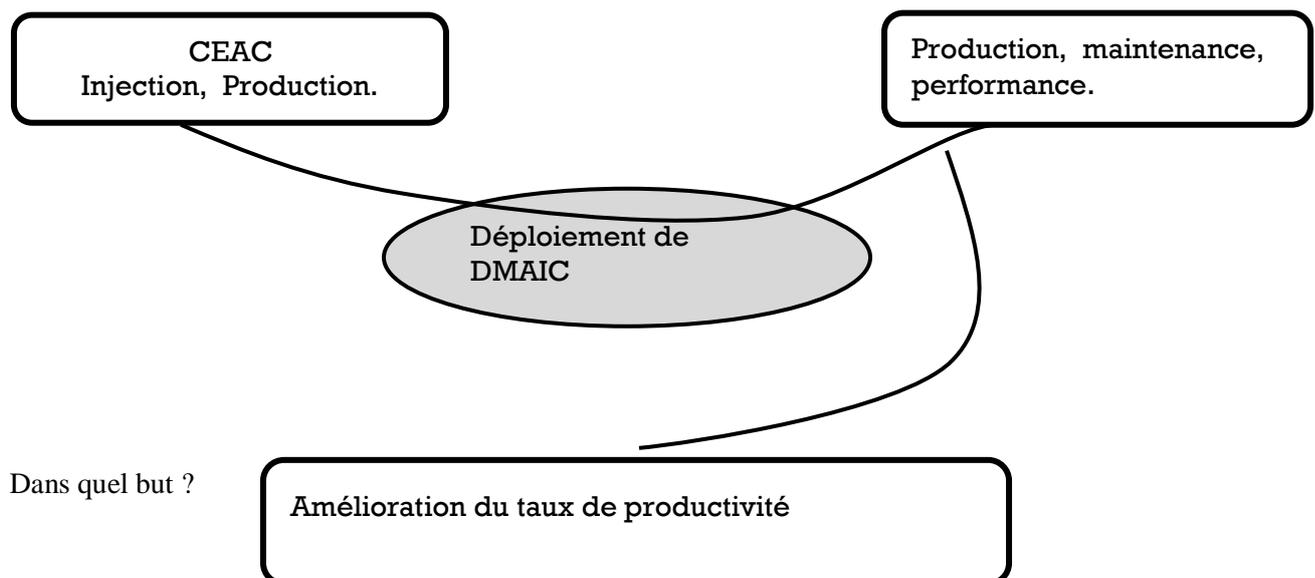


FIGURE 13. DIAGRAMME BETE A CORNE

3. Définition des gains

Pour ce qui est de notre problème, on se donnera comme objectif :

- Moins d'arrêts ;
- Satisfaire les demandes de l'atelier de montage ;
- Amélioration du processus de fabrication ;

II. Définition du problème :

Pour la définition de notre problème, nous avons utilisé l'outil **QOOQCP** 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 de notre situation problématique :

Qui ? Qui est concerné par le problème ?	le service production, qualité,technicien
Quoi ? C'est quoi le problème ?	-Les arrêts -le nombre des pannes élevés -la non-conformité -les retards pénalisants
Où ? Où apparait le problème ?	Dans l'atelier d'injection
Quand ? Quand apparait le problème	Depuis presque 2ans
Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?	Classification Démarche DMAIC
Pourquoi ? Pourquoi il faut résoudre ce problème ?	- Réduire les arrêts - Augmenter la disponibilité des équipements - Satisfaction client - Augmenter la production

Tableau 3 : Description de la problématique étudié via l'outil QOOQCP

1. Équipe du projet

La constitution d'une équipe est une étape particulièrement indispensable dans un projet vu qu'elle conduit à un accroissement des moyens financiers propres et des réunions de compétences, ce qui permet de bénéficier de l'aide et de l'expérience de différentes personnes pouvant attribuer à la réalisation du projet.

Ainsi, notre équipe est formée des personnes suivantes :

Membre	Rôle
Mme. Kojmane Jihane	Responsable de production
Mr. Alami Mohammed	Responsable de l'atelier d'injection
Mr. Mouad GARZIAD	Encadrant académique

TABLEAU 4.Equipe DE PROJET

2. Planification du projet :

La planification et la définition des tâches à réaliser est une étape indispensable pour réussir un projet, les tâches prévisionnelles à réaliser ont été planifiées à l'aide du logiciel Gantt Project. La durée des plages de travail a été estimée objectivement par le volume de chaque partie, qui pouvait varier en fonction des imprévus ou difficultés rencontrés au cours de la réalisation.

diagramme de gantt

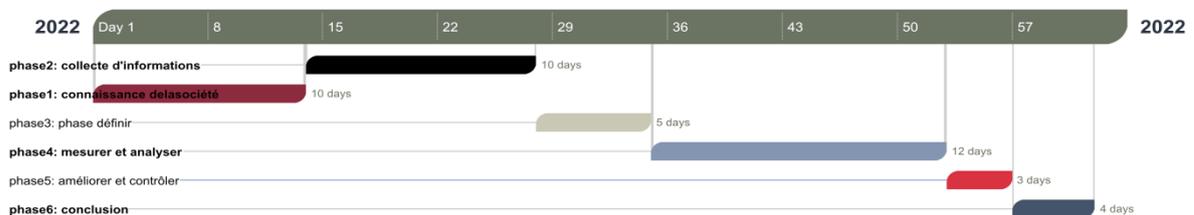


Figure 14.Diagramme de GANTT

III. Description de la zone de travail :

L'atelier d'injection c'est une zone qui entre dans le flux de production .elle est située dans la première ligne juste avant la zone de montage dans le flux de production général.

3. Cartographie du processus :

La cartographie du processus est un excellent moyen pour illustrer les flux physiques et les flux d'informations depuis les approvisionnements en matières premières jusqu'au client en fournissant une représentation visuelle des étapes permettant de délivrer le produit.

Le diagramme SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customers) est un outil très adapté pour pouvoir analyser notre flux de processus, où dans la colonne Input, on place les produits fournis et dans la colonne Supplier, on spécifie le fournisseur de ce produit.

De même, dans la colonne Output, on place les produits fournis par le processus, et on spécifie dans la colonne Customer les clients de ces produits.

Pour formaliser le flux d'informations, on fait de même mais, dans la colonne Input on décrit les informations reçues et le fournisseur qui fournit ces informations. Dans la colonne Output, on décrit les informations fournies par le processus et les clients de ces informations.

