



## MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

*Pour l'Obtention du*

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

***Standardisation de la maintenance préventive et l'amélioration d'un système de grattage***

*Présenté par :*

***RACHIDI Laila  
SHIRI Ahlame***

*Encadré par :*

- **MOUTAOUAKKIL Imane, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès**
- **AFFERFNI Amine, Encadrant de la société COFICAB Kenitra**

*Effectué à : COFICAB Kenitra*

*Soutenu le : 14 juin 2016*

**Le jury :**

- **Mme. MOUTAOUAKKIL Imane, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès**
- **Mr. ABOUCHITA Jalil, Faculté des sciences et Techniques de Fès**
- **Mr. EL BIYAALI Ahmed, Faculté des sciences et Techniques de Fès**
- **Mr. AFFERNI Amine, COFICAB Kenitra**

**Année Universitaire : 2015-2016**

# *Dédicaces*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut .Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, et la reconnaissance que j'ai :*

## *À mes très chers parents*

*Vous m'avez donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Une mère merveilleuse qui a toujours cru en moi et en l'aboutissement de mes efforts, un père affectueux et patient qui me soutient depuis mon enfance. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les dévouements que vous consentis pour mon instruction et pour mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieux vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je vous déçoive.*

## *À mes sœurs et frères*

*Merci de m'avoir toujours prêté main forte pour me soutenir et me reconforter. Que dieu tout puissant vous préserve et vous procure réussite et bonne santé.*

## *À mes chers professeurs*

*Pour leur soutien*

## *À mes très chers amis*

*Avec qui j'ai partagé de bons moments, qui m'ont offert l'occasion de sentir la valeur de la véritable amitié*

*À tous ceux qui m'aiment et que j'aime*

*Merci de faire partie de ma vie !*

*Ahlame S.H.F.R.I*

# *Dédicaces*

## *A mes très Chers Parents,*

*Aucun remerciement ne pourrait être à la hauteur de vos sacrifices, de l'amour et de l'affection dont vous n'avez jamais cessé de m'entourer toutes au long de ces années d'études. J'espère que vous trouvez dans ce travail un vrai témoignage de mon profond amour et éternelle reconnaissance.*

## *A mes frères*

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur*  
*Younes, tu es toujours l'épaule solide, l'oreille attentive et compréhensive, Jamal pour ton admiration et ton sourire pérenne et tes conseils permanent,*  
*Je vous souhaite une vie pleine de réussite et de bonheur*

## *À tous mes chers professeurs*

*Pour leur soutien*

## *A mes amis intimes*

*Qui ont été des amis fidèles depuis des années.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*A tous ceux que j'aime*

*Je dédie ce modeste travail*

*Laila Rachidi*

# Remerciements

*C'est avec un grand plaisir qui nous permet de vous exprimer nos vifs et respectueux remerciements à tous ceux qui nous ont aidés, de près ou de loin, dans l'élaboration de ce modeste travail et qui ont œuvré pour que ce projet soit agréable et fructueux.*

*Nous tenons à présenter nos très sincères remerciements à **Mr. TRAOULI Farouk** Directeur de l'usine COFICAB Kenitra de nous avoir accueillis durant notre stage de fin d'études.*

*Nous remercions et nous exprimons notre reconnaissance à notre encadrant pédagogique **Mme. MOUTAOUAKKIL Imane**, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour ses conseils, ses remarques, sa disponibilité et son soutien tout au long de la période du stage.*

*Nos remerciements s'adressent spécialement à **Mr. ROUSSAFI Nabil**, responsable du service maintenance pour avoir accueilli avec intérêt notre projet de fin d'étude, et pour sa disponibilité et la disponibilité continue de son équipe.*

*Nous remercions Chaleureusement notre encadrant industriel **Mr. AFFERNI Amine** Ingénieur maintenance, pour sa disponibilité à nous faire partager ses connaissances, son expérience et son savoir-faire, et n'ayant ménagé aucun effort pour nous initier à la vie professionnelle, par les conseils précieux et les recommandations qu'il nous a prodigués durant toute la période du stage.*

*Nos vifs remerciements vont également à l'ensemble du personnel de COFICAB Kénitra, Pour leur chaleureux accueil, de nous avoir aidés techniquement et moralement, et pour leur amabilité à nous écouter et à répondre à nos questions chaque fois que nous les sollicitons.*

*Nous témoignons, notre profonde gratitude aux membres du jury, **Mr Ahmed BIYAALI**, **Mr ABOUCHITA Jalil**, qui nous ont fait l'honneur de rapporter notre projet et pour avoir accepté d'être notre examinateur.*

*Nos remerciements vont également, à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nos gratitude vont également à l'ensemble du personnel de la faculté des sciences et techniques de Fès pour toute action faite en faveur de notre formation.*

# Résumé

Le présent projet industriel de fin d'études est divisé en deux grands sujets :

Le premier sujet comporte l'amélioration de la conception d'un système de grattage sur le logiciel SOLIDWORK, tout en respectant le cahier de charge, notre étude sera développée suivant trois axes :

- ◆ L'analyse fonctionnelle du système et l'élaboration d'un CDCF, afin d'explicitier l'exigence fondamentale qui justifie la conception ou la préconception de notre système.
- ◆ Une étude de l'état actuel à l'aide du logiciel RDM6, pour déterminer les contraintes normales et les déformations dues à la sollicitation de flexion s'exerçant sur les supports de porte galet.
- ◆ Modélisation du système après modification sur SOLIDWORKS.

COFICAB Kenitra est une filiale du groupe tunisienne qui cherche à maximiser sa production tout en minimisant les pannes et les dysfonctionnements et les pannes de ses machines et améliorer la disponibilité des équipements que doit assumer l'entreprise. C'est dans cette optique que le deuxième sujet a été réalisé. Il s'agit de standardiser la maintenance préventive de la zone d'extrusion vu qu'elle est la zone la plus critique de l'ensemble du flux de production. Le travail présenté pour ce sujet s'articule autour de trois axes :

- ◆ Le premier axe comporte un diagnostic de l'état actuel de la maintenance préventive par le biais de l'audit d'expertise d'Yves Lavina.
- ◆ Le deuxième axe s'articule autour de la standardisation de la maintenance préventive pour cela, nous allons élaborer un standard de la ligne d'extrusion ceci en se basant sur l'analyse de l'état de lieu et des méthodes d'ordonnancement, tout en adoptant la démarche PDCA et la méthode SMED.
- ◆ Le troisième axe concerne l'élaboration des tableaux de bord riches d'indicateurs de performance de la maintenance préventive fiables et faciles à interpréter.

**Mots clés :** Démarche PDCA, Maintenance Préventive, Efficacité, Disponibilité, audit Yves Lavina, tableaux de Bord, GMAO, Analyse SWOT, Performance.

# *Abstract*

Our end-of-studies project is divided into two major subjects:

The first one consists on improving the design of a scraping system on SOLIDWORKS software by respecting the set of specifications. Our study will be developed along three axes:

- ◆ The functional analysis of the system and the development of a CDCF in order to explain the fundamental requirement that justifies the design or the preconception of our system.
- ◆ A study of the current state using RDM6 software in order to define the normal stresses and strains caused by bending solicitation exerted on the roller door supports.
- ◆ System modeling after modification on SOLIDWORKS

COFICAB Kénitra is a subsidiary of Tunisian COFICAB group that seeks to maximize its production while minimizing breakdowns, malfunctions and failures of its machines, improve equipment availability. For this reason, the second subject was conducted. It is about standardizing preventive maintenance of the extrusion zone which is the most critical zone of the entire workflow. The work presented in this topic revolves around three axes:

- ◆ The first one includes a diagnosis of the current state of the preventive maintenance through auditing expertise Yves Lavina
- ◆ The second consists on the standardization of the preventive maintenance. For this, we have developed a standard of the extrusion line based on the analysis of the state of location and scheduling methods by adopting the PDCA approach and the SMED method.
- ◆ The third axis aims at the development of a dashboard who is rich of indicators of performance of preventive maintenance

**Key words:** PDCA approach, Preventive Maintenance, Efficiency, Availability, said Yves Lavina, Edge tables, CMMS, SWOT Analysis, Performance.

# Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	16
<b>Chapitre 1 : Organisme d'accueil et contexte du projet</b> .....	<b>17</b>
1. Introduction .....	18
2. Présentation de COFICAB Kenitra .....	18
2.1.Coficab Kenitra .....	18
2.2.Fiche technique .....	18
2.3.Historique .....	18
2.4.Client direct .....	19
2.5.Organigramme de l'entreprise .....	19
2.6.Les départements de COFICAB Kenitra .....	19
3. Processus de production .....	22
3.1.Processus Métal-Tréfilage .....	23
3.2.Processus Tordonnage .....	24
3.3.Processus extrusion .....	25
3.4.Parc dévidoir .....	26
4. Présentation du Projet .....	26
4.1.Contexte du projet .....	26
4.2.Problématique du projet .....	26
4.3.Planification et démarche du projet .....	27
4.3.1. Planning du projet .....	27
4.3.2. Démarche du projet .....	28
5. Recherche bibliographique .....	28
5.1.Démarche d'amélioration PDCA .....	28
5.2.La méthode SMED .....	30
5.2.1. Définition .....	30
5.2.2. Objectif de la méthode SMED .....	31
5.2.3. Les facteurs clés de succès .....	31

5.3.La matrice SWOT .....	32
5.3.1. La matrice d'analyse .....	32
conclusion .....	33
<b>Chapitre 2 : Amélioration de la conception du système de grattage .....</b>	<b>34</b>
1. Introduction.....	35
2. Présentation du projet .....	35
2.1.Composantes du système grattoir actuelle .....	35
2.2.Fonctionnement du grattoir .....	36
3. Analyse fonctionnelle et l'élaboration d'un CDCF .....	36
3.1.Diagramme bête a corne .....	36
3.2.Diagramme de pieuvre .....	37
3.3.Diagramme FAST .....	38
3.4.Cahier de charge fonctionnelle .....	40
4. Modélisation sur RDM6 .....	41
4.1.Support galet supérieur .....	41
4.1.1. Courbe de la contrainte normale .....	43
4.2.Support galet inférieur .....	44
4.2.1. Courbe de la contrainte normale .....	45
5. Modélisation sur SOLIDWORK .....	46
5.1.Choix du vérin .....	47
5.1.1. Caractéristique du vérin pneumatique .....	47
5.1.2. Le dessin du vérin .....	48
5.2.Choix du coussinet .....	48
5.3.Choix du type de roulement .....	49
5.3.1. Espace de montage .....	49
5.3.2. La capacité de charge .....	49
5.3.3. Choix du roulement dans le catalogue .....	49
5.4.Choix des matériaux .....	50

5.4.1. Diagrammes d'Ashby .....	51
5.5.La modélisation sur RDM6 du nouveau système .....	52
5.5.1. Courbe de la contrainte normale .....	53
5.6.Modélisation des différentes pièces du nouveau système de grattage .....	53
5.6.1. couvercle .....	53
5.6.2. support.....	54
5.6.3. galet .....	55
5.6.4. fixation du vérin pneumatique .....	56
5.7.Le concept finale .....	57
6. Réalisation grattoir .....	58
7. Maintenance du grattoir du .....	59
7.1.La maintenance première niveau .....	59
7.2.Maintenance préventive du grattoir .....	60
8. Comparaison du budget de l'ancien système de grattage et le nouveau .....	61
8.1.Le cout de l'ancien grattoir .....	61
8.2.Le cout du nouveau grattoir .....	61
8.3.La différence des couts .....	61
conclusion .....	62
<b>Chapitre 3 : la standardisation de la maintenance préventive de la ligne d'extrusion .....</b>	<b>63</b>
1. Introduction.....	64
2. Généralité sur la maintenance .....	64
2.1.Définition .....	64
2.2.Les types de maintenance.....	64
2.3.Les différents niveaux de maintenance .....	65
2.4.Objectifs visé par la maintenance préventive.....	66
2.5.Le processus de la maintenance préventive .....	67
<b>Partie 1 : Diagnostic de la maintenance préventive .....</b>	<b>68</b>
1. Introduction.....	68

2. Diagnostique de la maintenance préventive.....	68
2.1.Analyse de l'existant et détermination de dysfonctionnements.....	68
2.1.1. Audit de la maintenance.....	68
2.1.2. Renseignement du questionnaire.....	69
2.1.3. Questionnaire d'audite .....	70
2.1.4. Présentation des résultats obtenus .....	71
2.2.Dysfonctionnements du service maintenance .....	74
2.3.Planification et mise en œuvre des actions correctives sur le terrain (plan-do).....	75
2.3.1. Plan d'action .....	75
Conclusion .....	77
<b>Partie 2 : Standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion .....</b>	<b>79</b>
1. Introduction.....	79
2. Processus de la ligne d'extrusion .....	79
3. Standardisation de la maintenance préventive .....	80
3.1.Documenter la séquence de travail .....	80
3.1.1. L'équipe d'amélioration SMED.....	80
3.1.2. Chronométrage des travaux préventifs.....	81
3.1.3. Problématique .....	84
3.2.Identifier et abrégier les activités effectuées pendant les temps d'arrêt et pouvant être pendant les temps de fonctionnement .....	84
3.3.Identifier et abrégier les activités pendant les temps d'arrêt .....	85
3.3.1. La réalisation du standard .....	85
3.3.2. Le premier standard.....	86
3.4.Suivre la réalisation du standard SMED .....	86
3.4.1. Le deuxième standard .....	88
3.4.2. L'indicateur de suivi du deux standard proposé .....	90
3.4.3. Le standard final.....	92
3.4.4. L'indicateur de suivi du deux standard proposé .....	97

---

3.5.Documentation du standard .....	101
4. Estimation des gains générés par le projet .....	102
Conclusion .....	102
<b>Partie 3 : les indicateur de performance de la maintenance préventive .....</b>	<b>104</b>
1. Introduction .....	104
2. Elaboration de tableaux de bord des indicateurs de performance .....	104
2.1.Taux de curative après 24h .....	104
2.2.Taux de réussite préventive .....	105
2.3.Taux de réalisation des opérations spéciales .....	105
2.4.Efficacité préventif .....	105
2.5.Résultat et tableau de bord .....	105
Contrôle des actions et amélioration continue (check-Act).....	107
Conclusion .....	107
Conclusion du chapitre .....	109
<b>Conclusion et perspective .....</b>	<b>110</b>

## Liste des Figures

Figure 1 : les principaux clients de COFICAB Kénitra.....	19
Figure 2: Organigramme de COFICAB Kénitra .....	19
Figure 3: Processus de fabrication des câbles.....	22
Figure4: Processus Ebauche .....	23
Figure 5: Processus Tréfileuse multi-fils .....	23
Figure 6: planning du projet .....	27
Figure 7:Liste des phases associées au projet.....	28
Figure 8 : roue de Deming .....	29
Figure 9: Démarche de travail PDCA.....	30
Figure 10: La matrice SWOT .....	32
Figure 11: Etat actuel du grattoir .....	35
Figure 12 : Diagramme bête à corne du grattoir.....	37
Figure 13: digramme de pieuvre du grattoir .....	37
Figure 14: Diagramme FAST .....	39
<i>Figure 15: support galet supérieure .....</i>	<i>41</i>
Figure 16 : répartition des forces sur support galet supérieur .....	41
Figure 17: courbe de la contrainte normale .....	43
Figure 18: support galet inférieure .....	44
Figure 19: Courbe de la contrainte normale sur logiciel RDM6 .....	45
Figure 20:l'ancien système de grattage sur SOLIDWORK .....	46
Figure 21 : Schéma du vérin .....	48
Figure 22: Coussinet.....	49
Figure 23: roulement 6300-ZZ .....	50
<i>Figure 24: Diagramme d'Ashby.....</i>	<i>52</i>
Figure 25 : la courbe de la contrainte normale .....	53
Figure 26 : le nouveaux couvercle sur SOLIDWORKS.....	54
Figure 27:l'ancien support .....	54
Figure 28: le nouveau support .....	54
<i>Figure 29: axe galet.....</i>	<i>55</i>
Figure 30:l'ancienne fixation du vérin .....	56
Figure 31:le nouveau support de fixation du vérin pneumatique .....	56
Figure 32: nouveau grattoir .....	57

---

Figure 33:l'ancien système de grattage .....	58
Figure 34: image du nouveau grattoir réalisé sur terrain .....	59
Figure 35: les différents types de maintenance.....	65
Figure 36:Le processus d'une intervention préventive.....	67
Figure 37:Diagramme radar de la performance de la fonction maintenance.....	72
Figure 38: Diagramme des modules de la fonction maintenance.....	73
Figure 39: les principaux organes de la ligne d'extrusion .....	79
Figure 40:graphe de taux de dépassement de la visite mécanique .....	99
Figure 41: graphe du taux de dépassement de la visite électrique.....	100
Figure 42: Taux de curatif après 24 h.....	107
Figure 43: Les indicateurs de performance .....	107
Figure 44:graphe des résultats d'audit avant et après amélioration .....	109

## Liste des Tableaux

Tableau 1:Fiche technique de COFICAB Kénitra.....	18
Tableau 2: Cahier de charge fonctionnelle .....	40
Tableau 3: matériau du système .....	42
Tableau 4: Les forces appliquées sur le système .....	42
Tableau 5: Fiche technique du vérin pneumatique .....	42
Tableau 6:caractéristique de l'acier inoxydable .....	44
Tableau 7: Les forces appliquées sur le système .....	45
Tableau 8: caractéristique du vérin pneumatique .....	45
Tableau 9: fiche technique du vérin pneumatique .....	47
Tableau 10: cotation de vérin pneumatique.....	48
Tableau 11: cotation de vérin pneumatique.....	48
Tableau 12 :les different cotation du coussinet .....	49
Tableau 13: les différent cotation des roulements 6300-ZZ.....	50
<i>Tableau 14: check liste de la maintenance première niveau du grattoir .....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 15: check List de la maintenance préventive du grattoir .....</i>	<i>60</i>
Tableau 16: Ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance .....	66
Tableau 17: La cotation des réponses selon le niveau de satisfaction .....	70
Tableau 18: Questionnaire de l'organisation générale .....	71
Tableau 19: Résultat de l'audit de la maintenance.....	72
Tableau 20: l'analyse SWOT de l'existant .....	74
Tableau 21:plan d'action du projet.....	77
Tableau 22: membre d'équipe.....	80
Tableau 23: Etat de lieu de la ligne L01 .....	81
Tableau 24:comparaison des durées d'exécution des taches pour chaque intervenant.....	82
Tableau 25: Extrait de la fiche de préparation de la visite électrique.....	85
Tableau 26:standard de la maintenance préventive .....	86
Tableau 27: état de lieu de la ligne L05 après l'application du standard .....	87
Tableau 28: la matrice SWOT .....	87
Tableau 29: standard de la visite mécanique .....	88
Tableau 30: standard de la visite électrique.....	89
<i>Tableau 31:standard de la visite mécanique .....</i>	<i>89</i>
Tableau 32: résultat du deuxième standard .....	89
Tableau 33:la matrice SWOT du deuxième standard proposé .....	90

Tableau 34: résultat du taux du passément de temps de la visite mécanique .....	91
Tableau 35: taux de dépassement de la visite électrique .....	92
Tableau 36:standard finale de la visite électrique.....	94
Tableau 37:standard final de la visite mécanique.....	94
<i>Tableau 39: résultat de la visite électrique de la ligne L01 .....</i>	<i>95</i>
Tableau 38:résultat de la visite mécanique .....	95
Tableau 40:résultat de la visite mécanique de la ligne L02.....	96
Tableau 41: résultat du dernier standard sur la ligne L02 .....	96
Tableau 42: l'analyse SWOT des résultats des lignes L01et L02.....	97
Tableau 43: taux de dépassement de la visite mécanique de la ligne L01 et L02 .....	98
Tableau 44: taux de dépassement de la visite électrique .....	99
Tableau 45: taux de réalisation des taches du standard de la ligne L01 .....	101
Tableau 46: le taux de consommation des pièces de rechange de la ligne L01.....	101
Tableau 47:les gains du temps générés de la visite mécanique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 48: les gains du temps de la visite électrique.....	102
Tableau 49 : tableau de bord des indicateurs de performance de la maintenance préventive .....	106
Tableau 50 : tableau de bord des indicateurs de performance de la maintenance préventive .....	106
Tableau 51: résultat d'audit après amélioration .....	108

# Liste des abbreviations

**PDCA:** Plan, Do, Check, Act

**SWOT:** Strengths Weaknesses Opportunities Threats

**SMED:** Single Minute Exchange of Die

**FAST:** Function Analysis System Technique

**CDCF :** cahier de charge fonctionnelle

**OPSP :** Opération spéciale

**AFNOR :** Association française de la normalisation

**GMAO :** Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

**ISO:** Organisation International des normalisations

## *Introduction générale*

Le secteur industriel de la fabrication des câbles électriques et des faisceaux de câbles a connu un développement important durant ces dernières années.

COFICAB Kenitra est une filiale du groupe tunisienne COFICAB. Elle fait comme activité la fabrication des fils électriques pour l'industrie automobile. Elle est installée à Kénitra pour suivre l'évolution de ses clients, qui existent dans la région, en matière de la livraison des câbles électriques. Le but de COFICAB est orienté vers la satisfaction de leurs clients est basée sur l'innovation, la réduction des coûts, l'amélioration de la qualité du produit et du service ainsi qu'une réactivité rapide et totale. COFICAB se présente comme le partenaire idéal permettant aux équipementiers automobiles d'améliorer leur compétitivité et d'obtenir ainsi de plus grandes parts de marché.

Le service maintenance de Coficab Kenitra a comme fonction de maintenir les équipements, les outillages et le système de production électrique et hydraulique grâce à deux types de maintenances : Curatif et préventif.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'étude intitulé **la standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion et l'amélioration de la conception du système de grattage.**

Ce rapport sera réparti en trois grands chapitres dont le premier sera consacré à la présentation de l'entreprise, le cadre général du projet et la démarche de travail. Il comportera aussi une recherche bibliographique où on présentera les différents outils de travaux utilisés tout au long de l'étude. Ensuite le deuxième traitera le volet de l'amélioration de la conception d'un système de grattage, sur le logiciel SOLIDWORK, tout en respectant le cahier de charge .Enfin le troisième chapitre focalisera sur la standardisation de la maintenance préventive en adoptant la méthode SMED. En effet, au premier lieu, nous devons étudier l'état des lieux, afin, de détecter les points faibles leur causes, et proposer par la suite des axes d'amélioration de la maintenance. Afin de réaliser cela, nous allons adopter une démarche PDCA qui nous permettra de bien structurer notre analyse et quantifier les résultats. Où on quantifiera les gains et l'élaboration des tableaux de bord riches d'indicateurs de performance de la maintenance préventive fiables et faciles à interpréter. Enfin, on clôture ce travail par une conclusion générale.

## *Chapitre 1 : Organisme d'accueil et contexte du projet*

---

---

Dans ce chapitre, nous établissons une vue  
D'ensemble sur le projet. Nous commençons par  
Une présentation de la société COFICAB.  
Puis, nous présentons le sujet d'étude ainsi que la  
Démarche et en vue de répondre au cahier des charges  
et finalement une recherche bibliographique.

## 1. Introduction

Dans ce chapitre introductif, nous présentons le groupe COFICAB et les activités de l'entreprise, les départements qui y existent ainsi que son processus de production. Ensuite nous allons consacrer la deuxième partie de ce chapitre pour la présentation de la problématique, le cahier des charges qui permettra d'introduire l'objectif de notre stage. Et à la fin allons faire une recherche bibliographique où on présentera les différents outils utilisés tout au long du projet.

## 2. Présentation de COFICAB Kenitra

### 2.1. Coficab Kenitra

COFICAB Kenitra est une filiale du groupe tunisienne COFICAB. Elle fait comme activité la fabrication des fils électriques pour l'industrie automobile. Elle est installée à Kénitra pour suivre l'évolution de ses clients, qui existent dans la région, en matière de la livraison des câbles électriques

### 2.2. Fiche technique

La fiche technique de COFICAB Kenitra est détaillée dans le tableau suivant :

Raison sociale	<b>COFICAB KENITRA</b>
Forme juridique	SARL
Directeur général	TRAOULI Farouk
Date de création	2012
Domaine d'activité	Fabrication des fils électriques pour véhicule automobiles.
Siege social	Atlantic free Zone, RN4, AMER SAFLIA
Certificat qualité	ISO 9001 et ISO TS 16949

Tableau 1:Fiche technique de COFICAB Kénitra

### 2.3. Historique

Le Groupe Elloumi disposait déjà d'une longue expérience dans l'industrie des câbles d'énergie, de télécommunication et spéciaux depuis 1963 avec sa filiale CHAKIRA Câble. Pour accompagner l'important de développement du secteur des faisceaux de câble automobile en Tunisie, le Groupe Elloumi crée en 1992 sa 1ère usine de fabrication de câbles automobiles Coficab Tunisie

- **Coficab Tunisie** : créée en 1992, spécialisée dans la fabrication des files automobiles destinée à la vente pour Cofat, Cofat Mateur et d'autres entreprises étrangères comme Cofadel et Coficab Portugal.
- **Coficab Portugal** : elle a été créée en 1992 à Guarda, elle est entrée en production en septembre 1993.

- **Coficab Maroc** : elle a été créé en 2001 à Tanger, elle est entrée en production 2002 et Coficab Kenitra elle a été créé en 2012 a Kenitra, elles entrée en production 2013
- **Coficab Roumanie** : Entrée en production en 2006 à Ara.

## 2.4. Clients directs

COFICAB Kenitra adopte une approche totalement orientée vers la satisfaction de ses clients. Cette approche est basée sur l'innovation, la réduction des coûts, l'amélioration de la qualité du produit et du service ainsi qu'une réactivité totale.

Grâce à cet esprit, COFICAB a gagné la confiance des équipementiers les plus importants tels que Delphi, Valeo, Leoni, Lear, AWSM ...



Figure 1 : les principaux clients de COFICAB Kénitra

## 2.5. Organigramme de l'entreprise

L'organigramme de COFICAB KENITRA est structuré en trois niveaux essentiels, qui reflètent la structure organisationnelle de la société avec ses différents niveaux hiérarchiques et ses départements.

L'organigramme de gestion de la société est schématisé comme suit :

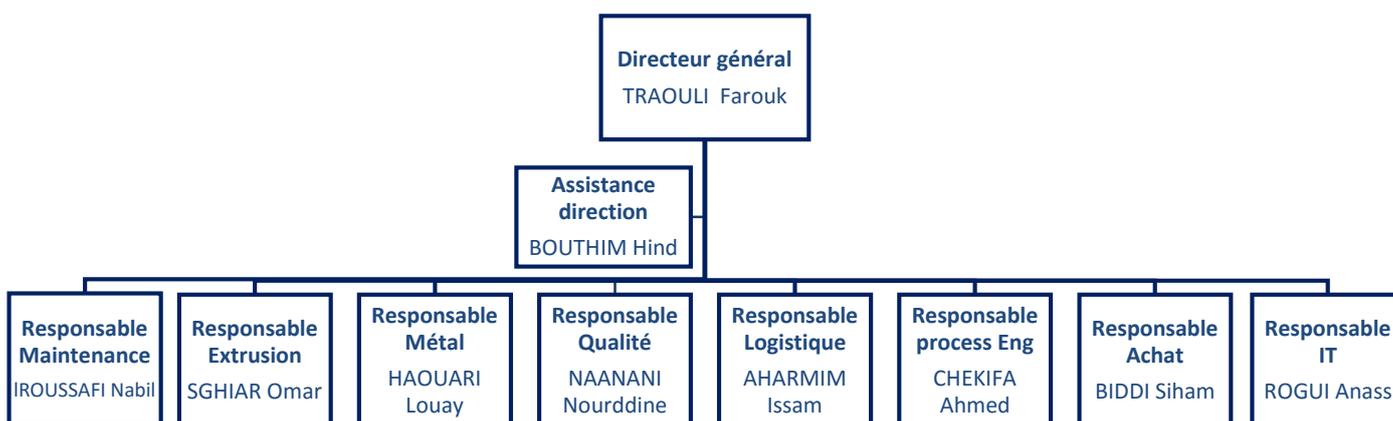


Figure 2: Organigramme de COFICAB Kénitra

## 2.6. Les départements de Coficab Kenitra

COFICAB Kenitra est organisée suivant plusieurs départements, chacun d'eux a des tâches spécifiques à accomplir.

### - **Département ressource humain**

Le service Ressource Humaines occupe une place primordiale au sein de la société COFICAB En effet la gestion et la mobilisation de l'intelligence de l'homme constituent l'une des orientations stratégiques du groupe ELLOUMI. La raison pour laquelle COFICAB met la gestion des ressources humaines au centre de ses préoccupations principales et donne une attention permanente au recrutement, à la formation et à la mobilité de ses collaborateurs, en vue de répondre à leurs aspirations et à leurs attentes en matière d'évolution et de développement professionnel et organisationnel.

### - **Département logistique**

La logistique regroupe l'ensemble des activités qui permettent de gérer les flux physiques et d'information dans le but d'en minimiser les coûts, et ce, de l'amont à l'aval de la "chaîne logistique" en respectant des conditions satisfaisantes en termes de délais et de qualité. Le logisticien a par conséquent une fonction transversale dans l'entreprise et ses actions ont un impact sur tous les autres services.

### - **Département qualité**

Intégrer la maîtrise de la qualité, la préservation de l'environnement et la sécurité produit dans toute les fonctions de l'entreprise en se conformant aux normes, et aux réglementations en vigueur et atteindre zéro défaut.

### - **Département d'achat**

Acheter un bien ou un service demandé par les personnes autorisées avec le niveau qualité voulue, en quantité souhaitée au moindre coût et dans les délais

Le département achat assure le déroulement des opérations d'approvisionnement de la société en matières premières en passant par les étapes suivantes :

- La réception d'une demande d'achat auprès d'un service
- La consultation et comparaison des offres
- La passation des commandes à travers le système BRAIN
- La réception du «bon de livraison»
- Le règlement du fournisseur

### - **Département IT**

Il s'occupe du système informatique de l'entreprise.

### - **Département production**

Le service production est indispensable dans le système interne de la société, c'est celui qui permet à COFICAB Kenitra de produire des produits finis pour satisfaire les besoins de clients. Il est composé de trois services : service Métal et service Extrusion et lapidaire

### - **Département maintenance :**

Le processus maintenance est un processus ayant comme entrée acquisition et installation d'équipement et comme sortie « équipement bien maintenu »

Le système de maintenance est basé sur les deux formes de maintenance : curative et préventive

- **Maintenance Curative :** Consiste à intervenir suite à une panne lorsque les machines sont en production ; il s'agit donc d'un travail d'urgence.
- **Maintenance préventive :** « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminées ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien » Norme NF EN 13306 X 60-319.

### 3. Processus de production de COFICAB Kenitra

Le processus de production à COFICAB consiste à transformer des fils de cuivre, de diamètre 8mm, en des fils électriques isolés de différentes sections et de différentes qualités selon la demande des clients.

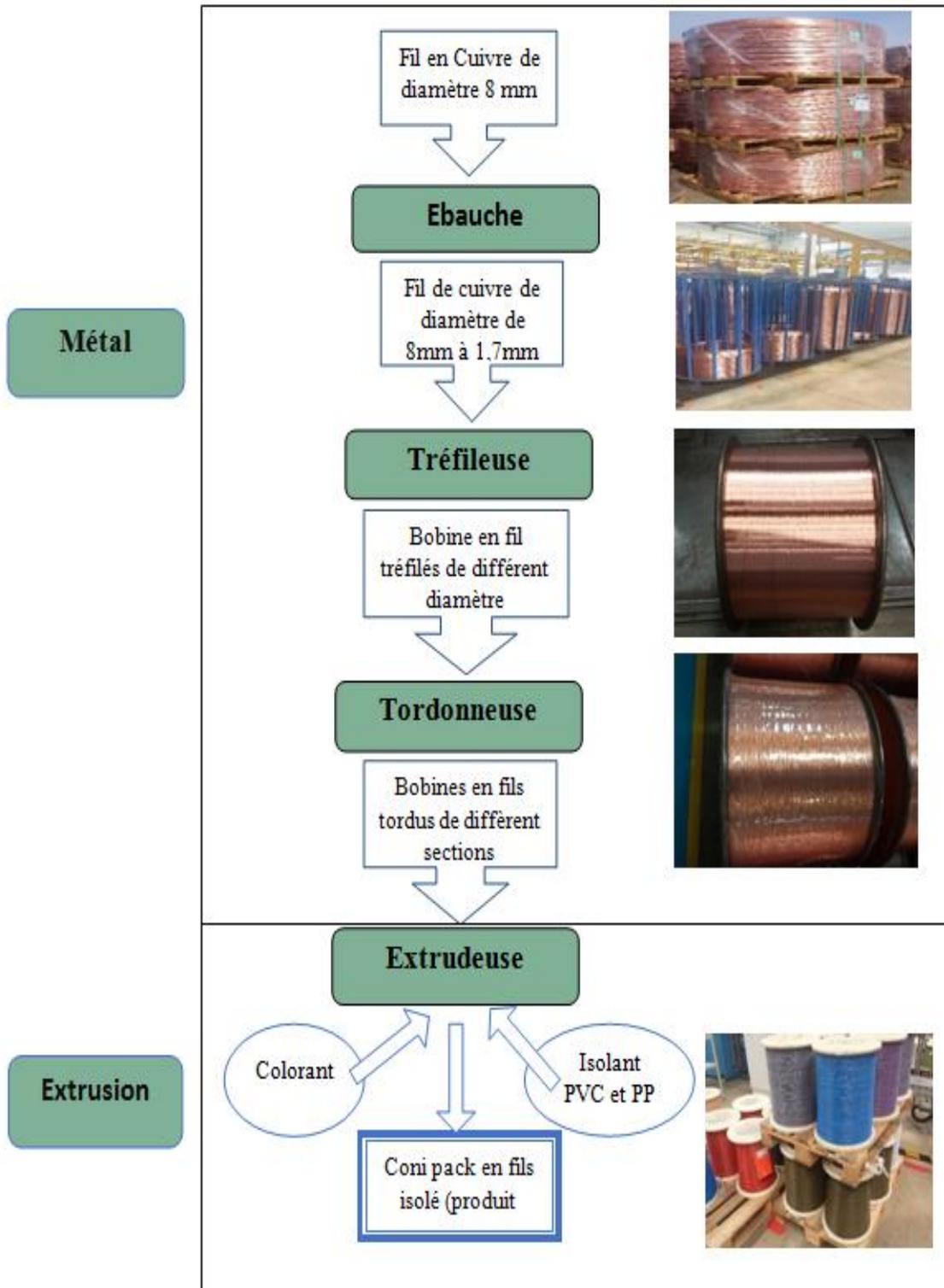


Figure 3: Processus de fabrication des câbles

### 3.1 Processus Métal- Tréfilage

#### - Processus Ebauche

C'est le premier processus dans la chaîne de production, il consiste à réaliser un tréfilage ébauche du fil de diamètre 8 mm pour obtenir un fil de diamètre de 1.7mm.

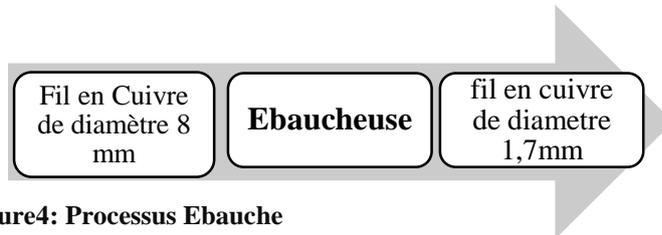


Figure4: Processus Ebauche

Le fil en cuivre de diamètre 8mm est la principale matière première, il est livré en des bottes par deux fournisseurs : AURUBIS et CUNEXT.

La restriction du diamètre se fait dans l'ébaucheuse en passant le fil à travers une séquence de 10 cabestans et 10 filières disposées d'une sorte que chaque filière est montée entre deux cabestans. Chaque cabestan fait étendre le fil par la force de traction puis il passe dans la filière qui vient après pour restreindre son diamètre. Pourtant, le fil subi l'opération de traction et de restriction 10 fois dans l'ébaucheuse jusqu'à ce que le diamètre devient de 1,7mm.

Il est à noter que, il y a une injection permanente de l'émulsion afin d'absorber la chaleur générée par frottement du fil.

Le rôle de pantin est la régulation de la tension du fil sortant par application d'une force réglable sur les polies qui constituent le circuit de guidage du fil. Enfin, l'enrouleur sert à conditionner le fil sortant en des fûts qui vont construire l'élément d'entrée du processus tréfilage multi-fils.

Le changement des bottes se fait par soudage à chaud.

Pour chaque fût, le machiniste contrôle le diamètre du fil.

#### - Processus Tréfileuse multi-fils

La zone de tréfilage dispose de 3 machines tréfileuses : deux machines réalisent le tréfilage de 24 fils en parallèles et une machine réalisent le tréfilage de 16 fils en parallèles



Figure 5: Processus Tréfileuse multi-fils

### - Chambre de tréfilage

Dans la chambre de tréfilage, le fil subi les mêmes opérations que dans l'ébaucheuse, sauf qu'ici, plusieurs fils sont tréfilé en parallèles, les dimensions des cabestans et des filières sont moins petits.

De plus, le tréfilage multi-fil permet d'obtenir plusieurs diamètres du fil selon le réglage des paramètres de la machine.

### - Recuiseur

Après le tréfilage, le fil devient dur pour le rendre à son état initial il est nécessaire de passer par le recuit à travers les poulies de contact, le fils se met sous une haute tension, donc il comporte une résistance ordinaire qui s'échauffe par effet joule, ce qui le rend à sa structure initiale, cette opération se réalise en présence d'azote pour éviter l'oxydation

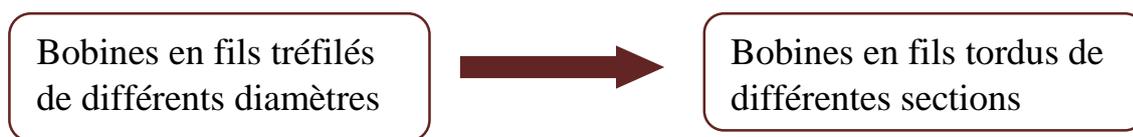
Après l'opération de chauffage, un refroidissement assuré par un jet d'eau. Les vanes d'air comprimé situées à la sortie du Recuiseur assurent un séchage pour éviter toute oxydation.

### - Bobinoir

Le bobinoir assure le conditionnement du fil tréfilé sur une bobine. Le fil de cuivre passe par le pantin puis passe autour d'une poulie pour être enroulé sur une bobine. La poulie se déplace parallèlement à l'axe de rotation de la bobine. Ce déplacement est limité par les deux butées de fin de course pour avoir un bon Tronçonnage.

## 3.2 Processus tordonnage

Dans cette étape les paquets des brins tréfilés se transforment en des fils tordus de différent section en utilisant une machine tordonneuse .Cette zone se dispose de 28 tordonneuses



### Les organes et processus :

- **Départ** : Constitue des portes bobines et des pantins qui servent à régler la pression appliqués sur les brins de ces bobines.
- **Le répartiteur** : Il repartie les brins selon une combinaison prédéfinie
- **Filière de compactage** : Il compacte les brins pour obtenir un fil de section déterminée.
- **Lyre** : Elle a la forme d'un demi-cercle contient des passes fils qui nous permet de fixer le fil, le fil est toronné quand la lyre tourne vers la gauche.
- **Capiston** : Il permet de maintenir le fils tendu.

- **Boîte de trancannage** : Une boîte qui se déplace à gauche et à droite en repartant le fil autour de la bobine.
- **Bobinoir** : Le support de la bobine, qui descend et remonte, et maintient la bobine dans une position donnée. Cela se fait grâce à un système vice écrou, et une tige de guidage pour supporter le poids de la bobine.

### 3.3 Processus extrusion

La zone d'extrusion dispose de 6 machines extrudeuses, ces machines consistent à produire des fils complets avec l'isolation, la coloration et le marquage tout en respectant les exigences qualité des clients exprimées dans le cahier de charge.

#### Les organes et processus :

- **Défileur** : Un porte toron, son rôle est de changer les torons en temps masqué en effectuant un soudage à chaud ou à froid de borne externe des deux torons  
Soudage à froid : soudage brin par brin pour les petites sections (nombre de brin <19)  
Soudage à chaud : soudage pour les grandes sections (nombre de brins >19)
- **Freinage** : Le freinage du fil est assuré par une poulie lié à un moteur électrique et une courroie. Lors du passage du fil entre la poulie et la courroie la rotation de la poulie applique une force de freinage sur le fil
- **Préchauffeur** : Pour chauffer le fils afin d'assurer une bonne adhérence entre le fil et l'isolant. La température de chauffage varie selon la section du fil
- **Tête d'extrusion** : Cet élément permis l'isolant couvre le fil suite à une opération d'extrusion qui consiste à injecter de l'isolant en continue sur le fil passant. Il se compose de deux parties :
- **L'extrudeuse principale** : constituée d'un guide fil qui assure le compactage du fil, d'un diffuseur de matière isolante
- **L'extrudeuse annexe** : d'une filière qui assure la compression de l'isolant et donne une forme cylindrique au câble et d'une bague qui sert à distribuer la matière isolante
- **Contrôleur de diamètre à chaud** : Un capteur qui mesure le diamètre du fil isolé à l'état chaud après opération d'extrusion
- **Marqueur** : Dans cette étape on identifie le fil Le marqueur utilisé est Imaje 9232F qui utilise l'ancre 9510 et un additif 8118.on utilise le marquage (COF KT, COK K3)
- **Refroidissement du fil isolé** : Il s'effectue on 3 étapes :  
Etape 1 : dans le bac à chaud avec l'eau froid (25°) pour le câble PVC et de l'eau chaud (70°) pour le câble PP.  
Etape 2 : dans la goulotte avec de l'eau et l'aire chaud.  
Etape 3 : dans le sécheur avec de l'aire chaud.

- **Appareils de contrôles** : Contrôleur de diamètre à froid et d'excentrement : contrôler le diamètre à froid, la concentricité et l'épaisseur minimale de l'isolant.

Contrôleur des nœuds et des creux : contrôle la présence des nœuds ou des creux sur le câble

Contrôleur des claquages : il détecte les défauts d'isolement par application d'une tension électrique

- **Bobinoir** : Il conditionne le fil isolé en des conipack il est constitué de deux partie :

Partie 1 : équipé d'un pantin qui règle la tension de tirage du fil

Partie 2 : équipé d'un bras de trancannage et d'un échangeur des conipacks

### 3.4 Parc DEVIDOIR

L'objectif du parc DEVIDOIR est d'éliminer, si possible les défauts issus de la production (extrusion).

#### Les Equipements du dévidoir

Le dévidoir est une machine composé d'un enrouleur, d'accumulateur du fil, d'un sparker tester pour le contrôle électrique, d'un contrôleur de diamètre, d'un contrôleur des nœuds et le freinage pour régler la tension du fil tout au long du défilement du fil à dévider.

## 4. Présentation du projet

### 4.1 Contexte du projet

Dans le nouveau contexte industriel, les entreprises subissent de grandes pressions de la part de leurs clients qui demandent des produits et des services de bonne qualité, à moindre coût.

Pour ce faire, Il est devenu indispensable de bien veiller sur les biens de production pour garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

En effet, la maintenance se présente comme l'une des sources de performance de l'entreprise moderne.

C'est pourquoi on a décidé d'analyser la situation actuelle afin de mettre en place un plan d'action visant à augmenter la performance et améliorer l'organisation de l'ensemble de ses unités

### 4.2 Problématique du projet

Au début de notre projet de fin d'étude nous allons attaquer le premier sujet qui est l'amélioration de la conception d'un système de grattage, sur le logiciel SOLIDWORK, tout en respectant le cahier de charge.

Le deuxième chapitre sera consacré pour le sujet de la standardisation de la maintenance préventive de zone d'extrusion qui vise à améliorer la maintenance préventive des équipements tout en premier lieu et planifier, ordonnancer par la suite les interventions en les adaptant aux standards et améliorer les performances de la politique maintenance en termes d'indicateurs sans engendrer de dépenses excessifs, afin d'améliorer la qualité de la maintenance au sein du département.

En effet, il s'est avéré nécessaire de commencer par un diagnostic général du fonctionnement d'usine pour ressortir une feuille de route à suivre pour mener à bien notre mission. Cette phase peut être résumée dans les points suivants :

- Auditer la fonction maintenance.
- Relever les points forts et les points faibles de la maintenance préventive.
- Concevoir un plan d'action pour améliorer la maintenance préventive.
- Appliquer les améliorations à la maintenance préventive.
- Améliorer l'ordonnancement des travaux

### 4.3 Planification et démarche du projet

#### 4.3.1 Planning du projet

Avant d'entamer le vif de notre projet, on a jugé d'organiser notre travail suivant un planning qui déterminera les dates précises de début et de fin de chaque tâche, chose qui va nous permettre de se situer dans le temps pour assurer suivi de notre état d'avancement.