Une structure SIPOC aide le propriétaire du processus et ceux qui travaillent sur le processus à clarifier les éléments primaires du processus et d'accepter les limites de ce qu'on va travailler par l'application de la méthode **SIPOC** privéement nous avons obtenu ce schéma qui va décrire tout :

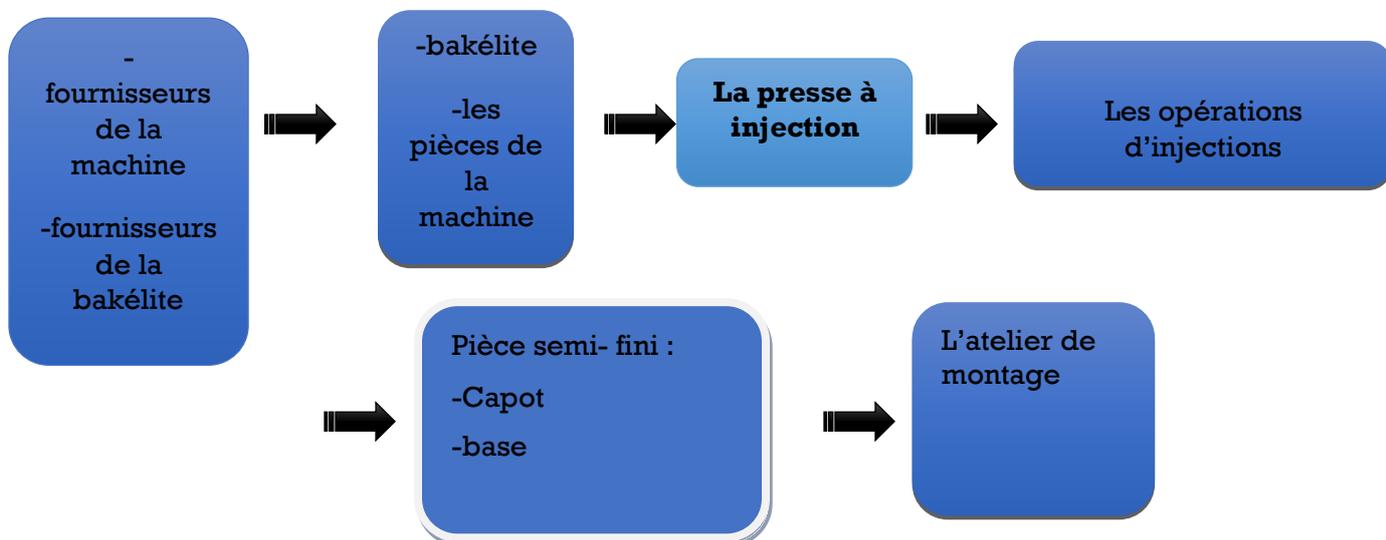


FIGURE 15. Diagramme SIPOC

2. Analyse fonctionnelle :

❖ Décomposition fonctionnelle externe : Diagramme Pieuvre

Le diagramme suivant met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit

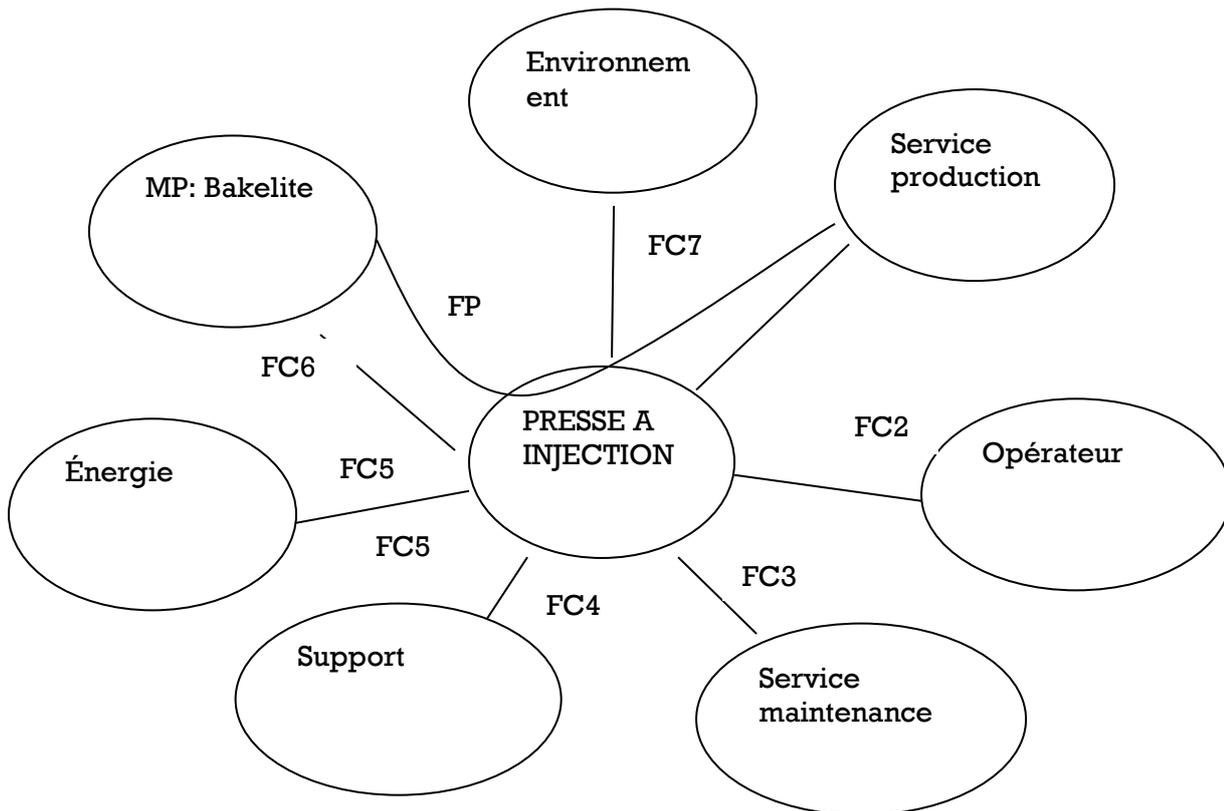


Figure 16. Diagramme Pieuvre

FP : Transformer la matière première en préforme
 FC1 : Produire des bonnes pièces
 FC2 : Permettre une manipulation par l'opérateur
 FC3 : Faciliter les opérations de maintenance
 FC4 : Être stable sur le sol.
 FC5 : S'adapter à l'énergie
 FC6 : Être compatible avec la matière
 FC7 : Résister au milieu extérieur