Les phases et les tâches associées au projet sont classées dans la figure suivante :

Task Name	Duration	Start	Finish
Découvert de la société et recherche bibliographique	11 days	Mon 18/01/16	Mon 01/02/16
<b>Amélioration de la conception du système de grattage</b>	<b>21 days</b>	<b>Tue 02/02/16</b>	<b>Tue 01/03/16</b>
Analyse fonctionnelle et élaboration du CDCF	5 days	Tue 02/02/16	Mon 08/02/16
Choix et dimensionnement du système	6 days	Tue 09/02/16	Tue 16/02/16
Modélisation du nouveau système sur SOLIDWORKS	10 days	Wed 17/02/16	Tue 01/03/16
<b>diagnostic de l'état actuel</b>	<b>16 days</b>	<b>Wed 02/03/16</b>	<b>Wed 23/03/16</b>
audite de la fonction maintenance	6 days	Wed 02/03/16	Wed 09/03/16
determiner les dysfonctionnements et proposées des actions d'amélioration	10 days	Thu 10/03/16	Wed 23/03/16
Présentation avec le directeur de l'usine	1 day	Fri 25/03/16	Fri 25/03/16
<b>standardisation de la maintenance préventive</b>	<b>42 days</b>	<b>Mon 28/03/16</b>	<b>Tue 24/05/16</b>
etat de lieu de la zone d'extrusion	22 days	Mon 28/03/16	Tue 26/04/16
Elaboration d'un standar de la maintenance preventive zone d'extrusion	2 days	Wed 27/04/16	Thu 28/04/16
Implantation des standards proposés sur terrain	15 days	Mon 02/05/16	Fri 20/05/16
elaboration des indicateurs de suivie du standard	2 days	Mon 23/05/16	Tue 24/05/16
Amélioration du tableau de bord des indicateurs	3 days	Wed 25/05/16	Fri 27/05/16
cloture et presentation finale du projet	2 days	Mon 30/05/16	Tue 31/05/16

Figure 6: planning du projet

Le diagramme GANTT, détaille plus les durées nécessaires pour l'accomplissement du projet.

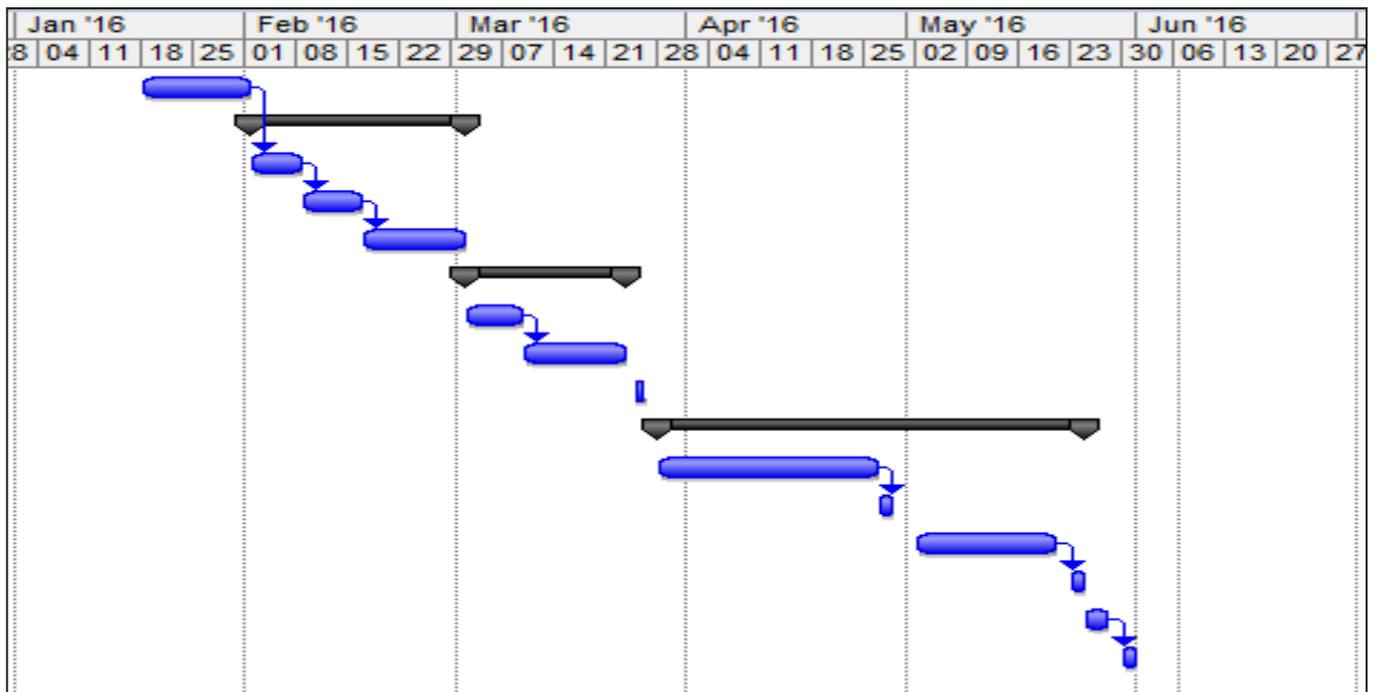


Figure 7: Liste des phases associées au projet

La description des principales étapes du projet sera détaillée aux paragraphes suivants. Durant l'accomplissement de ces différentes étapes, des livrables sont établis à la fin de chaque jalon, afin de les valider pendant les réunions prévues pour le suivi du projet.

### 3.4.1 Démarche du projet

La démarche que nous allons adopter pour la résolution des problèmes de la zone de coupe va consister en quatre étapes : Il s'agit de l'identification du problème, de la recherche des causes, de la recherche des solutions et de l'implantation des solutions et cela en adoptant une démarche PDCA.

## 5. Recherche bibliographique

### 5.1 Démarche d'amélioration PDCA

La méthode PDCA est une démarche cyclique d'amélioration qui consiste, à la fin de chaque cycle, à remettre en question toutes les actions précédemment menées afin de les améliorer. PDCA tire son origine des premières lettres des mots qui la composent : Plan-Do-Check-Act.

- **Plan** : préparer et planifier ce que l'on va réaliser, établir un planning.
- **Do** : Développer, réaliser, mettre en œuvre (commence par une phase de test).
- **Check** : contrôler que les ressources mises en œuvre dans l'étape précédente (Do) et les résultats obtenus correspondent bien à ce qui a été prévu (Plan).

- Act (ou Adjust) : ajuster les écarts, rechercher des points d'améliorations.

Cette méthode a été rendue populaire suite à sa présentation dans les années 50 par le célèbre statisticien William Edwards Deming. Deming illustre le principe PDCA par une roue qui sera baptisée par la suite : La roue de Deming.

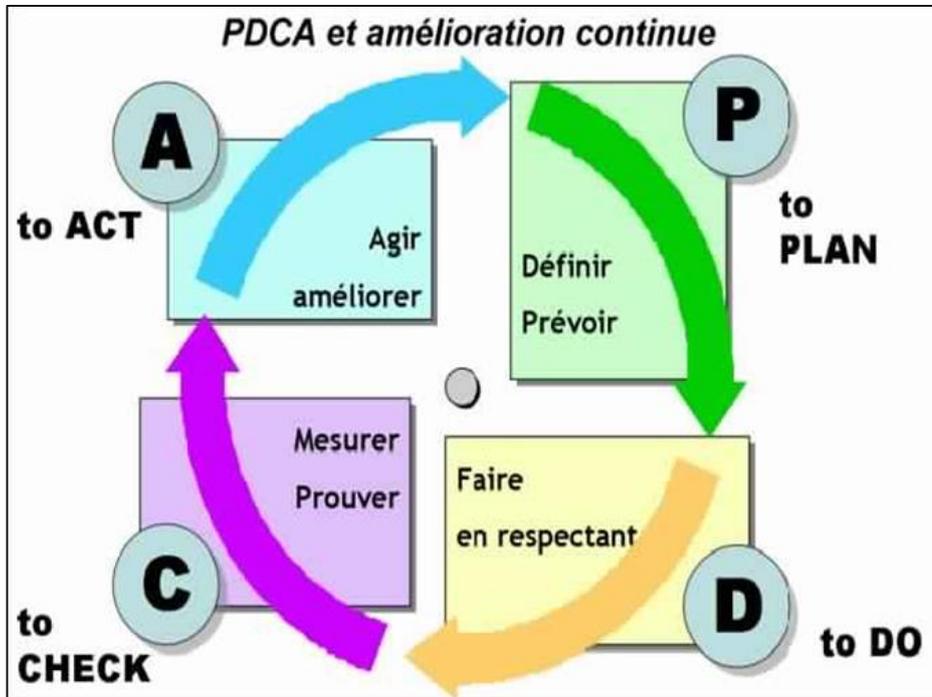


Figure 8 : roue de Deming

La roue de Deming est un cercle divisé en quatre portions et présenté sur la diagonale d'un triangle. Sur chacune des portions, est marquée une lettre P-D-C-A dans le sens des aiguilles d'une montre. Lorsqu'on tourne la roue dans le même sens, elle grippe sur la diagonale en passant sur chaque étape jusqu'à la fin du cycle. Ensuite, on recommence avec le cycle suivant. L'idée est de répéter les 4 phases : Plan - Do - Check - Act tant que le niveau attendu n'est pas atteint.

Selon l'illustration de Deming, on représente une cale sous la roue pour éviter de revenir en arrière. Cette dernière symbolise l'entretien du système afin de maintenir la qualité et cela avec des procédures claires et continues dans le temps comme des audits par exemple. La figure ci-dessous résume en général la démarche PDCA qu'on va adopter pour mener à bien ce projet :

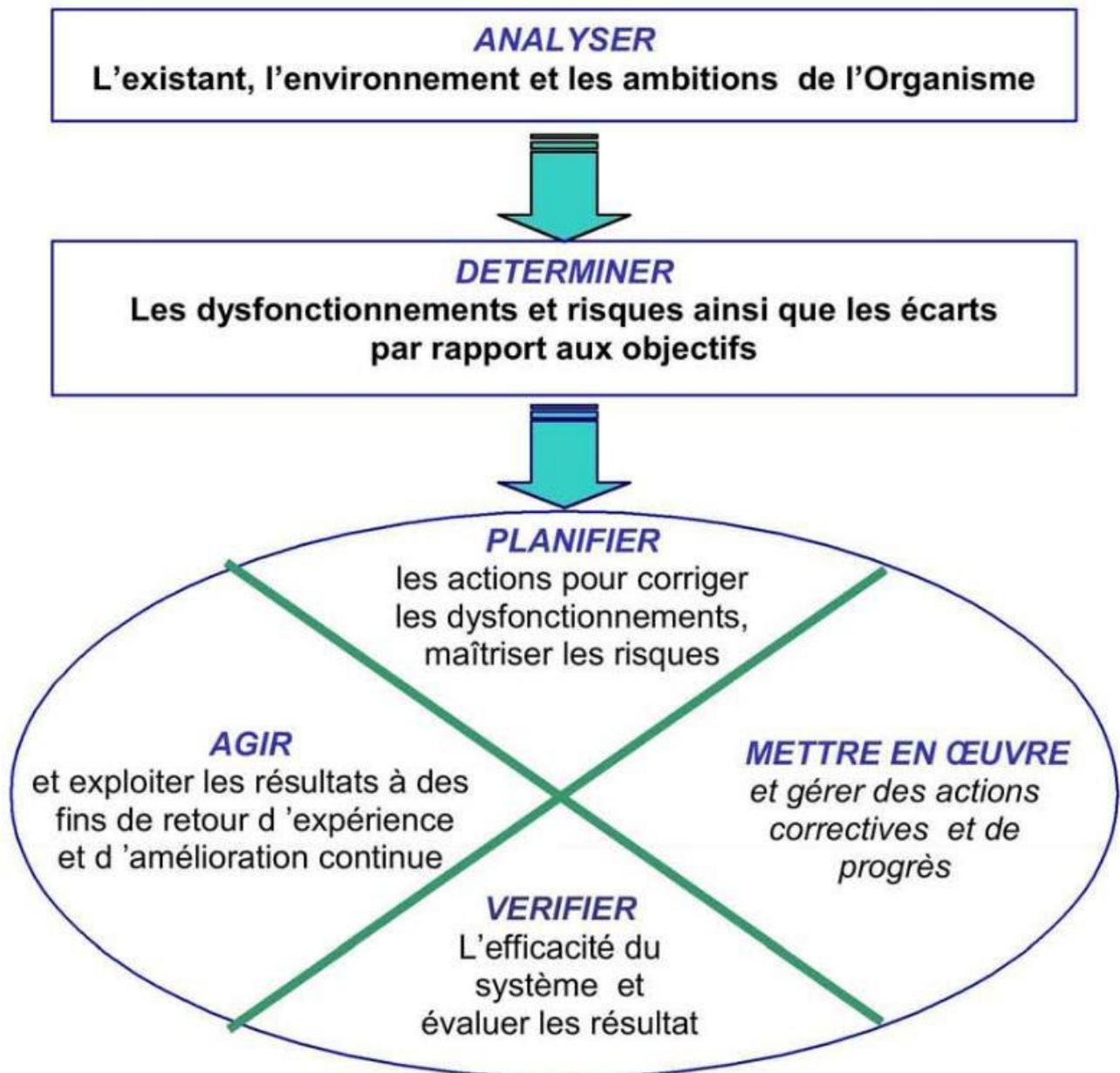


Figure 9: Démarche de travail PDCA

## 5.2 La méthode SMED

### 5.2.1 Définition

Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié (Norme AFNOR NF X50-310).

Single Minute Exchange of Die = Changement de Fabrication en moins de 10 minutes.

Single Minute signifie que le temps en minutes nécessaire à l'échange doit se compter avec un seul chiffre.

Le SMED est né en 1970 dans l'univers industriel compétitif de TOYOTA, sous l'impulsion de S. SHINGO qui découvre le rôle pivot des temps de changement de série dans l'obtention de la flexibilité industrielle globale et entame un combat systématique contre les idées reçues en la matière.

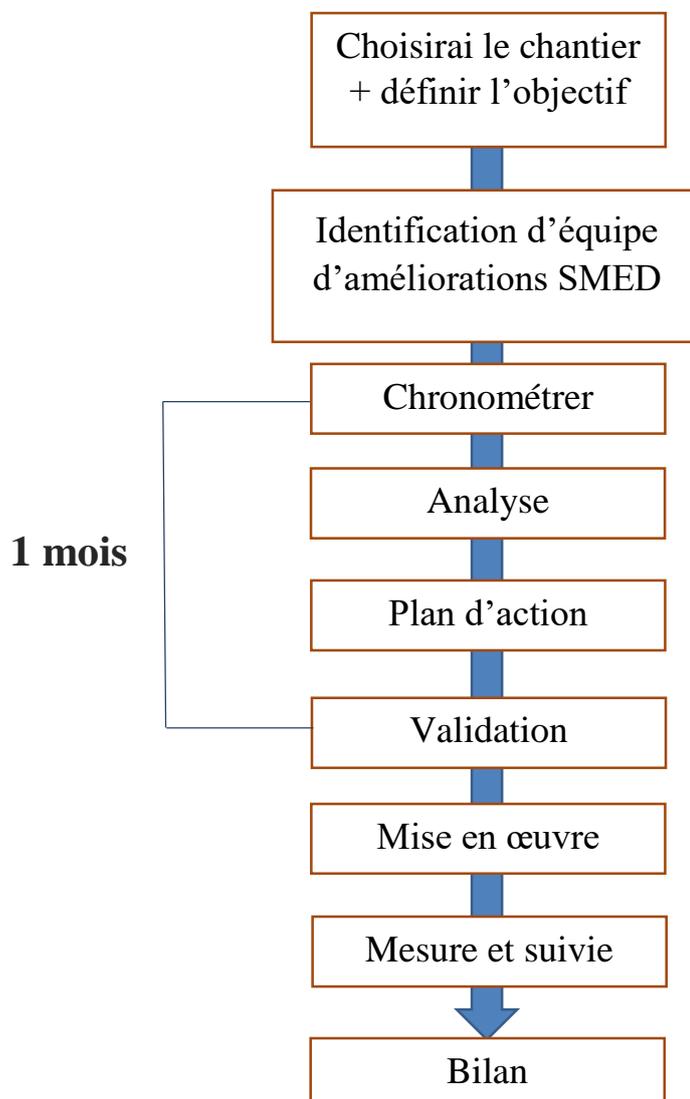
### 5.2.2 Objectif de la méthode SMED

C'est une méthode structurée d'analyse d'opérations visant à réduire les temps de changement de production.

### 5.2.3 Les facteurs clés de succès

#### Respecter les étapes clés suivantes

La figure suivante illustre les étapes de la méthode SMED



Ensuite on observe le déroulement des interventions par la suite relever toutes les informations qui lui sont relatives.

- chronologie
- durée
- contraintes

- moyens matériels
- ressources

On utilise généralement un film audio-vidéo, il donne une image fidèle du déroulement, sans rien oublier. Par contre, il est indispensable de prévenir les personnels pour obtenir leur adhésion et dépasser l'aspect psychologique lié à l'utilisation de la vidéo.

La notion de plan d'action est fondamentale. Il résulte du travail collectif et proposé des solutions hiérarchisées, classées en fonction de critères tels que :

- Gain de temps
- Facilités / difficultés de mise en œuvre
- Possibilité de généralisation

### 5.3 Analyse SWOT

L'analyse SWOT permet d'auditer notre organisation et son environnement externe, elle permet d'identifier les facteurs clés de succès afin de définir un plan d'action stratégique.

La SWOT est un acronyme pour Strengths Weaknesses Opportunities Threats, ce qui donne en français Forces Faiblesses Opportunités Menaces.

#### 5.3.1 Matrice d'analyse

**Les forces** : ressources possédées et compétences détendues conférant un avantage concurrentiel.

**Faiblesses** : manque au regard d'un, voire plusieurs facteurs clés de succès où bien face aux concurrents.

**Opportunités** : l'environnement de l'entreprise peut présenter certaines zones de potentiel à développer. Il convient de les identifier.

**Menaces** : certains changements en cours ou à venir, peuvent avoir un impact négatif sur les activités de l'entreprise



Figure 10: La matrice SWOT

## *Conclusion :*

Ce chapitre fût une présentation générale de la société COFICAB Kénitra, et du processus de production, ainsi que le contexte général du projet, le cahier de charge, Nous avons effectué aussi une recherche bibliographique pour présenter les outils nécessaire au bon déroulement du projet.

Dans le chapitre qui suit-on va s'attaquer à l'amélioration de la conception d'un système de grattage, commençant par l'analyse fonctionnelle du système, et la modélisation du système après amélioration sur SOLIDWORKS.

## *Chapitre 2 : Amélioration de la conception du système de grattage*

---

Dans ce chapitre, nous présenterons une étude d'un système de grattage, pour ce faire, tout d'abord nous allons faire une analyse fonctionnelle par la suite élaborer un CDCF, Après cela, nous allons faire une analyse de l'état actuel du matériau sous le logiciel RDM6, finalement nous effectuons des améliorations de la conception sur le logiciel SOLIDWORKS, tout en respectant le cahier de charge.

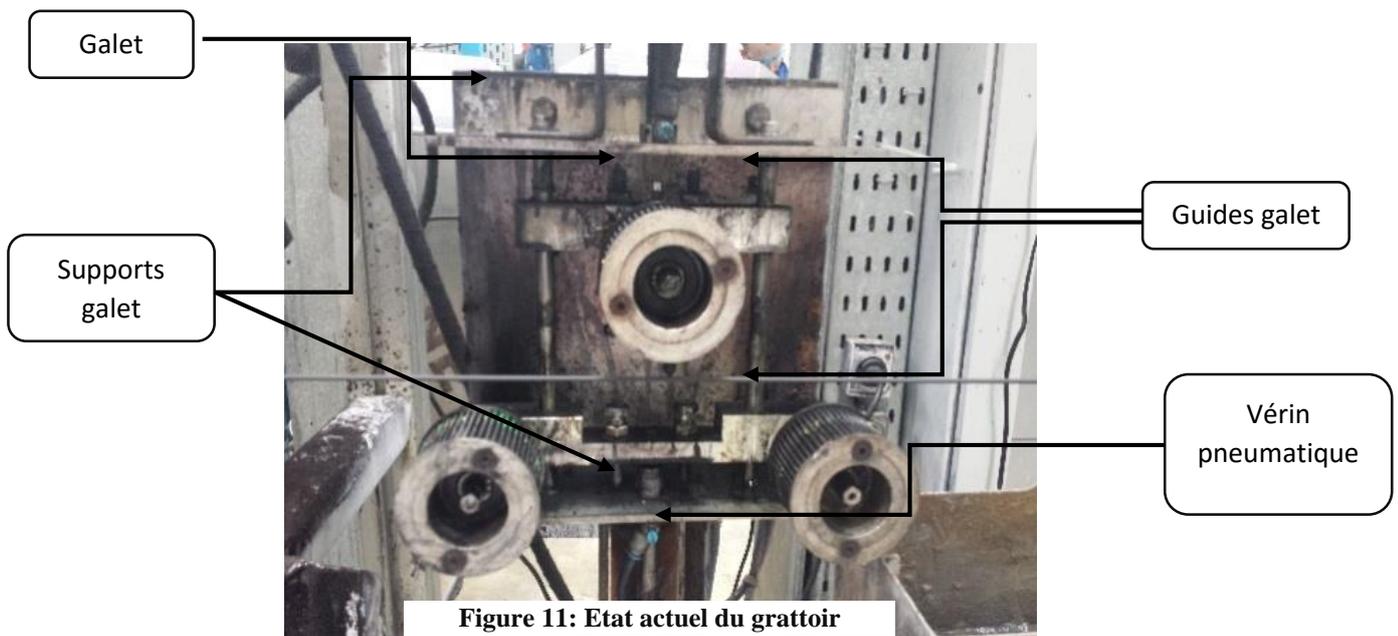
## 1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons effectuer :

- L'analyse fonctionnelle du système pour rechercher et caractériser les fonctions offertes par notre produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur.
- Une étude de l'état actuel à l'aide du logiciel RDM6 afin de déterminer les contraintes normales et les déformations dues à la sollicitation de flexion s'exerçant sur les supports de porte galet.
- Modélisation du système après amélioration sur SOLIDWORKS.

## 2. Définition du grattoir

Dans la zone d'extrusion pour assurer une production continue il faut effectuer dans le Défileur un soudage à chaud ou à froid de borne externe des deux torons En cas de soudage à chaud. Une fois le Switch détecte une soudure lors du passage du toron d'un défileur à un autre, le grattoir s'active. Le rôle de cette opération consiste à détecter facilement la zone de soudure et l'éliminer de la bobine sortante. La figure suivante montre l'état du grattoir avant amélioration :



### 2.1 Composantes du système grattoir actuelle

Le système de grattage est composée de

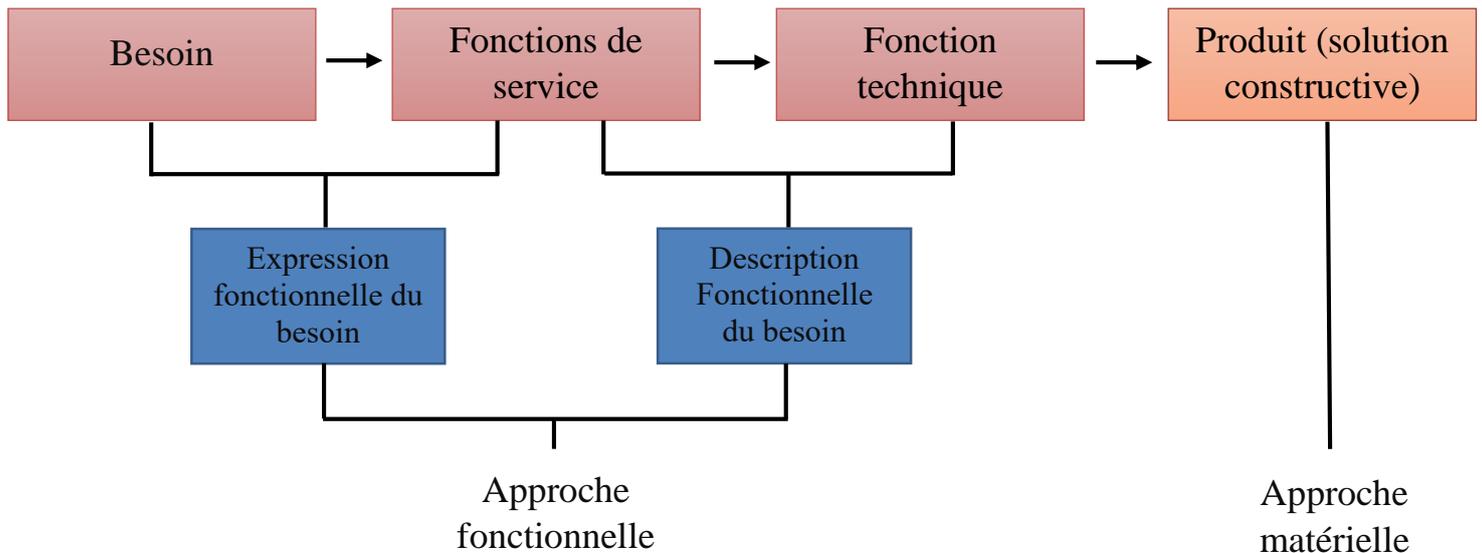
- Trois galets pour garder le câble au milieu
- Un système de glissement
- Deux vérins pneumatiques
- Deux couvercles séparés

## 2.2 Fonctionnement du grattoir

Voir la simulation sur CD-ROM.

## 3. Analyse fonctionnelle et l'élaboration d'un CDCF

Il s'agit d'exprimer avec rigueur le but et les limite de l'étude. Pour cela, il faut expliciter l'exigence fondamentale qui justifie la conception ou la préconception d'un produit



- Recherche du besoin : Outil : Bête à cornes
- Recherche des fonctions de services: Outil : Diagramme pieuvre
- Recherche des fonctions techniques: Outil : FAST

Tout d'abord on va définir la fonction principale de notre projet grâce à la méthode bête à corne qui suit :

### 3.1 Diagramme bête à corne

Le diagramme bête à cornes permet de définir la raison d'être d'un système, dans notre cas c'est le Système de grattage, pour cela en vas répondre aux questions suivant :

- A qui le grattoir rend-il service ?
- Sur qui ou quoi s'agit-il ?
- Dans quel but ?

La figure ci-dessous représente le diagramme bête à corne du grattoir :

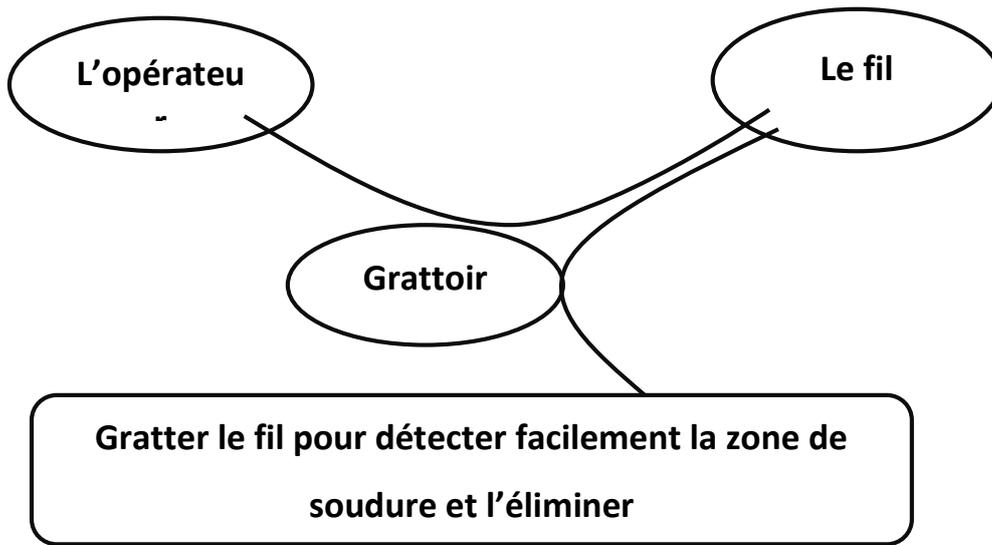


Figure 12 : Diagramme bête à corne du grattoir

Cette première étape de l'analyse fonctionnelle a pour objectif de formuler toutes les fonctions de notre produit (grattoir).

### 3.2 Diagramme de pieuvre

Dans cette partie nous allons effectuer le diagramme de pieuvre afin d'analyser les besoins et identifier les fonctions de service du système de grattage

Dans la figure ci-dessous nous avons dressé la liste exhaustive des éléments du milieu environnant (éléments humains, physiques, énergétiques, d'ambiance...) appelés aussi inter acteurs qui se trouve en situation d'interagir avec le produit.

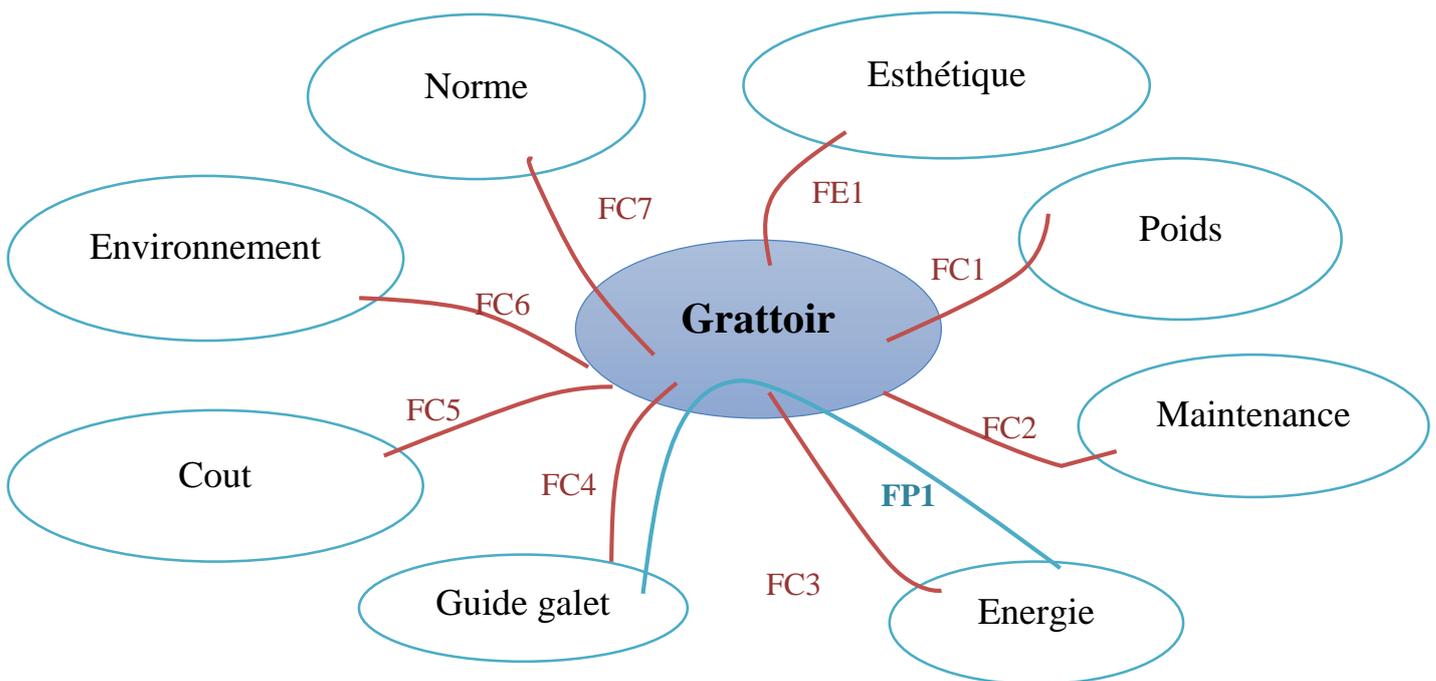


Figure 13: digramme de pieuvre du grattoir

Les fonctions principales et les fonctions de contraintes du diagramme pieuvre sont détaillées dans ci-dessous :

**FP1** : Exploiter l'énergie pneumatique pour pousser les guides galet

**FC1** : Etre léger

**FC2** : assurer la maintenance du grattoir

**FC3** : S'adapter à l'énergie pneumatique

**FC4** : Assurer un bon glissement des guides galets

**FC5** : Etre abordable

**FC6** : être peu encombrant

**FC7** : Respecter les normes et les réglementations

**FE1** : être esthétique

### 3.3 Diagramme de FAST

Le diagramme FAST présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonctions techniques, puis matériellement en solutions constructives

La figure suivante représente le diagramme FAST :

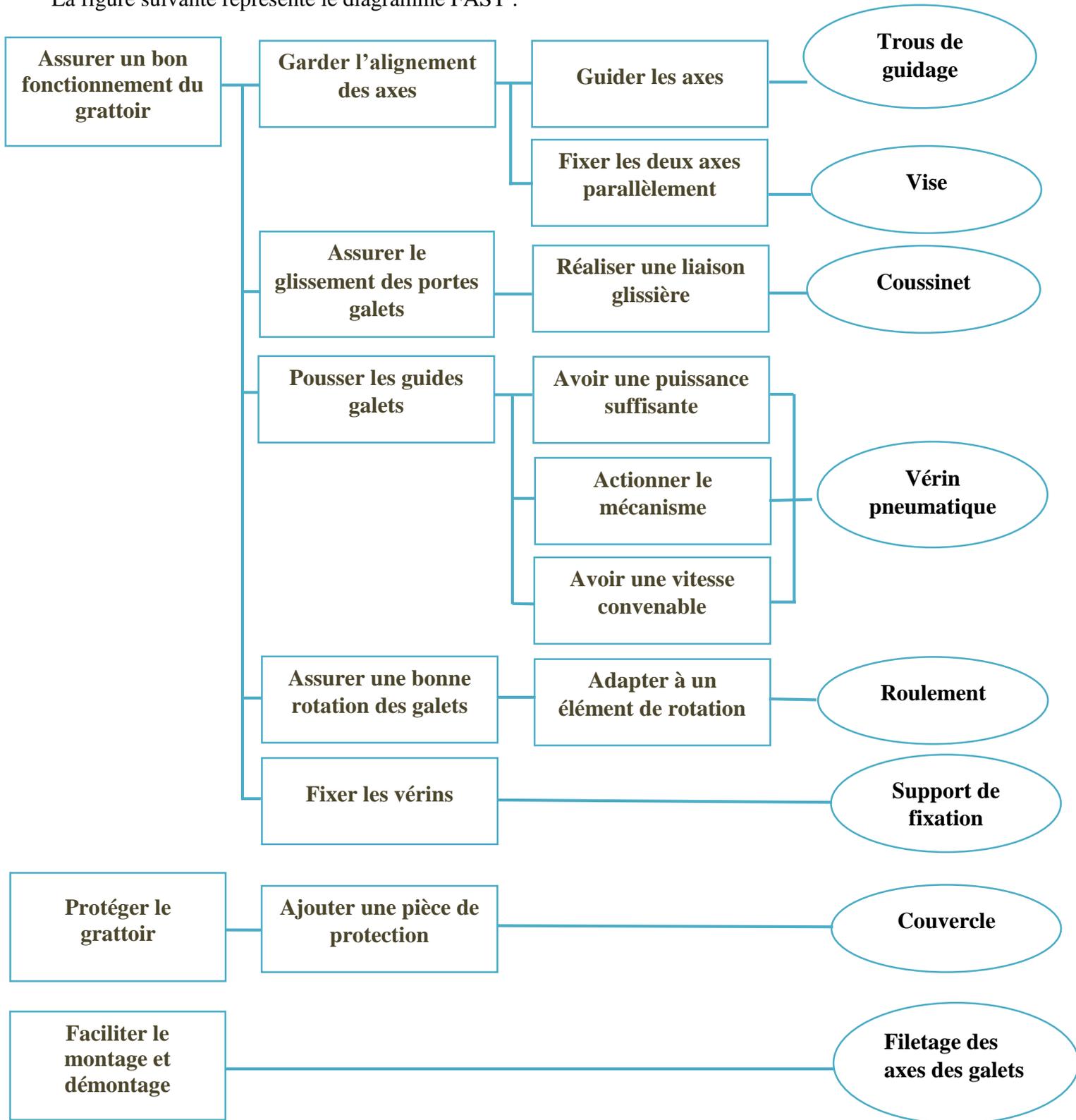


Figure 14: Diagramme FAST

Ce diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance de notre produit et ainsi de pouvoir proposer des solutions.

### 3.4 Cahier de charge fonctionnelle

Cette phase doit exprimer les performances, attendues par la société, de chacune des fonctions de service qui consiste à énoncer les critères d'appréciation, définir le niveau de chaque critère et assortir chaque niveau d'une flexibilité.

Le tableau suivant résume le cahier de charge fonctionnelle :

Tableau 2: Cahier de charge fonctionnelle

N°	Fonctions spécifique	K	Critères	niveau	Flexibilité	F
<b>Fonction principale</b>						
1	Exploiter l'énergie pneumatique pour gratter le fil	5	Force	8 N	±0,5N	1
<b>Fonction contrainte</b>						
1	Etre léger	4	Poids	test	-----	2
2	Assurer la maintenance	4	Montage, démontage	test	-----	0
3	S'adapter à l'énergie pneumatique	5	Pression de fonctionnement	6 bar	-----	0
4	Etre abordable	4	Cout de réalisation	- 9000DH	-1000	1
5	être peu encombrant	4	Volume	test	-----	0
6	Respecter les normes	4	Norme	test	-----	0
<b>Fonction d'estime</b>						
1	Doit être esthétique	3	Aspect visuel	test	-----	2

**K** : 0.primordiale-

1. utile-

2. nécessaire-

3. important-

4. très important

5. vital

**F** : 0. Impérative

1. Peu négociable

2. Négociable

3. Très négociable

## 4. Modélisation sur RDM6

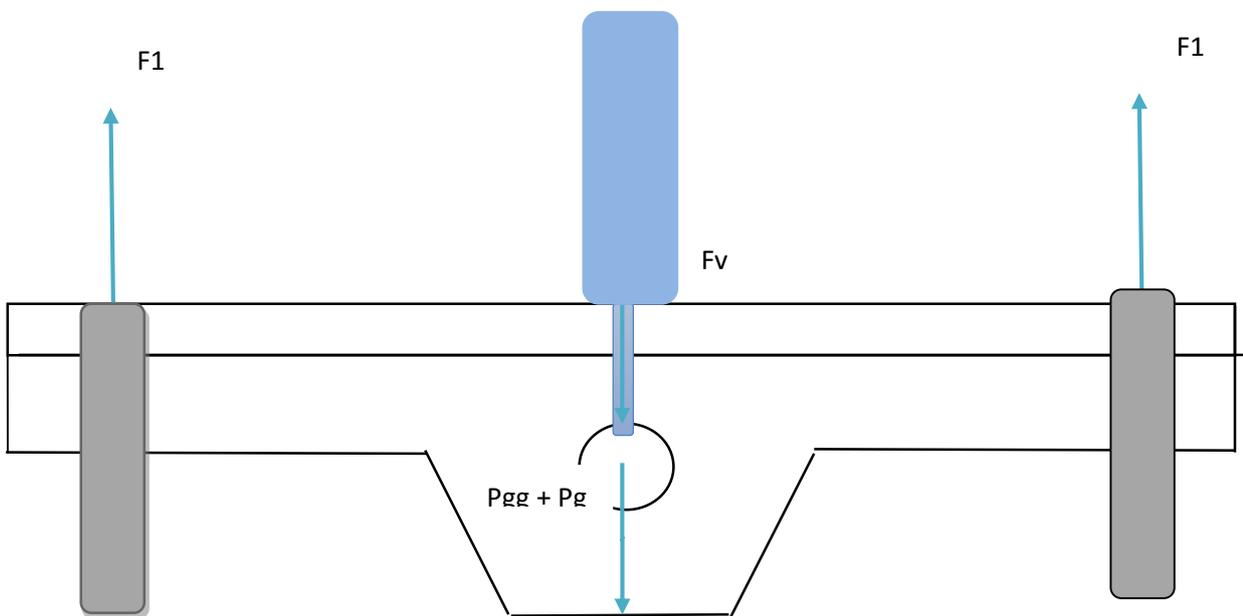
Nous allons effectuer une modélisation du système sur le logiciel RDM6 pour étudier le comportement global de la structure afin d'éviter la rupture des supports galets.

### 4.1 Support galet supérieure

La 1ere étape consiste a étudié l'effort appliqué sur le support galet supérieure illustrer dans la figure ci-dessous :



La répartition des charges sur le support galet supérieure sont détaillé sur la figure suivant :



**Figure 16 : répartition des forces sur le support galet supérieur**

Les tableaux (3, 4,5) ci-dessous représentent successivement les caractéristiques des matériaux utilisés dans la fabrication des supports galet, les forces appliquées sur le système et la fiche technique du vérin pneumatique :

**Tableau 3: matériau du système**

<b>Matériaux : Acier inoxydable</b>	
<b>Module de Young</b>	E=203 GPa
<b>Masse volumique</b>	7.85 g/cm <sup>3</sup>
<b>Limite d'élasticité</b>	$R_e = 200$ MPa

**Tableau 4: Les forces appliquées sur le système**

<b>Les forces appliquées sur le système</b>	
<b>F1</b>	38.1 N
<b>F2</b>	38.1 N
<b>Fv(vérin pneumatique)</b>	68 N
<b>F<sub>gg</sub> (guide galet)</b>	3.7 N
<b>F<sub>g</sub>(galet)</b>	4.5 N

**Tableau 5: Fiche technique du vérin pneumatique**

<b>Vérin pneumatique vérin cylindrique DSNU -32-40-PPV-A</b>	
<b>Force maximale</b>	68 N
<b>Course</b>	40 mm

Après avoir calculé les forces appliquées sur le support galet supérieure, nous allons modéliser la section droite, en utilisant le logiciel RDM6, afin d'extraire :

- La courbe de la contrainte normale afin vérifier la condition de sécurité de la machine.
- La courbe de la flèche.
- La courbe de la Concentration des contraintes.

### 4.1.1 Courbe de la contrainte normale

La courbe ci-dessous représente la courbe de la contrainte normale appliquée sur le support galet supérieur :

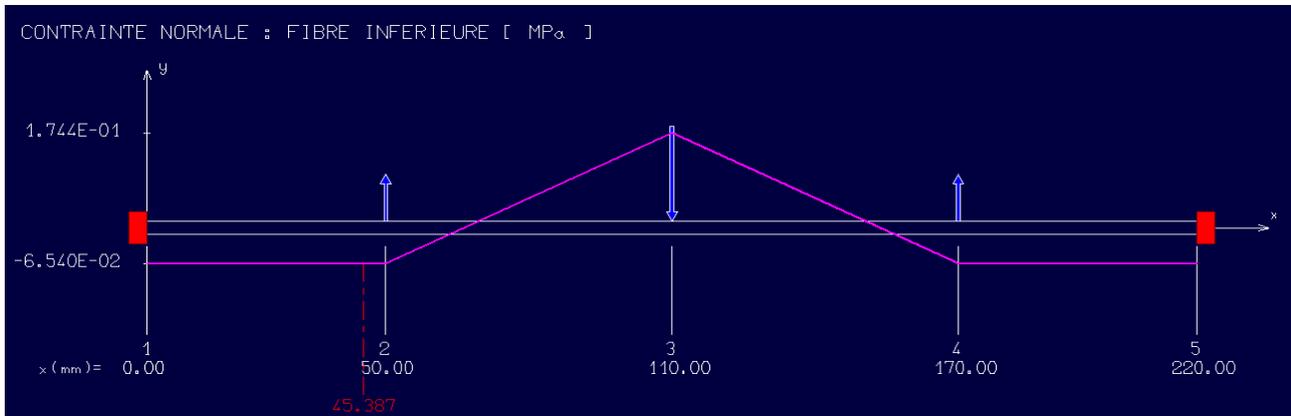


Figure 17: courbe de la contrainte normale

Pour des questions de sécurité liées à l'usage de la machine, la contrainte normale  $\sigma_{\max}$  dans la section droite la plus chargée doit rester inférieure à la contrainte limite admissible liée au matériau et fixée par le constructeur  $R_{pe}$  :

$$\text{On a } R_{pe} = Re / s$$

Avec :

$Re$  : la limite d'élasticité de l'acier

$S$  : coefficient de sécurité

On prend  $S=2$  vu qu'on utilise l'acier, le tableau de coefficient de sécurité est détaillé en annexe

Donc

$$R_{pe} = \frac{Re}{S} = \frac{200}{1,2} = 166,66 \text{ MPa}$$

$$\text{Avec } \sigma_{\max} = 1.744 \cdot 10^{-1} \text{ MPa}$$

$$\text{On obtient } \sigma_{\max} < R_{pe}$$

Donc la condition de résistance est satisfaite.

Finalement, on remarque que la contrainte maximale est très petite par rapport à la contrainte limite admissible liée au matériau donc notre système de grattage est en bon état de fonctionnement.