{ FP : fonction principale
 FC : fonction contrainte

Avant de passer à l'application de l'étude, on a représenté cette machine sous un schéma matériel présenté dans la figure ci-dessous :

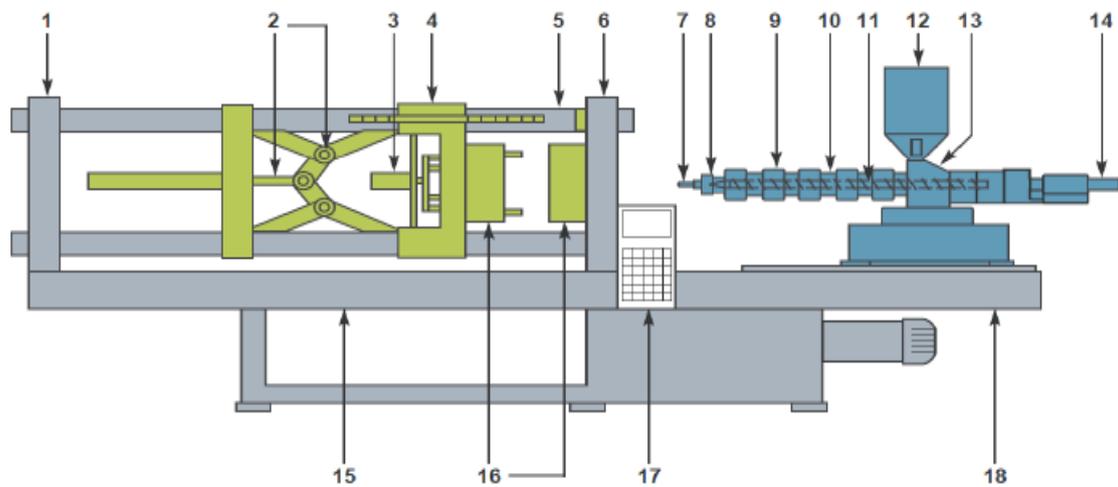


Figure 17. Schéma Représentatif de la Presse À Injecter

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Plateau arrière fixe | 11. vis |
| 2. Mécanisme de fermeture - genouillère et vérin | 12. Trémie d'alimentation |
| 3. Ejecteur | 13. Goulotte d'alimentation |
| 4. Plateau mobile | 14. Motorisation de la vis |
| 5. Colonne de guidage | 15. Ejection des pièces |
| 6. Plateau fixe d'injection | 16. Moule |
| 7. Buse d'injection | 17. Console de commande |
| 8. Tête du baril | 18. Bâti |
| 9. Bande chauffante | |
| 10. Baril d'injection | |

a) Principe de fonctionnement :

On introduit la poudre de « Bakélite » dans la machine à travers un réservoir sous forme d'entonnoir « trémie ». Elle passe dans une conduite cylindrique, munie d'une vis sans fin entraînée par un moteur hydraulique.

La construction chimique de la bakélite fait qu'à partir de certaines températures, elle fond donnant ainsi dans le cylindre une consistance pâteuse. Sous cette forme elle peut passer aisément jusqu'au moule (sans qu'il soit solidifiée) dans lequel on trouve des résistances pour augmenter la température à 130°C.

Le moule se ferme par une grande pression de fermeture.

La buse se déplace vers le moule alors l'opération de dosage commence, quand l'injection termine, la buse retourne un peu (2 min : temps de maintien).

La pièce prend la forme définitive par le moule en un temps précis (30s). Après que le temps de formation se termine, l'opération de refroidissement des pièces à l'intérieur du moule démarre.

Après le refroidissement, le moule s'ouvre à une distance précise (280mm) et rejette la pièce voulue. Et après 2s de pause, le moule se ferme et le cycle recommence.

b) Décomposition matérielle de la machine :

Le schéma suivant présente la décomposition interne de la machine d'injection :