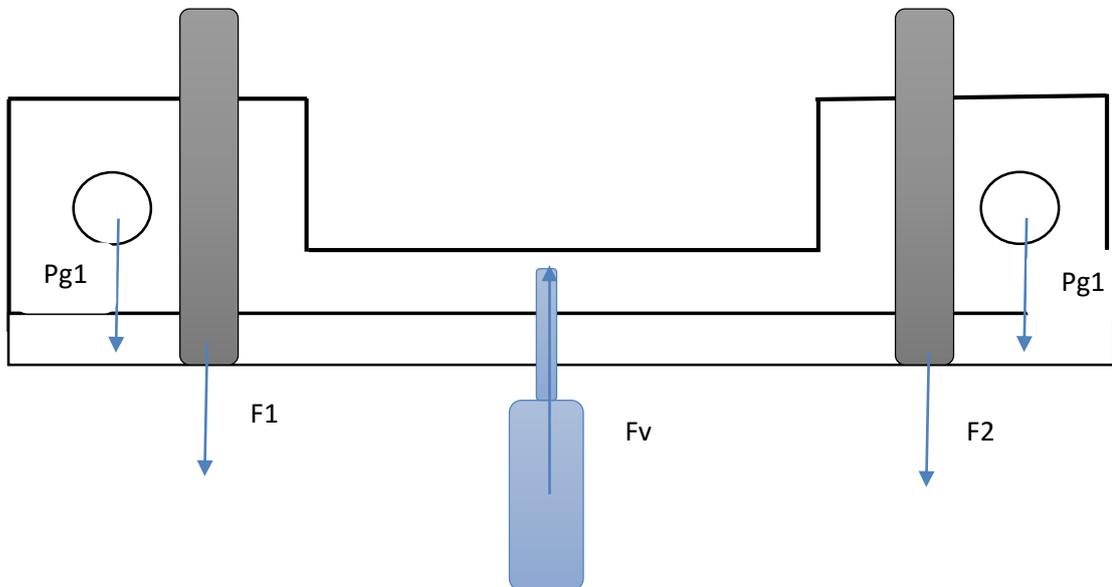
## 4.2 Support galet inferieure

Nous allons faire la même étude sur le support galet inferieure illustré sur la figure suivante :



Figure 18: support galet inférieure

La répartition des charges sur le support galet supérieure est détaillée ci-dessous :



Le tableau ci-dessus représente l'ensemble des caractéristiques de l'acier

Tableau 6: Caractéristique de l'acier inoxydable

<b>Matériaux : Acier inoxydable</b>	
<b>Module de Young</b>	E=203 GPa
<b>Masse volumique</b>	7.85 g/cm <sup>3</sup>
<b>Limite d'élasticité</b>	$R_e = 200$ MPa

Le tableau 7 résume l'ensemble des forces appliquées sur le système

Tableau 7: Les forces appliquées sur le système

Les forces appliquées sur le système	
<b>F1</b>	<b>27.5 N</b>
<b>F2</b>	<b>27.5 N</b>
<b>Pg2 (galet 2)</b>	<b>4.5 N</b>
<b>Pg3 (galet 1)</b>	<b>4.5 N</b>
<b>Pgg (guide galet)</b>	<b>4 N</b>
<b>Fv</b>	<b>68 N</b>

Le tableau 8 ci-dessous représente les caractéristiques du vérin pneumatique

Tableau 8: caractéristique du vérin pneumatique

Vérin pneumatique vérin cylindrique DSNU -32-40-PPV-A	
Force maximale	68 N
Course	40 mm

#### 4.1.2 Courbe de la contrainte normale

La figure suivante interprète la courbe de la contrainte normale appliquée sur le support galet inférieure du système :

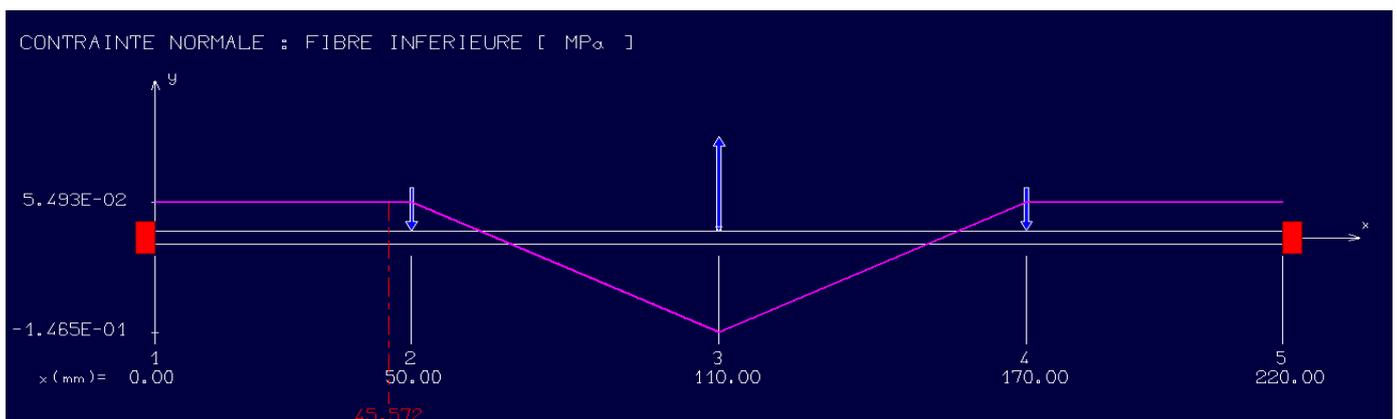


Figure 19: Courbe de la contrainte normale sur logiciel RDM6

Nous allons appliquer la même étude effectuée sur le support galet supérieure

On a

$$R_{pe} = \frac{Re}{s} = \frac{200}{1,2} = 166,66 \text{ MPa}$$

Avec  $\sigma_{\max} = 1.4610^{-1} \text{ MPa}$

On obtient  $\sigma_{\max} < R_{pe}$

Donc la condition de résistance est satisfaite, alors le système est en bonne état de fonctionnement.

## 5. Modélisation sur SOLIDWORK

Dans cette section nous allons commencer la modélisation de l'ancien système sur SOLIDWORK afin de déterminer la course convenable du vérin pneumatique et le dimensionner par la suite.

La figure suivante illustre l'ancien système de grattage modélisé sur SOLIDWORKS

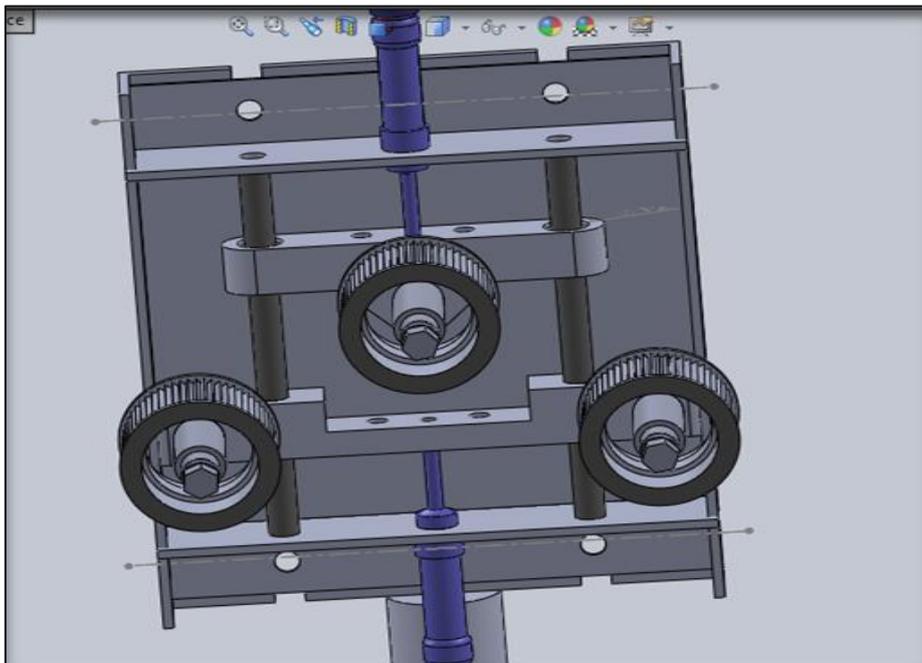


Figure 20:l'ancien système de grattage sur

Ensuite, d'après la simulation et le fonctionnement du système de grattage sur terrain, on obtient le résultat suivant, la course du vérin adaptable est de 35mm.

Après avoir déterminé le cahier de charge fonctionnelle les solutions nécessaires pour réaliser notre système .nous allons suivre la démarche suivante pour faciliter la tâche au fabricant :

- Choix du vérin pneumatique
- Choix du coussinet
- Choix de roulement
- Choix des matériaux

- Modélisation sur RDM6 du nouveau système
- Modélisation sur SOLIDWORKS

## 5.1 Choix du vérin

Nous allons nous attaquer dans cette partie au choix du vérin pneumatique qui applique une force pour glisser une charge d'environ 8.5N des guides galets sous une course de 35mm.

Nous allons garder le même vérin pneumatique mais d'une course différente 35 mm

Après plusieurs recherches dans les catalogues internationaux, le vérin suivant est le moins cher, qui répond à nos besoins, et qui respecte le cahier de charge imposée par la société.

### 5.1.1 Caractéristique du Vérin pneumatique DSNU-16-35-ppv-a

Le tableau suivant liste les caractéristiques du vérin pneumatique :

**Tableau 9: fiche technique du vérin pneumatique**

	<b>Caractéristique</b>
<b>Course</b>	35 mm
<b>Diamètre de piston</b>	16 mm
<b>Filetage de tige de piston</b>	M6
<b>Amortissement</b>	PPV : amortissement pneumatique réglable des deux côtés
<b>Pression de service</b>	1...10 bar
<b>Mode de fonctionnement</b>	A double effet
<b>Force théorique sous 6 bar, à l'avance</b>	120,6 N
<b>Force théorique sous 6 bar, au recul</b>	103,7 N

### 5.1.2 Le dessin du vérin

La figure suivant illustre le dessin du vérin pneumatique ainsi que l'ensemble des cotations qui sont représentées dans les tableaux (10,11)

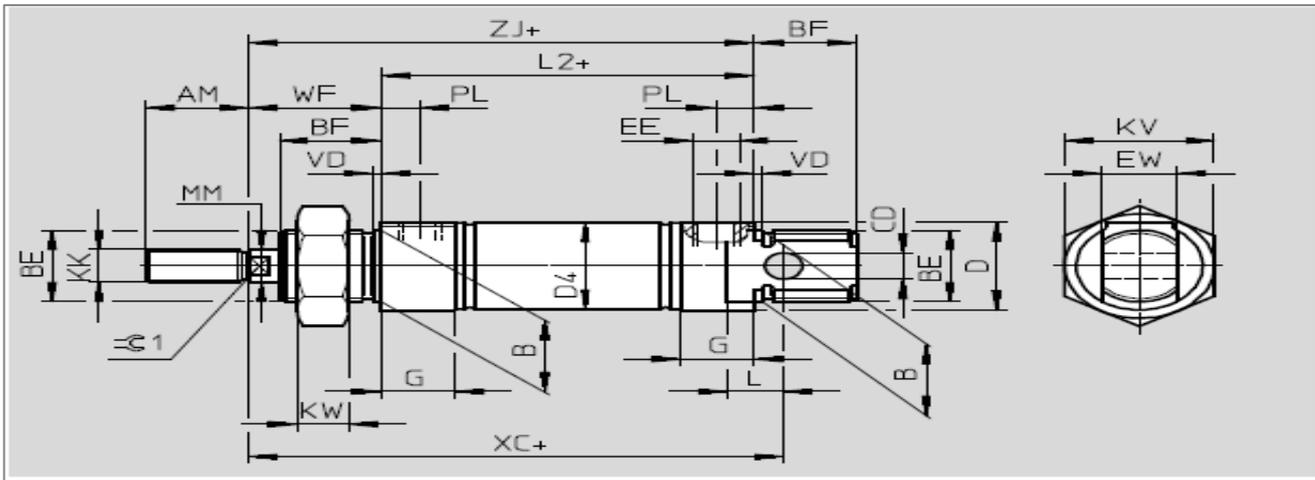


Figure 21 : Schéma du vérin

Tableau 10: cotation de vérin pneumatique

$\emptyset$	A M mm	B $\emptyset$ (mm) )	BE Mm	BF M m	CD $\emptyset$ (mm) )	D $\emptyset$ (mm) )	D4 $\emptyset$ (mm) )	EE m m	E W M m	G m m	K K m m	KV M m
16	16	16	M16*1.5	17	6	20	17.3	M5	12	10	M6	24

Tableau 11: cotation de vérin pneumatique

$\emptyset$	KM mm	L Mm	L2 Mm	MM $\emptyset$ (mm)	PL Mm	VD mm	WF Mm	XC Mm	ZJ mm
16	8	9	56	6	6	2	22	82	12

### 5.2 Choix du coussinet

Pour augmenter la durée de vie des portes galets et faciliter son glissement avec l'arbre nous avons proposé d'ajouter des coussinets au système de grattage

Pour ce faire, nous avons deux arbres de diamètre 10 mm, le coussinet le plus adapté est situer dans la figure ci-dessous

La figure et le tableau suivants résument ses différentes cotations :

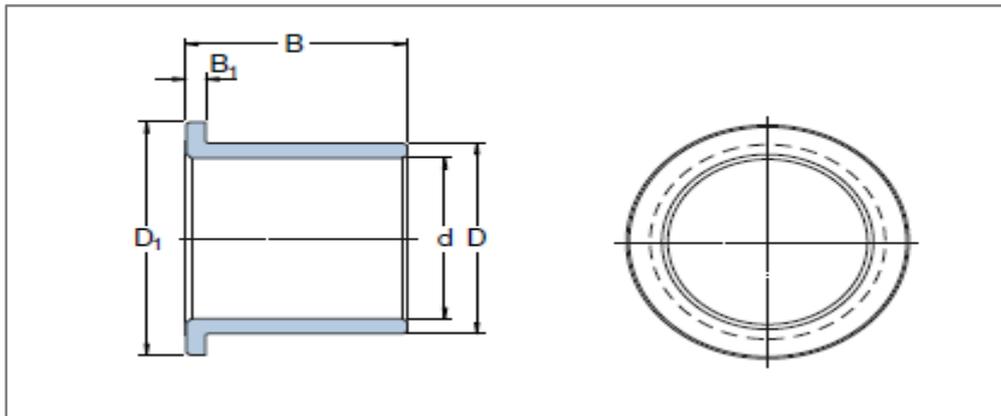


Figure 22: Coussinet

Tableau 12 :les different cotation du coussinet

D (mm)	D (mm)	B (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	B <sub>1</sub> (mm)
10.5	16	10	20	3

### 5.3 Choix du type de roulement

Dans cette partie, on se basera sur plusieurs critères pour effectuer le choix des roulements.

#### 5.3.1 Espace de montage

L'espace de montage disponible est dicté par certains critères, le roulement doit présenter des dimensions appropriées. En effet, l'espace disponible est utilisé pour déterminer le diamètre d'alésage et le diamètre extérieur Pour notre système l'alésage tournant et arbre fixe donc les bagues extérieures doivent montées serrées.

Finalement, La valeur de l'alésage du galet est égale à 35mm, donc la bague extérieur du roulement doit avoir un diamètre de 35 mm.

#### 5.3.2 La capacité de charge

Pour cette partie, nous avons choisi des roulements à bille puisque nous avons des charges faibles  $F= 4.5N$ .

#### 5.3.3 Choix du roulement dans le catalogue

D'après la recherche dans les catalogues de SKF vu qu'il le fournisseur de la société, nous avons trouvés les roulements 6300-ZZ.

La figure suivante représente le dessin du roulement :

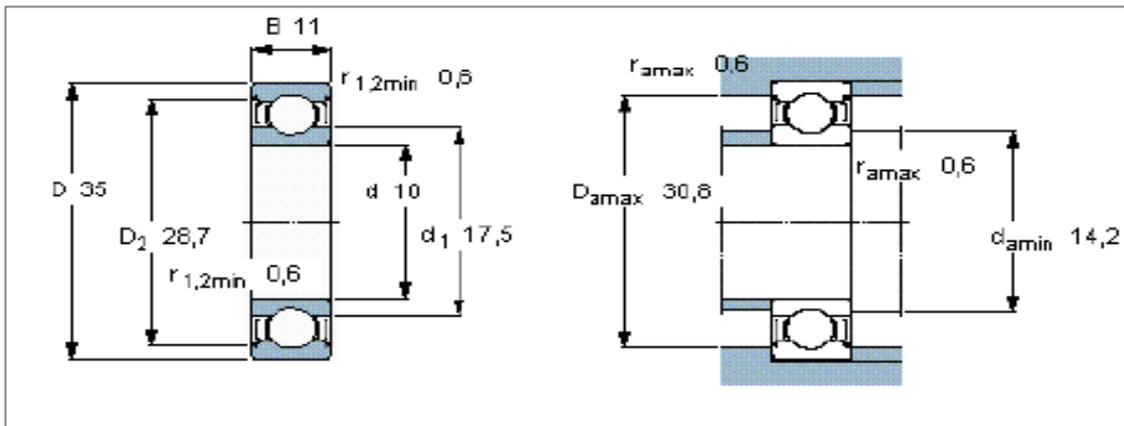


Figure 23: roulement 6300-ZZ

Le tableau suivant résume les différentes cotations du roulement 6300-ZZ du système de grattage

Tableau 13: les différent cotation des roulements 6300-ZZ

d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kg)	Mass (kg)
10	35	11	8.52	0.053

### 5.4 Choix des matériaux

Dans cette partie, nous allons concevoir la poutre la plus légère possible, résistante à la force de flexion F et de longueur L, on a :

**Données Chargement** DC = F

**Données Géométriques** DG = L

**Variables Géométriques** VG = S (section de la poutre)

**Variables Matériaux** VM = (ρ, σ) (Masse volumique et résistance à la flexion)

**Relation physique :**

Objectif = masse m  $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot e$

Avec :

P : Masse volumique

V : volume

S : section de la poutre

e : épaisseur

**Condition imposé :**  $\sigma = E.\varepsilon = \frac{F}{S} = E.\varepsilon$

1. On isole  $S$  dans la contrainte  $S = \frac{F}{\varepsilon.E}$

2. On élimine  $S$  dans l'objectif  $m = \rho.\frac{F}{\varepsilon.E}.e$

$$m = \frac{\rho}{E}.\frac{F}{\varepsilon}.e$$

Alors on obtient :  $IM = \frac{\rho}{E}$

Notre objectif est de minimiser la masse c'est-à-dire maximiser  $\left(\frac{E}{\rho}\right)$

L'indice de performance est le paramètre à maximiser pour obtenir la meilleure performance

Maximiser l'indice de performance c'est d'obtenir le meilleur compromis entre deux propriétés pour

la fonction :  $\text{Log}(E) = f(\text{log}(\rho))$

$$\text{Log}(E) = \log \rho + \log(I)$$

L'équation est de la forme :  $Y = a.x + b$  avec  $y = \log(E)$  et  $b = \log(I)$

Equation de la droite de la pente  $a=1$  et d'ordonné à l'origine  $b = \log(I)$

Pour notre cas la poutre était-on acier :

Le module de Young  $E = 210\text{GPa}$  La densité volumique  $\rho = 7850\text{kg/m}^3$

$$I = \frac{E}{\rho} = \frac{210}{7850.10^{-3}} = 26,7$$

Alors l'équation est  $y = x + 1,4$

### 5.4.1 Diagrammes d'Ashby

Nous allons tracer la droite correspondante sur l'abaque pour trouver le meilleur matériau

Chaque famille de matériau est représentée par un domaine

Finalement pour Maximiser l'indice de performance  $\Rightarrow$  monter la plus possible la droite de pente 1 sur l'abaque.

Le diagramme d'Ashby ci-dessous illustre bien le résultat :

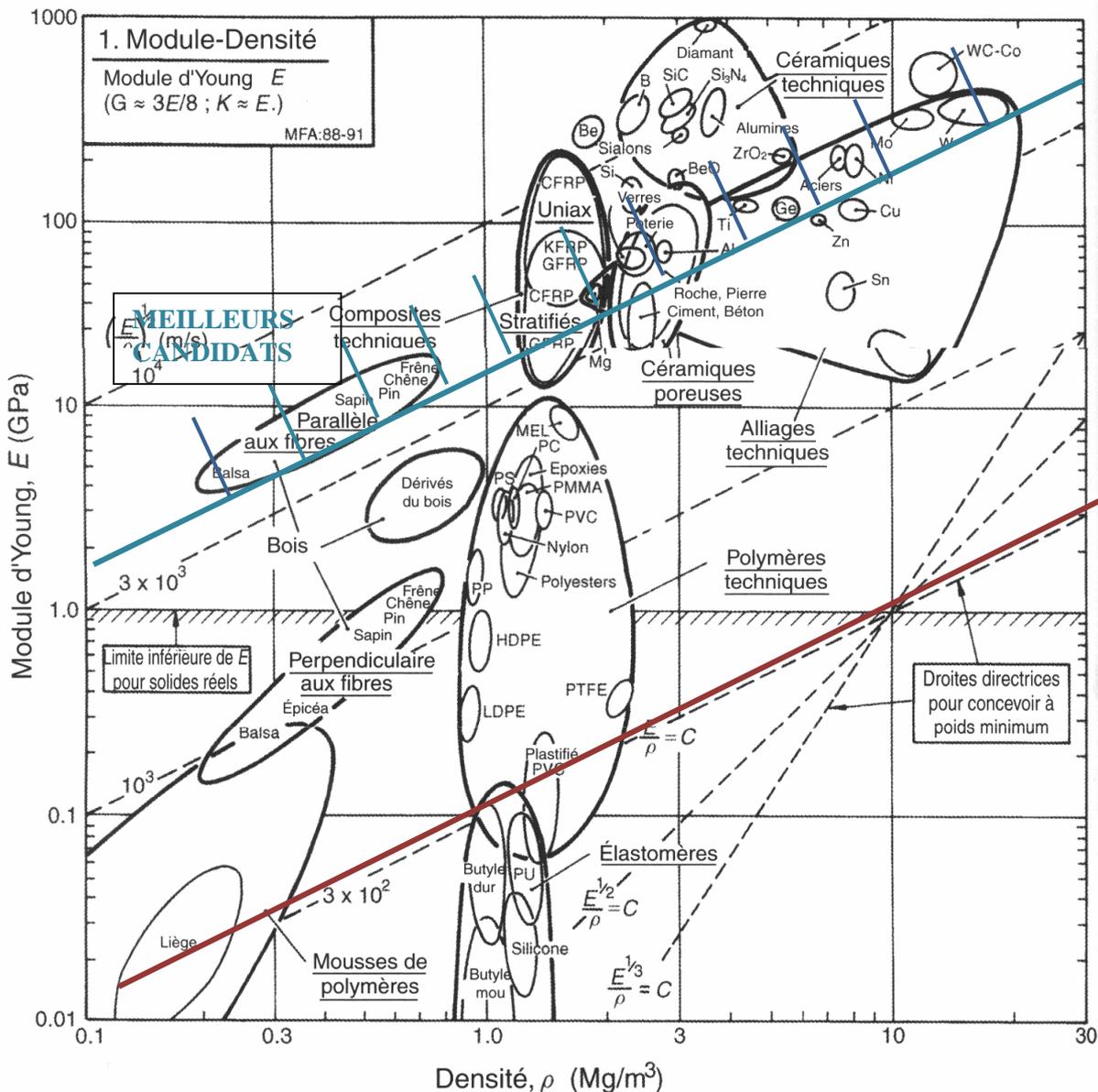


Figure 24: Diagramme d'Ashby

D'après

le diagramme d'ashby l'aluminium est le meilleur choix pour minimiser le poids.

### 5.5 La modélisation sur RDM6 du nouveau système

Après avoir déterminé le meilleur choix du matériau le plus légère pour notre système, nous allons refaire l'étude sur RDM6 de l'aluminium pour vérifier l'état de fonctionnement du nouveau système de grattage.