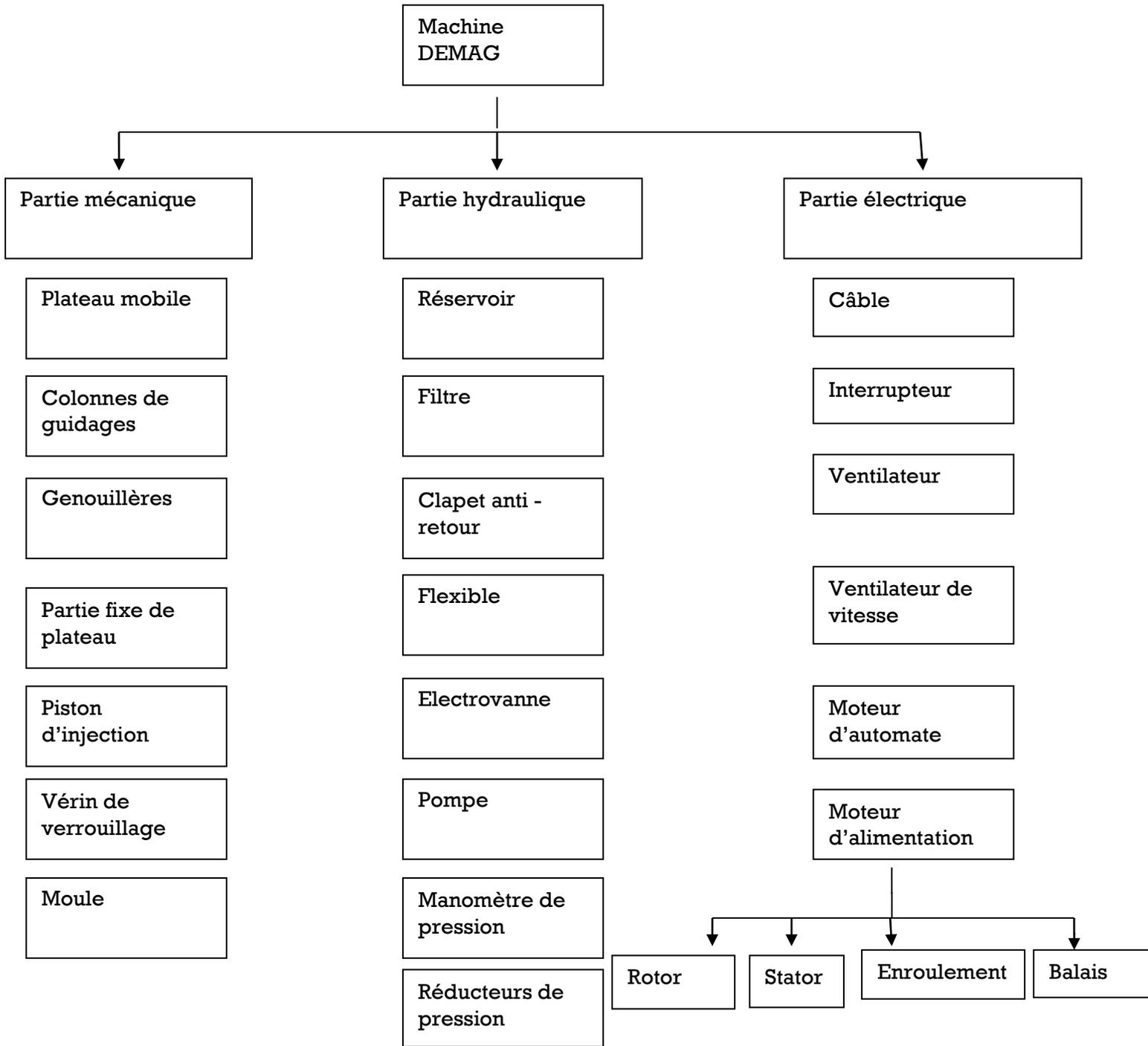


Figure 18. Décomposition Interne De La Machine d'injection

Chapitre 4 : Phase Mesurer et Analyser

Dans cette phase je vais identifier la source des problèmes en construisant les connaissances sur les processus tels qu'ils sont en conditions opérationnelles.

Et après je vais Analyser les données dans le but de mieux comprendre les causes racines des dysfonctionnements

I. Introduction :

Cette étude appelée « amélioration au cas par cas » ou « chasse aux pertes » consiste à définir les objectifs principaux à savoir les sources de pertes dans l'atelier d'injection. Nous allons exploiter l'historique des 3 derniers mois pour calculer les différents taux (qualité, performance, disponibilité). Ensuite, ces trois taux nous permettront de calculer le TRS (taux de rendement synthétique) pour chaque mois puis d'identifier le taux le plus faible parmi les trois taux qui composent le TRS minimal. Enfin, nous avons appliqué des méthodes d'analyse pour l'identification et la résolution des problèmes racines.

Le TRS est le rapport entre la quantité des produits bons fabriqués et la quantité de produits que l'on aurait pu fabriquer dans les conditions idéales (c'est-à-dire sans perte d'efficacité, sans aléas dus au manque de la fiabilité d'équipements, à la carence de l'organisation, aux méthodes et procédés utilisés). Le TRS nécessite donc la fixation des conditions idéales d'utilisation des ressources de production, ce qui permet de connaître les limites de compression des coûts.

Pour calculer le TRS, on commence par une décomposition des temps non productifs et en les retranchant successivement du temps requis, ce dernier peut être interprété de manière très différente selon la décomposition des temps adoptés.

Cette décomposition des temps n'est pas aujourd'hui totalement normalisée, chaque entreprise utilise des définitions propres, ce qui impose une prudence lors de la comparaison entre entreprises.

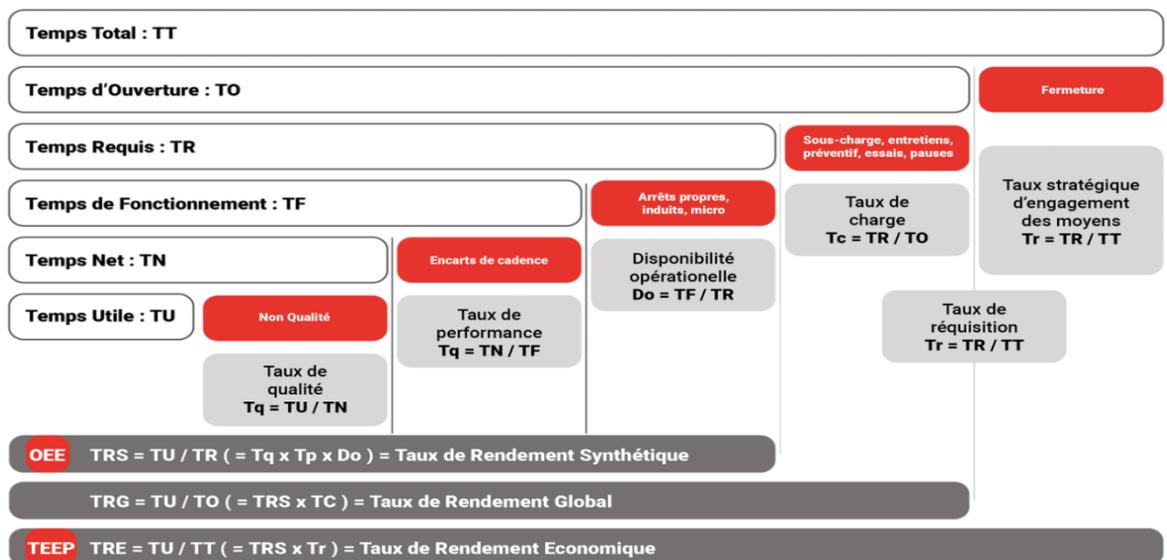


Figure 19:méthode de calcul de TRS

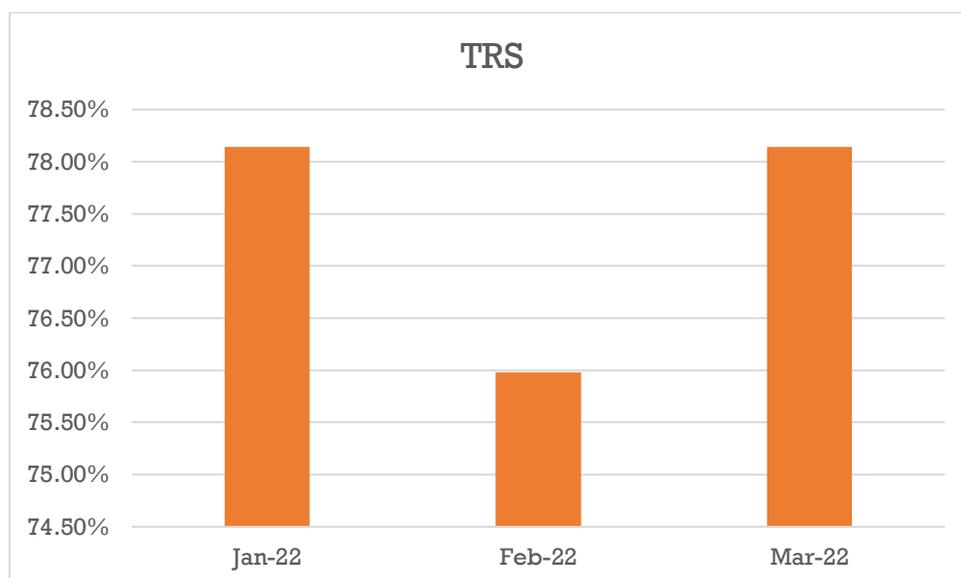
II. Evaluation de TRS

Le tableau suivant regroupe les données usitées pour le calcul du TRS :