### 5.5.1 Courbe de la contrainte normale :

La figure suivante interprète la courbe de la contrainte normale appliquée sur le support galet inférieure du système :

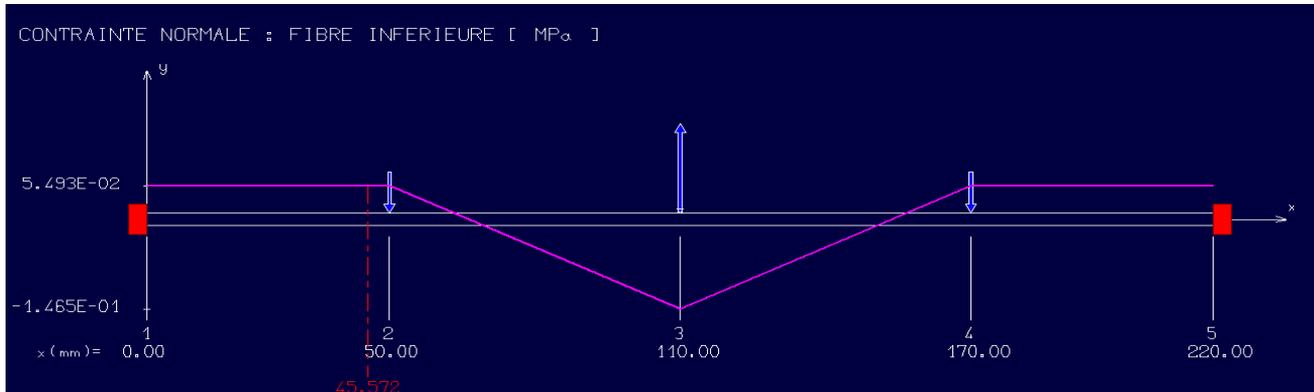


Figure 25 : la courbe de la contrainte normale

La contrainte normale  $\sigma_{\max}$  dans la section droite la plus chargée est égale à  $\sigma_{\max} = 1.4610^{-1}$  MPa

$$\begin{aligned} \text{On a alors } R_{pe} &= \frac{Re}{s} = \frac{200}{2} \\ &= 100 \text{ MPa} \end{aligned}$$

On obtient  $\sigma_{\max} < R_{pe}$

La condition de résistance est satisfaite. Donc notre nouveau système est en bonne état de fonctionnement.

## 5.6 La modélisation des différentes pièces du nouveau system de grattage

Pour ce dernier volet de la démarche, nous allons modéliser le concept final du système sur SOLIDWORKS.

### 5.6.1 Couverture

Le rôle principale du couvercle est de protéger le système contre la poussière, c'est pour cela nous avons démineur les rainure.

Afin de faciliter le montage et démontage et un assurer un bon alignement nous avons modélisé le couvercle sous forme d'une seule pièce

La figure ci-dessous illustre le couvercle du nouveau grattoir :

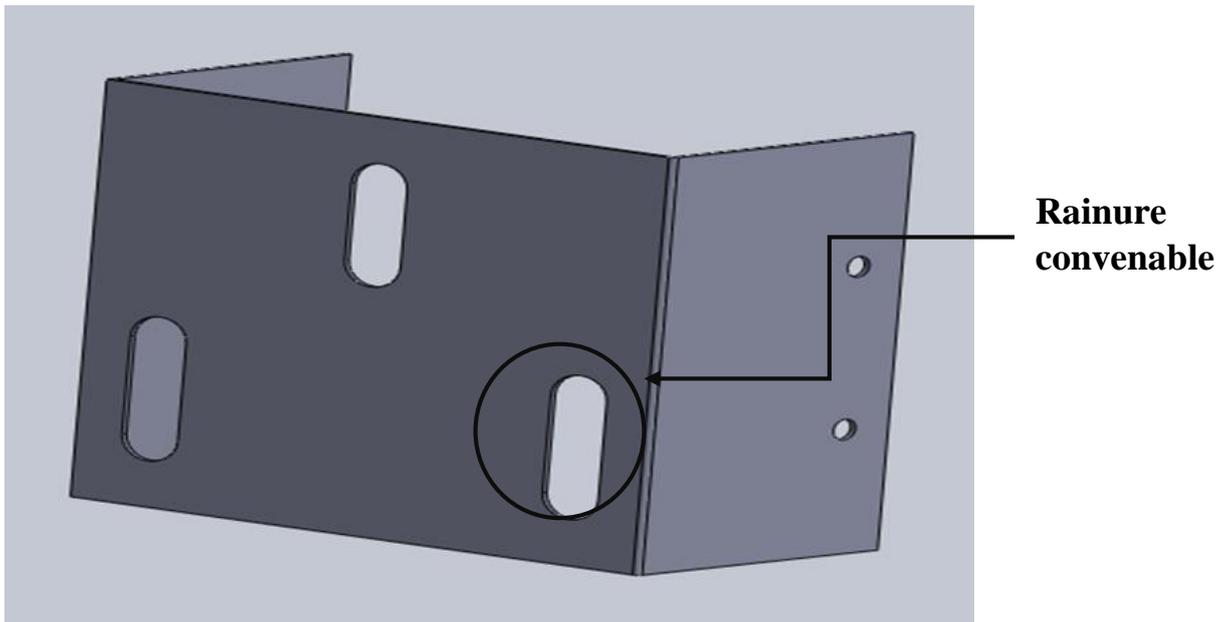


Figure 26 : le nouveaux couvercle sur SOLIDWORKS

### 5.6.2 Support

Les avantages du nouveau support :

- Un peu encombrant, nous avons éliminé la partie supérieure cela est bien illustré dans la figure ci-dessous :

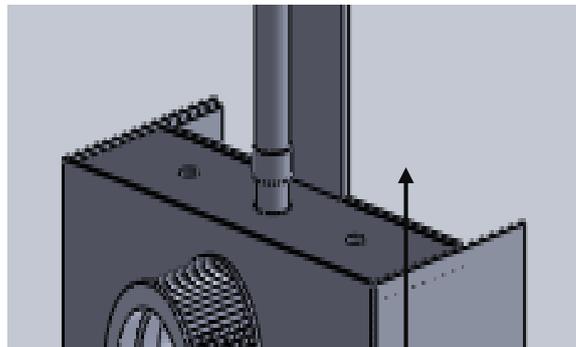


Figure 27:l'ancien support

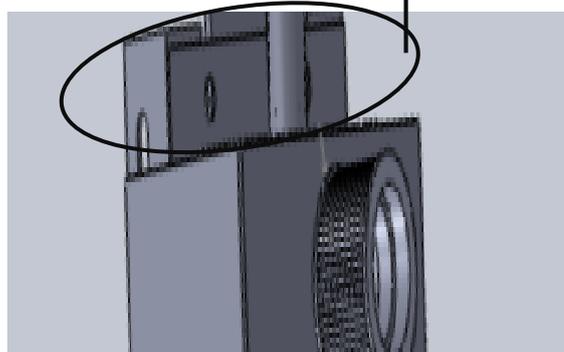


Figure 28: le nouveau support

### 5.6.3 galet

Afin de faciliter le montage et démontage des galets lors de la maintenance nous avons ajouté un filetage à l'extrémité des axes des galets et taraudage dans les guides galets.

La figure ci-dessous montre le nouvel axe du galet



*Figure 29: axe galet*

### 5.6.4 Fixation de vérin pneumatique

Les figures ci-dessous montrent le nouveau système de fixation de vérin :

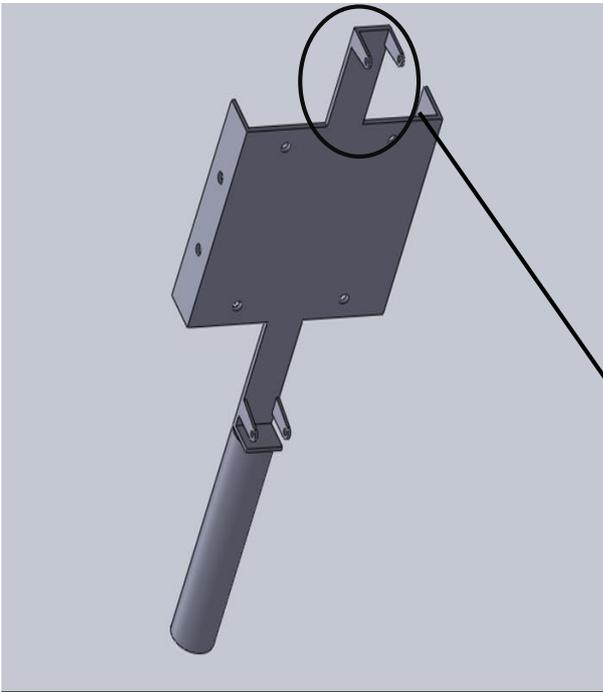


Figure 30:l'ancienne fixation du vérin

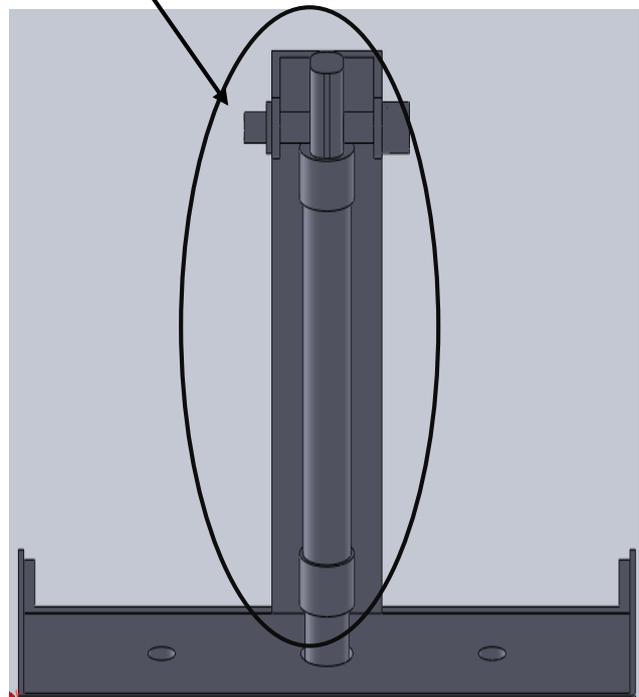


Figure 31:le nouveau support de fixation du vérin pneumatique

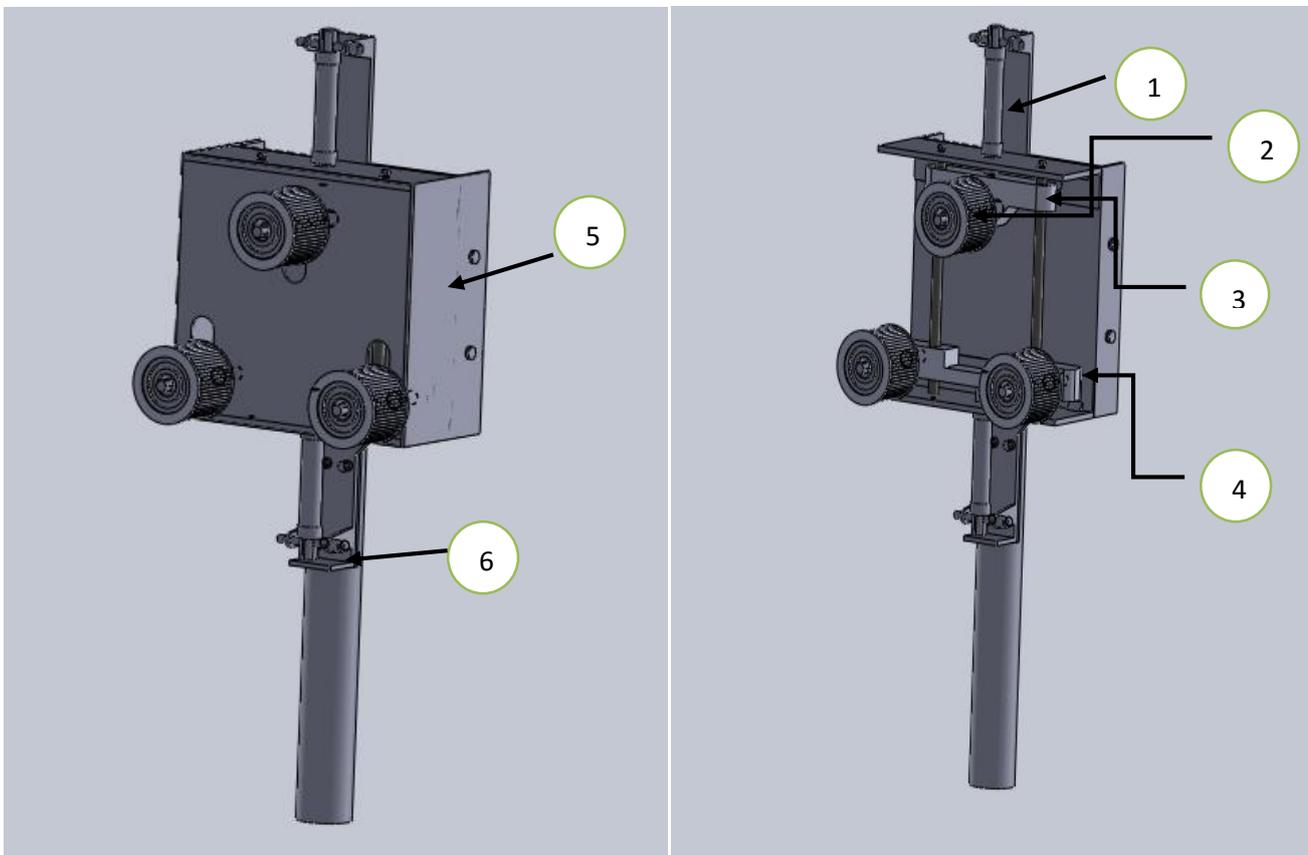
Les différents dessins de grattoir sont détaillés dans annexe 1

## 5.7 Le concept final

Après avoir détaillé les différentes pièces du système avec les améliorations apportées, nous avons rassemblé toutes les exigences de la modélisation du nouveau système de grattage sur SOLIDWORK

- le nouveau couvercle se compose d'une seule piece avec des petites rainures
- Elimination des butées qui freine les guides galets
- Le système doit avoir des verins pneumatiques avec des course convenable
- Guidage des axe pour assurer un bon alignement et facilite le glissement des guides
- Filtage des galets pour faciliter montage et démontage
- Coussinet pour un meilleur glissement des guides galets

Les figures suivantes illustre bien le nouveau systeme de grattage :



**Figure 32: nouveau grattoir**

1 : vérin pneumatique

2 : galet

3 : guide galet supérieur

4 : guide galet inférieur

5 : couvercle

6 : support du vérin pneumatique.

## 6. Réalisation du grattoir

Après avoir modélisé le système sur SOLIDWORKS avec l'ensemble des améliorations qui dépendent aux exigences du cahier de charge imposé par la société, nous sommes passés à la partie de réalisation du système.

En effet, nous avons mis le système sur terrain pour la ligne une d'extrusion, après le suivi d'un mois on s'est assuré qu'il est en bon état de fonctionnement.

Les figures suivantes illustrent le nouveau grattoir après réalisation et l'ancien système :

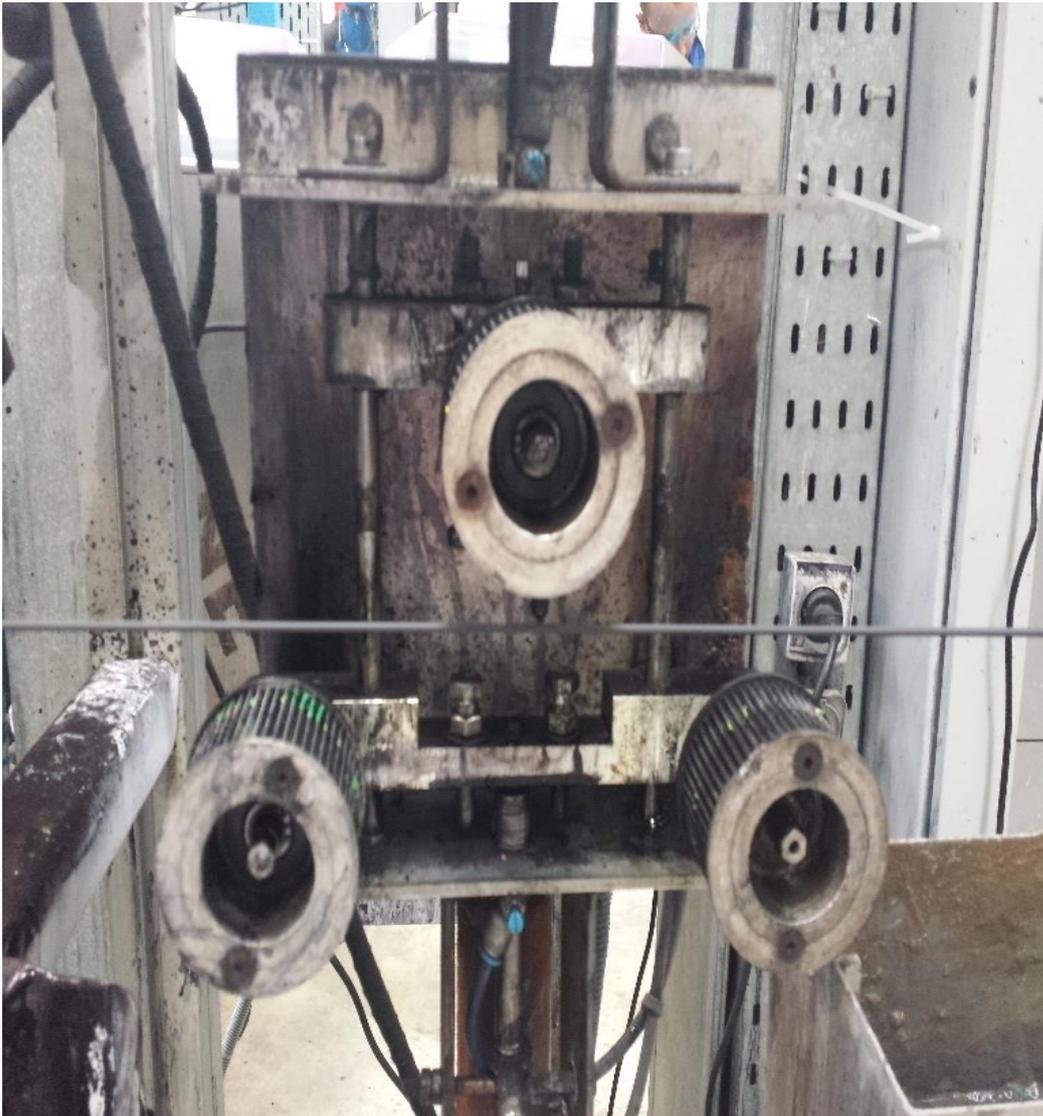


Figure 33: l'ancien système de grattage

La figure ci-dessous représente le nouveau grattoir réalisé pour la ligne d'extrusion une :



Figure 34: image du nouveau grattoir réalisé sur terrain

## 7. Maintenance du grattoir

Dans cette partie de notre étude, nous allons élaborer des check liste de la maintenance première niveau et la maintenance préventive. Pour assurer une longue durée de vie du grattoir, améliorer la disponibilité et la fiabilité du système.

### 7.1 La maintenance première niveau

La maintenance première niveau contient les réglages simples prévus aux éléments du grattoir accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement.

Le tableau ci-dessous présent les différents organes a visité dans le système de grattage ainsi que les diffèrent tache à effectuer lors de la maintenance premier niveau.

Ensemble	Organe a visité	A vérifier
<b>Grattoir</b>	Vérin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier fonctionnement</li> <li>- Test l'air comprimé à vide</li> </ul>
	Axe de guidage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer</li> <li>- Le graissage par l'huile</li> </ul>
	Galet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier la rotation</li> </ul>
	Support	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer</li> <li>- Vérifier l'état du support</li> </ul>

*Tableau 14: check liste de la maintenance première niveau du grattoir*

## 7.2 La maintenance préventive du grattoir

La maintenance préventive réduire la probabilité de défaillance de notre système ou la dégradation de son service rendu .Le tableau ci-dessous présent les différents organes a visité dans le système de grattage ainsi que les diffèrent tache à effectuer lors de la maintenance préventive.

Ensemble	Organe a visité	A vérifier
<b>Grattoir</b>	Vérin pneumatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement</li> <li>- Quantité et qualité de l'air</li> </ul>
	Roulement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérification de bruit</li> <li>- Fixation</li> <li>- Graissage</li> </ul>
	Axe de galet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage</li> <li>- Graissage</li> </ul>
	Axe de guidage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage</li> <li>- Graissage</li> <li>- Ajustement</li> </ul>

*Tableau 15: check List de la maintenance préventive du grattoir*

## 8.comparaison du budget de l'ancien système de grattage et le nouveau

Après avoir mis en place les actions amélioratives, sur la conception du système de grattage nous avons pu baisser le cout, nous allons calculer l'argent gagné par l'entreprise, pour cela, nous devons calculer le coût de l'ancien grattoir

### 8.1 Le cout de l'ancien grattoir

Pour calculer le coût global de l'ancien grattoir nous allons calculer le cout de chaque composant du système :

Pour le cout des deux vérins :

$$\text{Vérin} * 2 = 810 \text{ DH}$$

Le cout des six roulements :

$$\text{Roulement} * 6 = 135 \text{ DH}$$

Le cout du distributeur :

$$\text{Distributeur} = 859 \text{ DH}$$

Le cout de confection de l'ensemble :

$$\text{Confection d'ensemble du grattoir} = 6879 \text{ DH}$$

Donc le Prix total du system est égal à **8683 DH**

### 8.2 Le cout du nouveau grattoir

Dans cette partie, on se basera sur le coût du nouveau système après amélioration.

- Vérin\*2 = 1046 DH
- Roulement \*6 = 135 DH
- Confection d'ensemble du grattoir = 4500 DH

Prix totale du système = **5681 DH**

### 8.3La différence des couts

Les gains générés par les actions implémentées sur le système de grattage s'élèvent à :

-Le cout de l'ancien grattoir : 8683 DH

- Le cout du nouveau grattoir : 5681 DH

$$C = C_{ancien} - C_{nouveau}$$

$$C = 3002 \text{ DH}$$

Donc la différence de cout est de 3002DH.

## *Conclusion :*

Dans de ce chapitre, on s'est attaqué à l'amélioration de la conception du système de grattage.

L'analyse fonctionnelle du système fut abordée en premier. Nous avons défini tout d'abord la fonction principale de notre projet grâce à la méthode bête à corne. Ensuite nous avons analysé les besoins et identifier les fonctions de service du système de grattage à travers le diagramme de pieuvre

Après cela, on a généré des solutions en se basant sur le digramme FAST. Toute ses méthodes nous a permet d'élaboré un cahier de charge fonctionnelle qui exprime les performances, attendues par la société.

Dans la deuxième section, nous nous sommes intéressés à la modélisation du système sur le logiciel RDM6 pour étudier le comportement global de la structure afin d'éviter la rupture des supports galets. Et qui nous a permis par la suite de juger que notre système de grattage est en bonne état de fonctionnement.

La section suivante fut dédiée à la modélisation du système après amélioration sur SOLIDWORKS. Après cela, nous avons passé à la réalisation du système. Et pour améliorer la disponibilité et la fiabilité de notre système. Nous avons élaboré des check List de la maintenance premier niveau et de la maintenance préventive

Finalement, la dernière section fut à la comparaison des budgets de l'ancien système et le nouveau

En effet, après avoir mis en place les actions amélioratives, sur la conception du système de grattage nous avons pu baisser le cout de 8683 DH à 5681 DH.