	Janv-22	Févr-22	mars-22
temps d'ouverture	744	672	744
arrêts programmés	10	10	10
total d'arrêts	100	100	100
débit atteint (t/h)	52	52	52
quantité atteinte	31700	28100	31700
NB non-conformité	50	10	0
nb non-conformité equiv en (h)	48	48	48
débit théorique (t/h)	51	51	51
quantité théorique fabriqué	50	50	50
temps requis	734	662	734
temps de fonctionnement	634	562	634
temps net	621,56863	550,98039	621,56863
temps utile	573,56863	502,98039	573,56863
taux disponibilité	86,38%	84,89%	86,38%
taux de performance	98,04%	98,04%	98,04%
taux de qualité	92,28%	91,29%	92,28%
TRS	78,14%	75,98%	78,14%

Tableau 5. Données de Production

Les graphes ci-dessous présentent l'évolution du TRS et les trois composantes du TRS (taux de disponibilité, taux performance, taux de qualité).



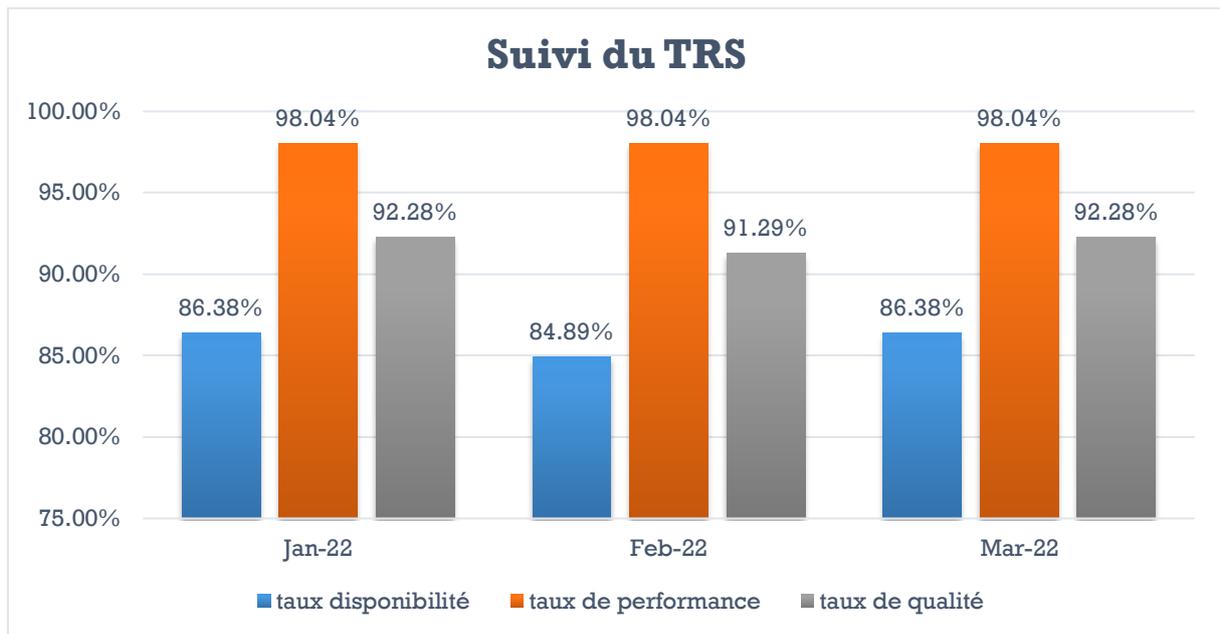


Figure 20. Suivi du TRS

III. AMDEC :

1. Définition :

L'AMDEC est une méthode de réflexion créative qui repose essentiellement sur la décomposition systématique d'équipement en éléments simples jusqu'au niveau des composants les plus élémentaires. Cela consiste à faire une analyse systématique et exhaustive des défauts possibles de chacun de ces éléments, et de les hiérarchiser par le biais de leur criticité à travers :

- La fréquence d'apparition des défaillances appelée aussi probabilité d'occurrence F.
- La gravité des conséquences ou gravité des effets G.
- La probabilité de ne pas découvrir l'effet ou probabilité de non détection D.

Cependant l'AMDEC est une méthode de prospection inductive par excellence.

Elle est cependant pratiquée sur le produit lui-même est sur l'ensemble des éléments qui concourent à sa fabrication, énumère ainsi :

- **L'AMDEC « moyens de production ».**
- **L'AMDEC « processus ».**
- **L'AMDEC « produit ». L'AMDEC « organisation ».**

L'AMDEC repose sur l'évaluation de la criticité à partir de la probabilité d'occurrence de la défaillance, de sa gravité et de la probabilité de non détection du défaut. Elle permet de

hiérarchiser les actions correctives à entreprendre, et sert de critère pour le suivi de la fiabilité prévisionnelle de l'équipement.

2. Démarche de l'étude :



La machine d'injection pose actuellement de sérieux problèmes au niveau de la disponibilité. Dans le but d'analyser tous les modes de défaillance possibles de ces équipements et de remonter aux sources d'anomalies susceptibles de conduire à ces modes de défaillances, ainsi pour faciliter le diagnostic et aider par la suite à définir un plan d'action, nous proposons de faire une étude AMDEC, la démarche générale retenue dans ce rapport pour cette étude comporte deux étapes.

a) Etape 1 : Analyse AMDEC

- Identification des modes de défaillances.
- Recherche des causes et des effets.
- Evaluation de la criticité :
 - La probabilité d'occurrence F
 - La gravité des conséquences G
 - La probabilité de non détection D

La criticité est définie par le produit : $C = F * G * D$

- Hiérarchisation de défaillances
- Recherche des actions correctives.

b) Etape 2 : Synthèse

- Bilan des travaux
- Décision des actions à engager

3. Analyse des modes de défaillances

Le tableau AMDEC suivant regroupe les différents modes de défaillances avec ses causes et ses effets, les valeurs de la fréquence d'apparition de panne sa gravité, sa probabilité de détection et sa criticité ainsi que les actions pour diminuer le niveau de criticité de chaque combinaison (cause, mode et effet):

		ANALYSE DE MODE DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITCITE				AMDEC MACHINE			
		Partie hydraulique de la Machine d'injection		Phase de fonctionnement					
Noms des composants	Fonctions	Mode de défailla nce	Cause s	Effets	Criticité				Détection
					G	F	N	C	
Réservoir D'huile	Recueillir de travail nécessa ire	Disfonctio nement des Compte urs De niveau et de débit	Fatigue Vieillis ement	Fuite	2	2	2	8	Panne Signalée l'automate sur de commande
		Echauffem ent d'huile	Disfonce tionne ment de système de refroidi ssemen t	Arrêt de La machi ne	1	1	2	2	Alarme
Filtre	Débarrass er l'huile des particul es solides	Encrassement	Regroup ement des particul es	Empêch ement de passa ge d'hui le	2	2	4	1 6	Message d'encastrement affiché sur l'automate
Clapet anti- retour	Déplacer l'huile dans un seul sens	Fatigue Usure	Pression Max d'huile Mauvai s Fonctio nnemen t du	Diminu er de pressio n	2	1	2	4	Bruits

			filtre						
Flexible	Permet le passage ou bien la Distribution d'huile Hydraulique le long de la machine	Vibration Erosion	Augmentation de la pression	Les Fuites	3	3	2	1 2	Vérification d'étanchéité
Pompes	Débit L'huile	Faible débit	L'usure Abrasive	Arrêt de La machine	1	1	3	3	A l'aide d'un clapet de pression

Tableau 6.Fiche Analytique d'AMDEC (Partie Hydraulique)

		ANALYSE DE MODE DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DELEUR CRITICITE				AMDEC MACHINE			
		Partie mécanique de la machine d'injection		Phase de fonctionnement					
Noms des composants	Fonctions	Mode de défaillance	causes	Effets	Criticité				Détection
					G	F	N	C	
Genouillères	Facilite Le déplacement de la partie mobile	Coincement Blocage	Manque de graissage	Blocage De Plateau mobile	1	3	2	6	Visuelle
Vis sans fin	Faciliter la Translation de la Matière (bakélite)	Cassure Blocage déformation	Manque de Graissage frottement	Arrêt de La machine	3	2	2	12	Vibration Bruit
Colonne de guidage	Permet de Translation du Moule (la Partie Mobile)	Perte de performance	Manque De graissage	Le Blocage de moule	1	1	2	2	Vibration
Moule	Fixer la Forme de Boitier	Mal fonctionnement	Problèmes Des paramètres d'injection	Déformation on de la pièce éjectée	3	2	4	24	Visuelle
		Blocage	Coincement Des éjecteurs Mauvais serrage	Arrêt de La machine	2	2	4	16	Visuelle

Joint D'étanchéité	Assure L'étanchéité	Usure	Fatigue	Fuite d'huile	2	3	1	6	Visuelle
Ejecteur	Ejecter de La pièce De moule	Blocage Cassure	Manque de graissage	Arrêt de La machine	2	3	3	18	Blocage de moule

Tableau 7.Fiche Analytique d'AMDEC (Partie Mécanique)

Noms des composants	ANALYSE DE MODE DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE				AMDEC MACHINE				
	Partie électrique de la machine d'injection		Phase de fonctionnement						
	Fonctions	Mode de défaillance	causes	Effets	Criticité				Détection
					G	F	N	C	
Ecran L'automate	Affichage Des informations	Mal Fonctionnement du Circuit D'affichage	Problème De contraste	Des Informations Mal affiché	4	1	2	8	Visuelle
Câbles	Transmission D'électricité	Débranchement rupture	Sur intensité Influence de L'environnement	Pas de Transmission D'électricité	1	2	3	6	Contrôle
	Refroidissement	Déformation	Usure	Vibration	1	2	3	6	Contrôle

Classification	C	%	%Criticité cumulé
Moule	24	16,7831	16,78
Ejecteur	18	12,5874	29,37
Filtre	16	11,1888	40,56
Flexible	12	8,3916	49
Vis sans fin	12	8,3916	57,34
Balais	12	8,3916	65,73
Réservoir d'huile	8	5,5944	71,32
Ecran d'automate	8	5,5944	77
Genouillères	6	4,1958	81,12
Joint d'étanchéité	6	4,1958	85,31
Câbles	6	4,1958	89,50
Ventilateur	6	4,1958	93,70
Clapet anti-retour	4	2,7972	96,50
Pompes	3	2,0979	98,60
Colonnes de guidages	2	1,3986	100