Le chapitre suivant consiste à élaborer le standard de la maintenance préventive de la ligne d'extrusion en adoptant la démarche PDC. Pour ordonnancer et planifier les taches et les durées des interventions se basant sur l'analyse de l'état de lieu et la méthode SMED,

## *Chapitre 3 : la standardisation de la maintenance préventive de la ligne d'extrusion*

---

Ce chapitre va se diviser en trois parties :

La première partie a comme objectif de présenter le diagnostic de la maintenance préventive au sein de COFICAB Kenitra.

La deuxième partie est consacrée pour la standardisation de la maintenance préventive

Finalement dans la troisième partie nous allons élaborer un tableau de bord des indicateurs de performance de la maintenance préventive

## 1. introduction

Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord définir les principales notions relatives à la maintenance industrielle et ces différents types que nous allons utiliser tout au long de la rédaction de notre chapitre, ensuite nous allons faire un diagnostic et une analyse de l'existant afin de déterminer les défaillances du système de la maintenance préventive, après nous allons planifier des actions à mettre en œuvre pour corriger les dysfonctionnements (Plan-Do). Vers la fin, nous allons vérifier l'efficacité des solutions mises en œuvre en mesurant l'écart entre la situation actuelle et celle d'avant (Check-Act),

Pour la deuxième partie, nous allons commencer par élaborer un standard de la maintenance préventive de la zone d'extrusion en se basant sur l'analyse de l'état de lieu et la méthode SMED.

Enfin, la troisième partie sera consacrée à l'élaboration d'un tableau de bord d'indicateurs de performance de la maintenance préventive.

## 2. Généralités sur la maintenance

### 2.1 Définition

L'AFNOR, par la norme NFX 60-010, définit la maintenance comme : « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien ou un équipement dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

La définition de la maintenance fait donc apparaître 3 notions :

- Maintenir : qui suppose un suivi et une surveillance.
- Rétablir : qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut.
- Etat : qui précise le niveau de compétences et les objectifs attendus de la maintenance

### 2.2 Les types de maintenance

Dans une entreprise, quel que soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

La maintenance industrielle peut être classée en deux grandes familles selon que l'on agit avant ou après l'occurrence d'une défaillance :

- **La maintenance corrective** : effectuée après défaillance du matériel.
- **La maintenance préventive** : effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance du matériel. Elle peut opérer :
  - Selon un échéancier établi d'après le temps ou le nombre d'unités d'usage : c'est **la maintenance préventive systématique**.

- Ou en fonction d'un type d'événement prédéterminé et révélateur de l'état de dégradation du matériel : c'est la **maintenance préventive conditionnelle**.

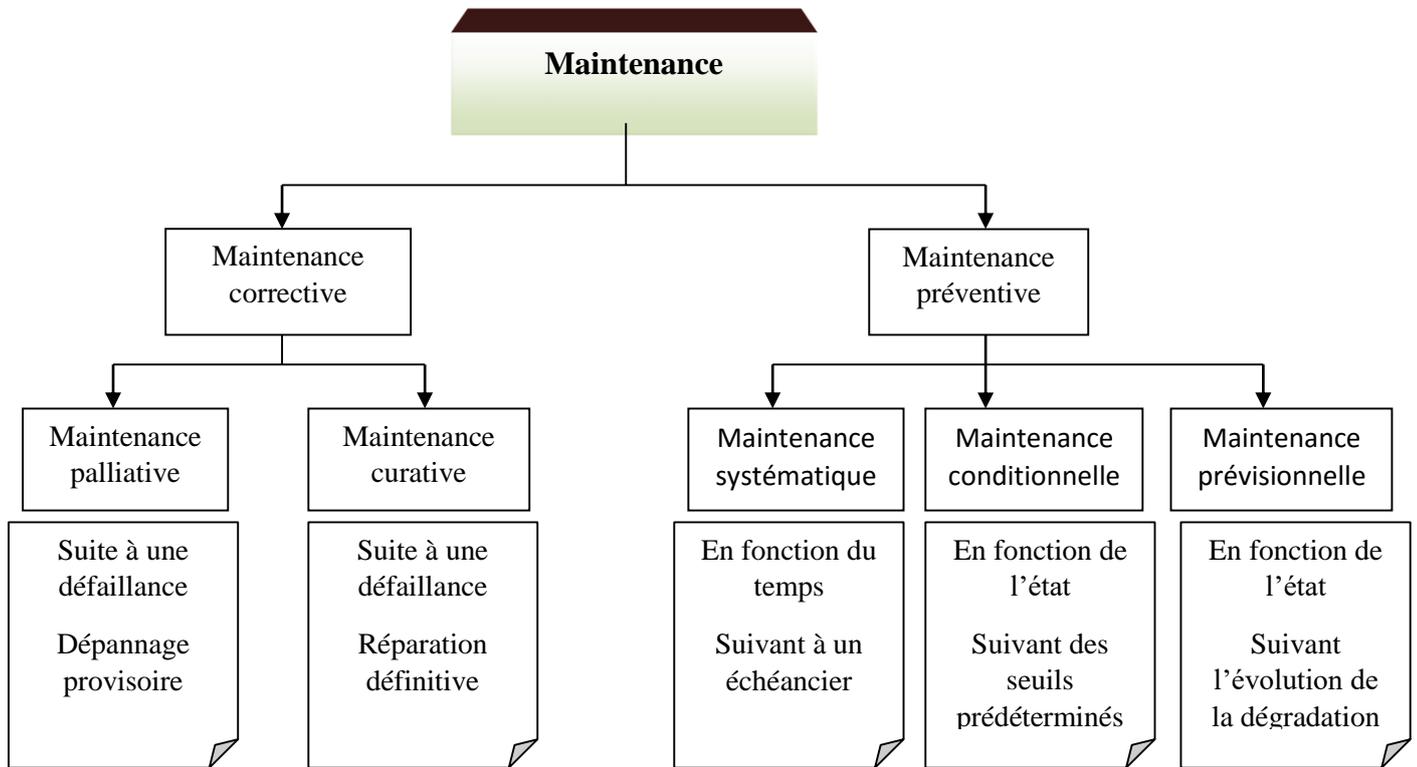


Figure 35: les différents types de maintenance

### 2.3 Les différents niveaux de maintenance

Une autre condition pour réussir un système de maintenance serait de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise.

- **1er niveau** : Contrôle et relevés des paramètres de fonctionnement suivi des réglages et échanges des consommables si nécessaire
- **2ème niveau** : Dépannage par échanges standards de matériels, ou petite intervention préventive
- **3ème niveau** : Identification et diagnostic des pannes, réparation par échange d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, réglage général et réaligement des appareils de mesure
- **4ème niveau** : Travaux importants de maintenance préventive et corrective
- **5ème niveau** : Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiées à un atelier central/atelier spécialisé ou à une unité extérieure.

Pour chaque niveau de maintenance il y a des besoins en ressources humaines et matériels qui sont récapitulés et présentés dans le tableau 16 :

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens
1 <sup>er</sup>	Exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
2 <sup>ème</sup>	Technicien habilité sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation, plus pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai.
3 <sup>ème</sup>	Technicien spécialisé sur place ou en locale de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle, etc.
4 <sup>ème</sup>	Equipe encadré par un technicien spécialisé en atelier central.	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essais, de contrôle, etc.
5 <sup>ème</sup>	Equipe complète polyvalente en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

**Tableau 16: Ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance**

## 2.4 Objectifs visé par la maintenance préventive

L'investissement dans la maintenance préventive a plusieurs avantages pratiques :

Augmenter la durée de vie des matériels,

- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne,
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse,
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions,
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Diminuer le budget de la maintenance,
- Eviter les causes d'accidents graves.

Par ailleurs, les outils informatiques prennent de plus en plus de place dans la gestion de la maintenance, nous citons à titre d'exemple la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

(GMAO). La GMAO est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via un formulaire. Des pannes sont mises en mémoire pour certains équipements (date, temps passé, intervenant, matériel remplacé, etc.). La base de l'historique est l'inventaire des équipements : appelé découpage fonctionnel. Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifiques d'exploitation de l'historique ou le fonctionnement d'un site.

## 2.5 Le processus de La maintenance préventive :

Le processus d'une intervention de préventive est décrit ci-dessous :

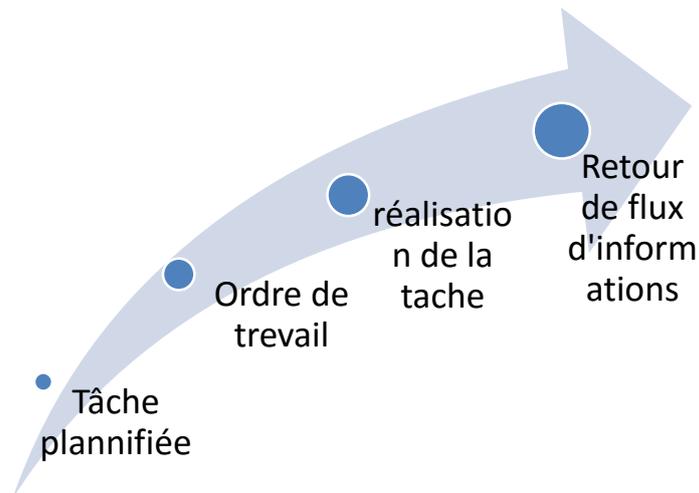


Figure 36: Le processus d'une intervention préventive

Dans le cas où une anomalie est détectée lors du préventif, le technicien doit informer le responsable maintenance afin de la programmer dans le prochain préventif.

Parfois le temps planifié pour la maintenance est insuffisant soit parce que la tâche demande un temps de prévention plus important, ou bien plus d'effectif, ou parfois une pièce de rechange indisponible dans le stock, d'où un suite-à-préventive de maintenance est planifié pour compléter cette tâche.

## *Partie 1 : Diagnostic de la maintenance préventive*

### 1. introduction

Dans cette première partie nous allons tout d'abord faire un diagnostic et une analyse de l'existant suivant plusieurs rubriques concernant la planification et le suivi et l'organisation afin de déterminer les points faibles et les points forts de la maintenance préventive (Analyser-Déterminer).

Enfin, nous allons proposer des recommandations à mettre en œuvre pour corriger les modules présentant des faiblesses, et cela à partir des résultats de l'audit (Plan-Do).

### 2. Diagnostic de la maintenance préventive

#### 2.1 Analyse de l'existant et détermination de dysfonctionnements (Analyser-Déterminer):

Ce diagnostic consiste à recueillir l'information sur l'existant en vue d'une amélioration ultérieure.

##### 2.1.1 Audit de la maintenance

Pour auditer le fonctionnement de la maintenance à COFICAB Kénitra, nous avons cherché un questionnaire qui englobe d'une façon exhaustive tous les aspects de la maintenance préventive sans pour autant être lourd et contraignant.

Notre recherche bibliographique portant sur l'audit de la maintenance nous a conduits à l'ouvrage *Audit de la maintenance* d'Y. Lavina [1992], qui propose un questionnaire dont les rubriques reflètent bien nos priorités et mettent l'accent sur nos préoccupations.

Notre questionnaire, présenté en annexe, est constitué de dix rubriques chaque rubrique contient un ensemble de questions pour chaque question six choix de réponses sont possibles. Les dix domaines du questionnaire sont :

- **Organisation générale**

Cette rubrique couvre les procédures générales d'organisation, et les règles selon lesquelles est établie la politique de la fonction maintenance.

- **Méthode de travail**

Elle comprend la planification et la préparation du travail, les types d'interventions et la méthodologie utilisée pour les interventions.

### - **Suivi technique des équipements**

Il regroupe toutes les actions d'analyse et de traitement, menées en vue de choisir correctement, en fonction des objectifs, de la disponibilité et des coûts, le type de maintenance (préventive ou corrective) adapté à chaque équipement.

### - **Gestion du portefeuille des travaux**

Cette rubrique couvre le traitement des demandes d'interventions

### - **Outillage de maintenance**

Le métier de maintenance requiert un outillage pointu capable de répondre à tous les besoins de manœuvre et de test. Sans un outillage adéquat, il est impossible de prétendre à une maintenance efficace.

### - **Documentation technique**

Une bonne documentation, avec un accès aisé et bénéficiant d'une mise à jour systématique présente un excellent support technique pour le développement de la fonction maintenance, et la réduction des temps d'arrêts.

### - **Personnel et formation**

Cette rubrique concerne l'évaluation de la qualification des agents de la maintenance et des conditions de leur travail.

### - **Contrôle de l'activité**

La gestion de la maintenance nécessite un contrôle rigoureux et permanent. Pour cela, on a besoin de moyens de synthèse, à travers lesquels, on peut avoir un volume d'informations exploitables pour évaluer les performances et l'efficacité de la fonction maintenance en temps réel ainsi que les actions correctives à mener en cas de dérive.

### - **Organisation matérielle atelier maintenance**

De nombreuses tâches sont à réaliser en atelier : celui-ci doit offrir des postes de travail bien équipés, des conditions et un espace de travail agréables.

### - **Aspect sécurité de la maintenance**

Assurer la sécurité des interventions de la maintenance préventive

## 2.1.2 Renseignement du questionnaire

Le choix des personnes auxquelles nous avons soumis le questionnaire s'est avéré être une tâche fastidieuse, car il fallait rechercher des personnes chevronnées, expérimentées et objectives. Le choix de ces personnes se fait à l'aide des responsables des usines ainsi que le responsable du service et ce bien évidemment pour rapprocher la réalité le plus fidèlement possible.

En fonction de la nature de la rubrique, nous avons interrogé les équipes de la maintenance préventive, Ces personnes sont : ingénieurs maintenances les techniciens du service maintenance.

Afin de valider l'avis donné et la cotation effectuée, nous avons demandé des éléments justificatifs tels que des documents, des rapports, des programmes de réunions ou plans de formation ainsi que toutes informations expliquant et justifiant l'avis émis.

La démarche consiste à indiquer honnêtement l'avis de l'entreprise sur le degré de réalisation des fonctions analysées de l'organisation globale de la maintenance dans l'entreprise. Ainsi, nous avons mené notre audit à travers deux étapes principales :

- Collecte, analyse et évaluation des résultats obtenus ;
- Élaboration du plan d'amélioration.

### 2.1.3 Questionnaire d'audit

Ce questionnaire couvre les dix rubriques déjà citées dans la partie précédente

Pour le système de notation utilisé dans le questionnaire, nous avons choisi l'échelle détaillée ci-dessous

Le tableau suivant représente la cotation des réponses selon de satisfaction :

**Tableau 17: La cotation des réponses selon le niveau de satisfaction**

<b>La valeur attribuée</b>	<b>Niveau de satisfaction</b>
1	Les actions ne sont pas remplies car les moyens n'existent pas
2	Les actions ne sont pas remplies ou sont en phase de mise en place car le moyen vient d'être acquis
3	Les actions sont mis en place et les moyens sont opérationnels mais ne donnent pas encore satisfaction
4	Tout es en règle mais il y'a absence de moyens de control
5	Les actions sont remplies, les moyens sont opérationnels et les résultats sont satisfaisants vis-à-vis des moyens de control.

**Exemple d'une grille du questionnaire avec notation**

Pour chaque rubrique, une série de questions est posée. Pour chaque question, cinq choix de réponse sont offertes. Pour chaque réponse un pointage est attribué. A la fin de chaque rubrique, le total des points est additionné.

Exemple du questionnaire est représenté dans le tableau suivant les autres rubriques sont détaillées en **annexe 3**

<b>organisation générale</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>40 points possibles</b>
						<b>score de la rubrique</b>	<b>85% (34 points)</b>
1. Est-ce que l'organisation de la fonction maintenance a été définie par écrit et approuvée ?					√	<b>5</b>	<div style="text-align: center;"> <p><b>resultat</b></p> <p>15%</p> <p>85%</p> </div>
2. les tâches de l'organisation de la maintenance préventive sont-elles vérifiées périodiquement ?					√	<b>5</b>	
3. existe-il des indicateurs de gestion caractérisant l'état et l'évolution de la maintenance préventive ?			√			<b>3</b>	
4. Le personnel d'encadrement et de supervision de la maintenance préventive est-il suffisant ?					√	<b>5</b>	
5. Y a-t-il des réunions périodiques avec les opérateurs pour examiner les travaux à effectuer lors de la maintenance préventive ?	√					<b>1</b>	
6. Existe-t-il des fiches de fonction (domaine de responsabilité et domaine d'initiative) pour chacun des exécutants de la maintenance préventive ?					√	<b>5</b>	
7. Les opérateurs disposent-ils de consignes écrites pour réaliser les tâches de maintenance préventive ?					√	<b>5</b>	
8. Les objectifs de la maintenance préventive sont-ils écrits et contrôlés périodiquement ?					√	<b>5</b>	

**Tableau 18: Questionnaire de l'organisation générale**

### 2.1.4 Présentations des résultats obtenus

Le tableau 12 présente les résultats du questionnaire pour la rubrique organisation générale, pour les résultats des autres rubriques, voir l'annexe

Ce questionnaire a été proposé à l'équipe de travail, grâce aux réponses qu'ils nous ont données, nous avons pu avoir une idée globale sur l'organisation du service et dégager les points faibles à traiter, et par la suite avoir des pistes d'amélioration. Les questions sont notées de 1 à 5 le score de chaque rubrique est calculé par addition des notes des différentes questions et le score maximal est égal au nombre de questions fois cinq, ainsi le niveau de satisfaction est calculé par le quotient du score obtenu sur le score maximal.

Le tableau suivant représente les résultats de l'audit pour les modules traité :

Points du questionnaire	Score obtenu	Score maximal	Pourcentage de satisfaction
Organisation générale du service	34	40	85
Suivi technique du matériel	34	40	85
Méthode de travail	18	45	40
Gestion portefeuille de travaux	35	35	100
Personnel et formation	55	55	100
Outillage	33	45	73,5
Organisation matérielle atelier maintenance	23	30	77
Documentation technique	34	35	97,5
Contrôle de l'activité	33	35	94,5
Aspect sécurité de la maintenance	32	35	91.5
SCORE TOTAL	323	395	82

Tableau 19: Résultat de l'audit de la maintenance

Les résultats du questionnaire sont représentés dans un graphe radar ci-dessous, pour comparer les scores obtenus par rapport à la moyenne des douze rubriques.

La zone en rouge représente le score maximal requis pour chaque rubrique. La zone en bleu Représente les scores réels des différentes rubriques du questionnaire.

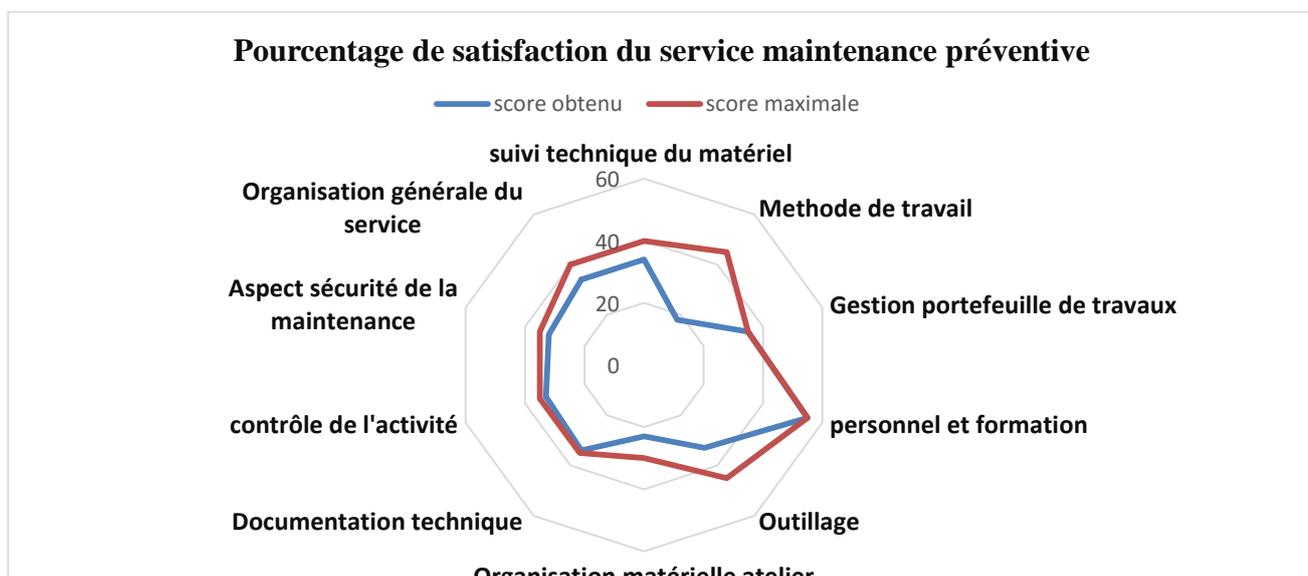
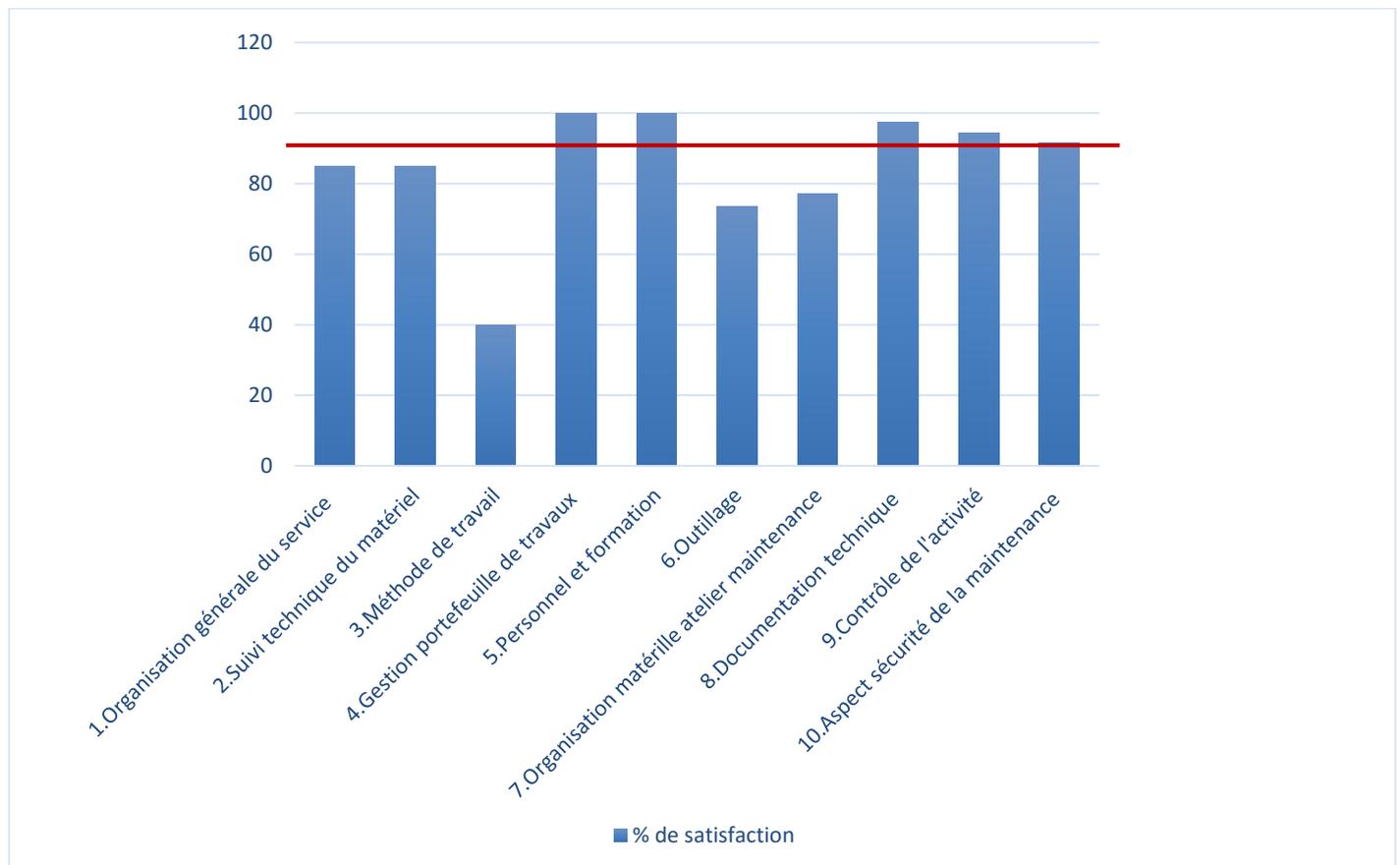


Figure 37: Diagramme radar de la performance de la fonction maintenance

Pour mieux illustrer les résultats obtenus, on a tracé la figure 35. L'analyse de ce graphique permet de relever les modules qui présentent une carence au niveau du pourcentage de satisfaction



**Figure 38: Diagramme des modules de la fonction maintenance**

D'après l'ouvrage Audit de la maintenance d'Y. Lavina [1992], la fonction maintenance est jugée organisée lorsque son score dépasse 80%.