Tableau 9. Pourcentage de Criticité Des Éléments De La Machine D'injection

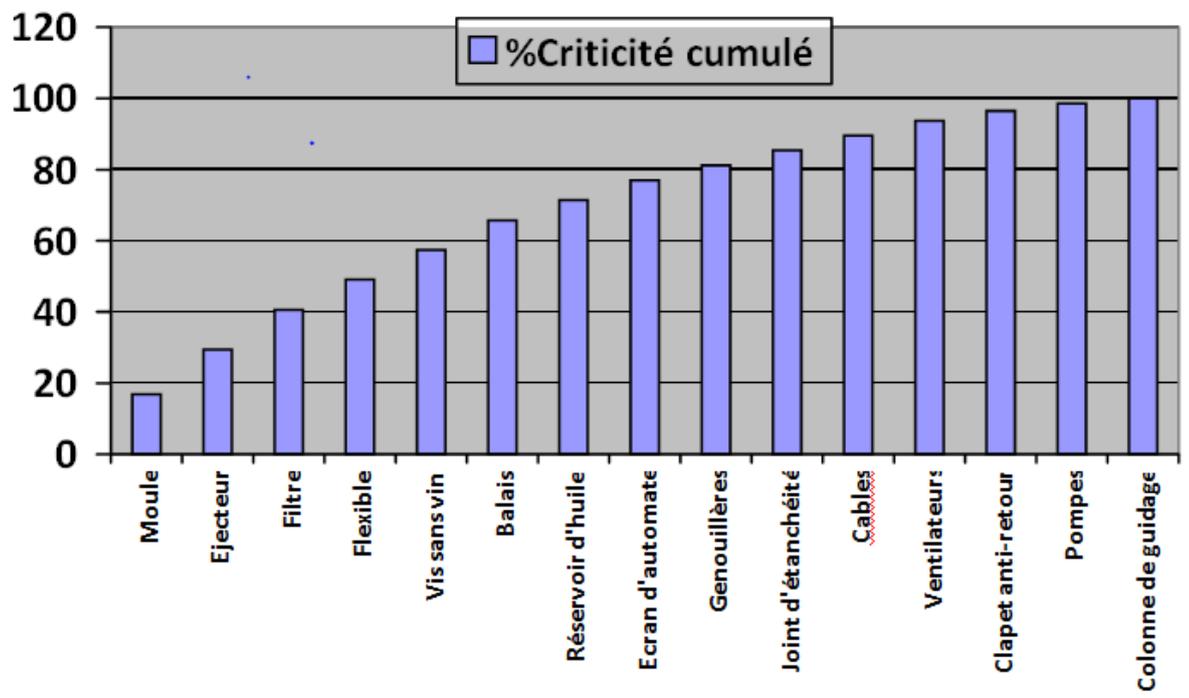


Figure 21. Figure De Criticité De La Machine D'injection

D'après le diagramme Pareto les éléments de la machine les plus critiques sont :

Eléments	Mode de défaillance	C
Moule	Mal fonctionnement	24
Ejecteurs	Blocage/cassure	18
Filtre	Encrassement	16
Flexibles	Vibration/Erosion	12
Vis sans fin	Cassure/blocage/Déformation	12

Tableau 10. Elements Critiques

Conclusion :

A partir de l'étude AMDEC on a bien déterminé les éléments critiques de la machine DEMAG et leurs causes et effets qui vont aidés à sélectionner les actions correctives qu'on a besoin.

Chapitre 5 :

Phase Améliorer

Cette partie a pour objectif de mettre en place des actions d'amélioration dans ce cadre je vais identifier des méthodes pour atteindre les objectifs souhaités en vue d'améliorer la performance au sein de la CEAC.

I. Introduction :

En général, la gestion des actions correctives et préventives est l'une des charges de travail les plus lourdes pour toute organisation soucieuse de sa qualité, et comme société demandant une bonne réputation, CEAC a établi une politique de maintenance pour bien gérer la machine.

Après avoir feuilleté ce plan de la maintenance au sein de l'entreprise, et après avoir effectué l'étude AMDEC, on a constaté que la politique de l'entreprise se base d'une manière stricte sur la maintenance corrective.

Par ailleurs, l'entreprise attend l'apparition de la panne, la chose qui mène à des arrêts répétitifs et à la dégradation et la chute continue de la production.

Pour cela, j'ai proposé des améliorations et des actions complémentaires pour réduire le taux de rebut et éviter les arrêts répétitifs de la production, ces améliorations vont essayer au maximum de précéder et prévoir les pannes pour que l'impact de ce dernier sur la démarche de la production soit réduit au minimum.

II. Actions d'améliorations

D'après l'étude AMDEC, nous pouvons cerner les éléments critiques comme suit : Moule, éjecteurs, flexibles, vis sans fin et le filtre.

Et par conséquent, les améliorations proposées seront appliqués sur ces éléments .Pour ce faire nous avons suivi le plan suivant :

- a) Identifier les conditions d'utilisation du matériel
- b) Présenter des actions correctives
- c) Définir les opérations

• Identifier les conditions d'utilisation du matériel

Il faut que l'entreprise respecte à ce point là les critères suivants:

- Les quantités et qualité de production
- La disponibilité nécessaire aux programmes de production
- Les conditions de sécurité nécessaire au personnel
- La protection de l'environnement

• Présenter des actions correctives :

Afin de trouver des solutions adéquates pour améliorer la performance au sein de cette entreprise, j'ai essayée de spécifier pour chaque élément critique le type d'amélioration la plus convenable :

Les éléments cités par la suite, représentent ceux les plus critiques dans la machine, qui nécessite des interventions strictes .La maintenance palliative (dépannages) n'est pas efficace comme solution, pour cela voilà les solutions :

III. Plan d'action

- **Le vis sans fin :**

Le vis a été cassée et réparée plusieurs fois ce qui mène à une dégradation cumulée du matériel, ainsi des arrêts répétitifs de la production.

- **Les flexibles :**

Sont totalement usés et dégradés et présentant des fuites d'huile importantes, ce qui pousse le technicien chaque fois à contrôler le niveau d'huile .Afin d'éviter ce problème.

- j'ai proposé d'investir pour ces deux éléments, l'achat de nouvelle vis sans fin, aussi changement des flexibles de l'installation.

- **Présenter des actions préventives :**

Cette étape consiste à effectuer des interventions systématiques des sous-ensembles estimés fragiles apparus sur la fiche AMDEC :

- **Les éjecteurs et les colonnes de guidages :**

Le problème des éjecteurs est fréquent, soit ils se bloquent, soit ils se cassent alors que la solution est à la portée des opérateurs : Chaque opérateur est censé de faire le graissage hebdomadaire.

- **Les filtres :**

Dans le plan de la maintenance préventive de la société j'ai trouver que l'opérateur est censé de changer ou nettoyer les filtres tous les 500h alors actuellement le message d'encastrement de filtre apparait souvent sur l'écran de l'automate ; j'ai trouvé que l'opérateur ne respecte pas le plan et ne fait pas le nettoyage de réservoir après le vidange est par conséquent des particules et des impuretés existant dans le réservoir s'accumulent rapidement dans les filtres.

- **Moule :**

D'après la fiche AMDEC j'ai constaté que la cause principale dans la défaillance de moule était les éjecteurs, est par conséquent une bonne maintenance des éjecteurs va mener indirectement à une bonne maintenance de moule. Aussi j'ai constaté que les interventions de

la maintenance liées au moules prends une durée très importantes et surtout dans le démontage et le montage du moule pour cela j'ai décidé de mettre un mode opératoire pour le démontage de moule le voilà :

N° tache	Taches	Matériel utilisé
1	Ouvrir manuellement la porte de l'unité De fermeture.	-Clef six pans. -Barrette de sécurité -Anneau de levage Adapté à l'outillage et Manille si nécessaire. -Bague de centrage. -Panneau m
2	Prendre la clef six pans et enlever la Fourchette d'éjection.	
3	Fermer manuellement la porte de l'unité De fermeture.	
4	Reculer l'éjection.	
5	Fermer l'outillage.	
6	Ouvrir manuellement les portes de l'unité De fermeture.	
7	Positionner le palan au-dessus de la presse Et de l'outillage.	
8	Fixer l'anneau de levage à l'outillage et Positionner sa barrette de sécurité.	
9	Fixer le crochet du palan à l'anneau ou A la manille.	
10	Tendre légèrement la chaine et vérifier Le positionnement du palan.	
11	Fermer manuellement la porte de l'unité De fermeture.	
12	Débrider la partie mobile	
13	Reculer le plateau mobile jusqu'à complète ouverture	

Tableau 11.Mode Opératoire De Changement De Moule

Ces actions amélioratives ont pour but d'améliorer les éléments critiques trouvés par l'étude AMDEC.

D'un point de vue global, le service maintenance est une fonction qui accompagne la production et qui intervient sur tous les niveaux de cycle de vie d'un bien. Ce service a comme objectif de garantir le bon fonctionnement des outils de production qui est aussi le but

stratégique de l'entreprise .Aujourd'hui la réparation des outils n'est plus le seul objectif, il faut aussi prévenir et éliminer le risque d'un dysfonctionnement tout en gardant des coûts raisonnables. Pour cela, il est impérativement indispensable d'améliorer la performance. Pour améliorer la performance au sein de la CEAC j'ai proposé des actions amélioratives pour atteindre cet objectif.

- Formation des intervenants de la maintenance à propos de la norme de sécurité.
- Implication des personnels pour améliorer la qualité des produits et la productivité. Organisation du magasin des pièces de rechange afin de réduire le temps de recherche des pièces de changement de série et d'intervention de maintenance.
- Planifier /ordonner les tâches de maintenance d'une façon adéquate avec celles de la production, ce qui permet d'assurer une parfaite cohérence entre les phases de production et de maintenance.
- Adopter la sous-traitance du service maintenance pour minimiser les coûts de ce dernier.
- Améliorer l'efficacité du service maintenance en se basant sur des données informatisées avec une GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur).
- Utilisation de système documentaire pour améliorer la traçabilité concernant les opérations des services.
- Utilisation d'un modèle de fiche d'intervention pour l'enregistrement des pannes.

Par exemple : On peut proposer une fiche d'intervention qui peut inclure des données utiles à l'enregistrement des pannes.

 FICHE D'INTERVENTION DE MAINTENANCE					
Compte-rendu d'intervention					
<u>Demandeur</u> Service production			<u>Emetteur</u> Nom: Secteur: Maintenance		
<u>Intervenant(s):</u> Nom: Secteur: Maintenance		<u>Temps d'intervention:</u>		<u>Date</u>/..../20..	
Information sur la panne					
Localisation:	Description de panne:	Temps d'arrêt :	Type de panne:	Code mécanisme:	
Travail effectué					
Difficultés rencontrées					
Pièces de rechange					
<u>Désignation</u>		<u>Référence</u>		<u>Quantité</u>	
<u>Opération</u>		<u>Type de maintenance</u>		<u>Cause de défaillance</u>	
Remplacement	<input type="checkbox"/>	Corrective	<input type="checkbox"/>	Usure normale	<input type="checkbox"/>
Réglage	<input type="checkbox"/>	Préventive systématique	<input type="checkbox"/>	Défaut utilisateur	<input type="checkbox"/>
Nettoyage	<input type="checkbox"/>	Préventive conditionnelle	<input type="checkbox"/>	Défaut Maintenance	<input type="checkbox"/>
Diagnostic	<input type="checkbox"/>			Défaut conception	<input type="checkbox"/>
Amélioration	<input type="checkbox"/>			Défaut Environnement	<input type="checkbox"/>

Tableau 12.Fiche D'intervention

IV. Synthèse

La démarche d'amélioration continue est devenue un besoin pour les entreprises afin d'améliorer sa performance et maintenir sa compétitivité, il est nécessaire de penser non seulement à maintenir la performance, mais aussi à l'améliorer. Pour atteindre cet objectif au futur, il faut tout d'abord conserver la performance du système documentaire, modifier et mettre à jour les documents déjà créés, si besoin afin de maintenir l'utilité.

Ensuite on peut appliquer plusieurs méthodes pour améliorer le service maintenance (par exemple 5S, PDCA, SMED) afin d'être plus organiser, réduire le temps inutile et en conséquence amélioration de l'efficience. .

Finalement, il faut concentrer sur l'aspect humain des équipes, communiquer et impliquer les personnels afin de créer un environnement favorable de travail.

Conclusion Générale

Ce mémoire de stage de fin d'études a été réalisé dans le cadre des études en Licence en Conception et Analyse Mécanique synthétise l'ensemble des travaux réalisés au sein de la CEAC (Construction Electrique et appareillage de Comptage).

Le stage a été effectué sur une période entre 1 mai et 30 juin 2022. Pendant cette période, j'ai commencé par une découverte des différents services de l'entreprise, ensuite je me suis arrêté à l'étude du processus de fabrication des pièces en plastique du compteur mécanique à savoir le **capot** et la base.

Ce rapport s'est articulé principalement sur quatre chapitres:

- Le premier chapitre a donné une présentation générale de la **C.E.A.** et les différents ateliers liés à la production des compteurs électriques.
- Le deuxième chapitre a présenté la démarche suivie pour mener à bien le projet.
- Le troisième chapitre a présenté d'une manière détaillée le contexte général du projet et la problématique.
- Le chapitre 4 donne une analyse de l'état actuel de l'atelier d'injection en se basant sur les indicateurs de performances.
- Le chapitre a traité la mise en œuvre des plans d'action et la mise en place des solutions pour faire faces aux problèmes liés à l'efficacité de l'atelier de production.

Référence :

BIBLIOGRAPHIE

1. Livre AMDEC guide pratique 2eme édition (Gérard Landy)
2. M. PILLET, Six Sigma comment l'appliquer, Edition d'Organisation, 2004
3. Documentation CEAC
4. M. PILLET, Six Sigma comment l'appliquer, Edition d'Organisation, 2004
5. Le cours de M.BIAALI: Gestion de la maintenance.