Dans notre cas On repère, principalement, les points qui se trouvent en dessous du niveau moyen du fonctionnement de la maintenance 90%

Le tableau des résultats permet d'identifier Cinq domaines avec des faiblesses ou, tout au moins, des domaines prioritaires pour engager des améliorations. Si des réformes sont décidées, elles concernent en premier lieu les domaines :

- Organisation générale du service
- Méthode de travail
- Suivi technique du matériel
- Outillage
- Organisation matérielle atelier maintenance

Le score le plus bas est 40 % correspond à la rubrique méthode de travail. Ce score médiocre reflète clairement l'absence d'ordonnement et de préparation des travaux.

## 2.2 Dysfonctionnements du service maintenance

La première étape nous a permis de prendre connaissance de l'état existant de la maintenance préventive. Nous avons récolté des informations sur les caractéristiques du fonctionnement, les horaires de travail, la structure organisationnelle de la fonction maintenance, les ressources humaines, leur champs d'action et compétences.

La deuxième étape consiste à analyser l'existant et sonder les écarts entre la situation actuelle et la situation de fonctionnement parfait, en adoptant la méthode d'analyse SWOT.

Le tableau ci-dessous représente les résultats de cette étude :

Tableau 20: l'analyse SWOT de l'existant

	Positive	Négatif
<b>Interne</b>	<p><b>Forces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - Vérification périodique des tâches de l'organisation de la maintenance préventive (planning annuel de PM et des opérations spéciales)</li> <li>• - Existence des fiches de fonction pour chacun des exécutants (checkList de chaque machine)</li> <li>• Le personnel d'encadrement et de supervision de la MP est suffisant</li> <li>• Les objectives de la maintenance préventive sont écrits et contrôlés périodiquement (tableau de bord)</li> <li>• Existence du rapport pour chaque intervention de maintenance préventive</li> <li>• L'ensemble de la documentation de la MP est classée correctement et facilement accessible</li> <li>• L'existence d'une liste récapitulative par emplacement des équipements (Layout)</li> <li>• Maitrise de la charge du portefeuille des travaux</li> <li>• Existence d'un outil de gestion informatisé (GMAO)</li> <li>• Existence d'un document permettant de suivre toute intervention (bon d'intervention)</li> <li>• Bonne gestion du personnel</li> <li>• Des entretiens annuels d'appréciation du personnel d'encadrement et exécutant</li> <li>• L'étalonnage des appareils de mesures est bien définit et effectué</li> </ul>	<p><b>Faiblesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'exécution de la MP ne se fait pas à l'aide d'équipements de test existants</li> <li>• Manque des méthodes dédiés à la préparation des plans préventifs</li> <li>• Insuffisance d'indicateurs de suivi de performance de la MP</li> <li>• Manque des actions de standardisation de la MP</li> <li>• Absence de préparation des kits avant les interventions de la MP</li> </ul>

	Positive	Négatif
<b>Externe</b>	<p style="text-align: center;"><b>Opportunités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyens de manutention sur site est suffisant</li> <li>• Le magasin outillage et pièces est au voisinage de l'atelier</li> <li>• La mise en place des dossiers techniques ouverts pour chaque équipement</li> <li>• Existence des plans de formation sur la sécurité pour les opérateurs de MP</li> <li>• La mise en place des dossiers techniques ouverts pour chaque équipement</li> <li>• Les relations du département maintenance avec les services 'clients' sont bonnes</li> <li>• L'enregistrement des modifications, nouvelles installation</li> <li>• Existence d'outillages spéciaux et d'équipements test pour les interventions préventives</li> <li>• Existence d'inventaire des outillages et d'équipements de tests</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Menaces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non formalisation du processus de mise à disposition d'outillages</li> <li>• Manque des réunions périodique avec les opérateurs pour examiner les travaux à effectuer lors de la MP</li> <li>• Manque des méthodes d'estimation globale des couts de la maintenance de la MP</li> <li>• Absence d'un responsable de la tenue et de l'analyse des historiques des travaux et des pannes</li> <li>• Manque d'une cartographie des risques pour tout équipement</li> <li>• Manque de condition de travail dans l'atelier maintenance (bruit, température...)</li> <li>• Absence de chauffage et d'air conditionné dans l'atelier</li> </ul>

Après cette étude, nous allons initier la démarche PDCA en commençant la phase de **planification** des actions pour corriger les problèmes recueillis puis nous allons les **appliquer** sur le terrain afin constater les améliorations.

## 2.3 Planification et mise en œuvre des actions correctives sur le terrain (Plan-Do)

### 2.3.1 Plan d'action

Après avoir relevé les anomalies qui existent au service maintenance, l'étape suivante consiste à mettre en place un plan d'action qui portera sur les rubriques ayant un score inférieur à 90%.

Le plan d'action illustré dans le tableau englobe un ensemble d'amélioration de l'activité Maintenance que nous pouvons résumer dans le tableau ci-dessous :

<b>Domaines d'analyse</b>	<b>Dysfonctionnements retenus par l'analyse</b>	<b>Actions d'amélioration proposées</b>
<b>Méthode de travail</b>	Manque de préparation de travaux et d'outillage lors de la maintenance préventive	<p align="center"><b>Elaborer une Fiche de préparation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-l'équipement concerné</li> <li>-l'heure d'arrêt de la machine et l'heure de début des travaux</li> <li>- nombre d'heures allouées</li> <li>- le ou les techniciens responsables de l'intervention</li> <li>- les pièces de rechange ou consommable à mobiliser</li> </ul>
	Absence de méthode dédiée à la préparation des plans préventifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Outillage de test nécessaire à l'intervention</li> <li>-inspection d'équipements en marche</li> <li>-Historique d'équipements</li> <li>-préparation des pièces de réserve</li> </ul>
	Absence d'action de standardisation de la maintenance préventive	<p align="center"><b>L'ordonnancement des opérations et tâches de maintenance préventive</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-l'optimisation au niveau de la gestion des opérations de maintenance préventive</li> <li>-l'analyse de déroulement de maintenance préventive</li> <li>-préparation des pièces de réserve</li> </ul>
	Absence de méthodes d'estimation cout de la maintenance préventive	<p align="center"><b>Ajouter des indicateurs de cout</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût d'intervention préventive</li> </ul>
<b>Suivi technique des équipements</b>	Absence d'analyse des historiques des travaux et des pannes	<p align="center"><b>l'élaboration d'une fiche synthèse</b></p> <p>pour faire un suivi sur les interventions de maintenance afin de créer un historique sur chaque équipement</p>

<b>Outillage</b>	Non formalisation du processus de mise à disposition d'outillages	<b>Définir par écrit le processus de mise à disposition et d'utilisation des outillages</b>
<b>Organisation générale</b>	Insuffisance d'indicateurs de suivi de performance de la maintenance préventive	<b>Amélioration du tableau de bord</b> (riches d'indicateurs, fiables et faciles à interpréter) -Taux de réussite préventif - Efficacité préventif - Taux de réalisation des OPSP - Taux de curatif après 24h
	Manque de réunion pour examiner les travaux de la maintenance préventive	<b>Programmer des réunions formelles cycliques</b> dédiées à l'analyse des principaux dysfonctionnements constatés de la maintenance préventive
<b>Organisation matérielle des ateliers</b>	Manque de condition de travail dans l'atelier maintenance (bruit, température...)	<b>Améliorer la démarche 5S</b>
	Insuffisance de l'espace atelier maintenance	
	Absence de chauffage et d'air conditionné dans l'atelier	

Tableau 21:plan d'action du projet

## Conclusion :

Le diagnostic interactif de l'existant que nous avons mené nous a permis d'avoir une idée claire sur les écarts actuels par rapport aux objectifs du service, sur les points forts et faibles, ainsi que sur les axes de progrès prioritaires. Nous avons analysé l'organisation, les procédures des travaux actuels, les systèmes de pilotage, les compétences techniques et managériales.

En effet, nous avons détecté, grâce à l'audit de la fonction maintenance, des éventuels écarts et des points qu'il faudra améliorer.

Pour pallier à ces problèmes, nous recommandons à titre indicatif les solutions suivantes :

- Sensibiliser les agents de maintenance sur l'importance de la standardisation de la maintenance préventive.
- Diminuer et organiser le temps techniques d'interventions de maintenance en préparant les pièces rechange et les ressources nécessaires.
- Planifier et ordonnancer les tâches.
- Diminuer les temps d'arrêts en tenant en compte une politique préventive.
- Diminuer les travaux correctifs au profit des travaux préventifs.
- Réduire les durées d'interventions.
- Organiser et dimensionner les équipes d'interventions.
- Ajouter des indicateurs d'efficacité et de performance de la maintenance préventive.

Ces points feront l'objet des parties suivantes.

Vers la fin de ce chapitre, nous allons terminer la dernière étape de la démarche PDCA (Check – Act), pour contrôler toutes les améliorations mises en œuvre.

## *Partie 2 : standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion*

### 1. introduction

Dans cette partie en premier lieu, nous allons élaborer un standard de la maintenance préventive de la zone d'extrusion. Pour ce faire nous allons appliquer la méthode SMED pour séparer les activités qui peuvent être réalisées pendant que la ligne continue à fonctionner et celles qui doivent l'être pendant les arrêts. Tous d'abord nous allons faire une étude de l'état de lieu afin d'extraire les durées et les scénarios d'exécution des travaux préventive.

Nous allons, par la suite optimiser les durées d'exécution par ordonné les tâches de chaque période selon leur priorité aussi inspecter et contrôler l'exécution des travaux préventives.

Pour l'étape suivante nous allons introduit ces travaux ordonnés dans des check-lists pour faciliter l'inspection de l'exécution des travaux et assurer par la suite l'efficacité des interventions. En élaborant aussi des fiches de préparation en précisant les pièces de rechange nécessaire, l'historique des problèmes rencontrées de la ligne et les opérations spéciales planifiées.

Pour suivre l'avancement du standard nous allons élaborer des indicateurs de suivi, finalement nous allons calcules les gains générées par le projet.

### 2. Processus de la ligne d'extrusion

Le processus d'extrusion consiste, via ces machines, à produire à partir des torons, des fils complets avec l'isolation, la coloration et le marquage, tout en respectant les exigences qualité des clients exprimées dans le cahier des charges, notre ligne est a cheminement unique (flow shop).

Le processus d'extrusion comporte les principales machines représenté dans la figure suivantes :

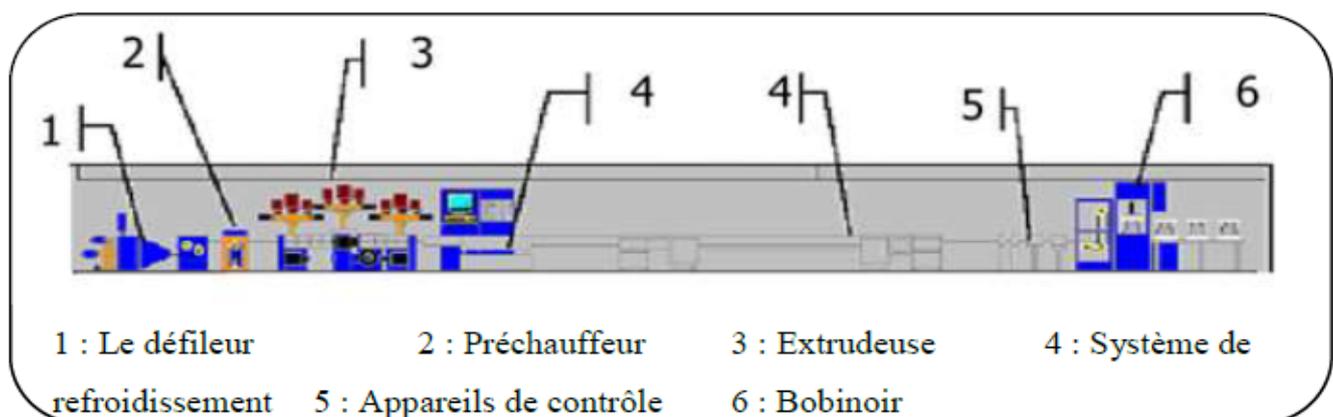


Figure 39: les principaux organes de la ligne d'extrusion

Pour la zone d'extrusion le système de maintenance préventive est le suivant :

La fréquence : 8h par 6 semaines.

L'affectation : deux mécaniciens et deux électriciens par intervention.

### 3. Standardisation de la maintenance préventive

Nous allons maintenant déterminer l'état de lieu des lignes d'extrusion, en adoptant la méthode SMED, au premier lieu nous allons commencer par l'identification d'équipe d'amélioration SMED par la suite nous allons chronométrer la durée de chaque tâche des travaux préventive.

#### 3.1 Documenter la séquence de travail

##### 3.1.1 L'équipe d'amélioration SMED

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 identifiées dans le tableau suivantes :

Tableau 22: membre d'équipe

Membre	Profession	Rôle
<b>SHIRI Ahlame</b>	Ingénieur stagiaire	Chef de projet
<b>RACHIDI Laila</b>	Ingénieur stagiaire	Chef de projet
<b>MOUTAOUAKIL Iman</b>	Professeur à FST Fès	Parain académique
<b>ROUSSAFI Nabil</b>	Responsable maintenance	Parain industriel
<b>AFFERNI Amine</b>	Ingénieur Maintenance	Parain industriel
<b>BENSOUSSI Karim</b>	Responsable magasin PDR	Gestion de stock PDR



permis d'effectuer une comparaison des durées d'exécution des opérations préventive pour chaque intervenant afin de déterminer durée minimale d'exécution de chaque tache(Best time).

Les tableaux ci-dessous résument cette étude :

**Tableau 24: comparaison des durées d'exécution des taches pour chaque intervenant**

<b>Extrusion</b>					
<b>Tache</b>	<b>Intervenant</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Durée</b>	<b>Ligne</b>
nettoyage des filtres de ventilateur (sèche fil)	<b>ABOUALI</b>	09:00	11:10	<b>2h10min</b>	<b>L2</b>
	<b>BOUHSINA</b>	11:45	13:20	<b>1h35min</b>	<b>L1</b>
	<b>BOUHSINA</b>	09:05	11:15	<b>2h10min</b>	<b>L6</b>
	<b>BOUIH</b>	09:10	10:55	<b>1h45min</b>	<b>L3</b>
maintenance du circuit de refroidissement (goulotte)	<b>BOUIH</b>	09:00	09:30	<b>30min</b>	<b>L2</b>
	<b>BOUIH</b>	08:45	09:10	<b>25min</b>	<b>L6</b>
	<b>BOUIH</b>	8 :44	9 :00	<b>16min</b>	<b>L1</b>
Maintenance du grattoir	<b>BOUHSINA</b>	15 :00	15 :25	<b>25 min</b>	<b>L1</b>
Changement de la poulie de préchauffeur	<b>BOUIH</b>	13:30	15:30	<b>2h</b>	<b>L2</b>
Démontage et nettoyage de poulie de frein	<b>BOUHSINA</b>	14 :30	14 :55	26 min	<b>L1</b>
Maintenance de poulie de frein	<b>AFTIS</b>	12:45	13:30	<b>45min</b>	<b>L6</b>
Maintenance de la pointe (bobinoir NPS) + graissage	<b>CHRAIBI</b>	11:20	12:20	<b>1h30min</b>	<b>L3</b>
Nettoyage bac à eau chaude	<b>BIDOUH</b>	08:45	09:15	<b>30 min</b>	<b>L2</b>
	<b>TOURABI</b>	10:35	10:45	<b>10min</b>	<b>L6</b>
	<b>BOURABAA</b>	10:00	10:20	<b>20min</b>	<b>L3</b>
Nettoyage capteurs de positions + nettoyage des photocellules	<b>TOURABI</b>	13:00	14h30	<b>1h30</b>	<b>L2</b>
Vérification des photocellules de convoyeur conipack	<b>TOURABI</b>	10:00	11:00	<b>1h</b>	<b>L1</b>
Changement automatique de bobinoir NPS	<b>TOURABI</b>	10:15	10:35	<b>20min</b>	<b>L6</b>
	<b>TOURABI</b>	08:45	09:05	<b>20min</b>	<b>L3</b>
	<b>BIDOUH</b>	8 :45	9 :18	<b>33 min</b>	<b>L1</b>

Vérification du moteur de l'extrudeuse principale et auxiliaire	<b>MIMIA</b>	10:40	11:12	<b>32min</b>	<b>L3</b>
Nettoyage et vérification du marqueur	<b>BAHOUS</b>	9 :03	9 :20	<b>17 min</b>	<b>L1</b>
Nettoyage et vérification des paramètres et Nettoyage du marqueur	<b>BAHOUS</b>	10:45	11:30	<b>45min</b>	<b>L2</b>
Vérification +Nettoyage des diodes et les mémoires d'appareil de contrôle de diamètre à chaud	<b>BAHOUS</b>	9 :20	9 :35	<b>15 min</b>	<b>L1</b>
installation du système de l'air du diamètre à chaud + changement de connecteur +Vérification +Nettoyage +diagnostic	<b>BAHOUS</b>	08:45	12:00	<b>3h15min</b>	<b>L6</b>
changement chaine à bille +changement de ressort du Spark tester + Nettoyage +vérification	<b>BAHOUS</b>	10:30	12 :12	<b>1h42 min</b>	<b>L1</b>
changement de ressort + Vérification du spark tester	<b>BAHOUS</b>	10:10	10:40	<b>25min</b>	<b>L2</b>
installation du système de l'air d'appareils des nœuds +vérification +nettoyage	<b>BAHOUS</b>	09:30	10:05	<b>35min</b>	<b>L2</b>
vérification +nettoyage d'appareils des nœuds	<b>BAHOUS</b>	13:42	13:57	<b>15 min</b>	<b>L6</b>
Nettoyage et vérification d'appareils d'excentrement + installation du système de l'air	<b>BAHOUS</b>	08:45	09:30	<b>45min</b>	<b>L2</b>
Nettoyage et vérification d'appareils d'excentrement	<b>BAHOUS</b>	13:30	14:00	<b>30min</b>	<b>L6</b>
changement des filtres d'armoire électrique	<b>YASSINE</b>	11:26	11:37	<b>11min</b>	<b>L2</b>
Nettoyage et changement des filtres d'armoire électrique	<b>BIDOUH</b>	<b>09:45</b>	<b>10:41</b>	<b>56min</b>	<b>L6</b>
changement des thermocouples de circuit de chauffage d'extrudeuse principale et auxiliaire	<b>YASSINE</b>	09:00	14:00	<b>5h</b>	<b>L6</b>
Vérification des capteurs des trémies	<b>BIDOUH</b>	14:10	14:30	<b>20min</b>	<b>L6</b>
	<b>BIDOUH</b>	08:45	09:30	<b>35 min</b>	<b>L1</b>
	<b>MIMIA</b>	10:32	10:47	<b>15min</b>	<b>L3</b>

### 3.1.3 Problématique

A travers l'analyse de l'état on a pu relever de lieu les problèmes suivant :

- Perte de temps en va et vient au magasin pour récupérer les pièces de rechange consommables.
- Intervention chargée par les opérations spéciales et les non planifiés.
- Dépassement du temps de livraison de la machine.
- Distraction des tâches et opérations de la maintenance préventive.
- Manque Ordonnancement des tâches.
- Curatif juste après préventif.
- L'intervention de plusieurs techniciens plus que le nombre affecté.
- Les travaux ne commencent pas à 8h.

Causes racines et potentielles :

- Opérations spéciales pas prise en compte lors de la maintenance préventive.
- Manque d'optimisation au niveau de la gestion des opérations de maintenance préventive.

### 3.2 Identifier et abrégier les activités effectuées pendant les temps d'arrêt et pouvant être réalisées pendant les temps de fonctionnement

Cette étape sert identifier les activités pendant les temps de fonctionnement.

Dans notre cas nous avons élaboré des fiches de préparation pour réduire les activités réalisées lors de la maintenance préventive. Et facilite les tâches au personnel de maintenance pour assurer l'efficacité des interventions et en tout sécurité.

Les fiches de préparation qui contient les éléments suivants

- L'équipement concerné.
- Les problèmes majeurs.
- Le ou les techniciens responsables de l'intervention.
- Les opérations spéciales.
- Les pièces de rechange ou consommable à mobiliser.

Les fiches de préparations sont présentées en **annexe 5**

Ce tableau présente un extrait de la fiche de préparation électrique :

Tableau 25: Extrait de la fiche de préparation de la visite électrique

Fiche de Préparation			
Nom d'équipement : Extrudeuse	Visite Electrique		Ext :
Ensemb.	PDR	Quantité	Validation
Extrudeuses principale et auxiliaire	Crayon de chauffe		
	Collies de chauffe		
	Thermocouples et support		
	Fusibles 10 A		
	Les bornées		
Plasticolor	Détecteur proximité		
	Balais de charbonne		

### 3.3 Identifier et abrégier les activités réalisées pendant les temps d'arrêt

Le but de cette étape est d'identifier les activités pouvant effectuées en parallèle ou éliminées et élaborer un standard de la maintenance préventive.

#### 3.3.1 La réalisation du standard

A l'aide du résultat d'analyse de l'état de lieux, le tableau de comparaison des durées d'exécution des opérations préventive pour chaque intervenant, et l'ensemble des problèmes remarqué, on a pu élaborer un standard de la maintenance préventive de la zone d'extrusion tout en prenant les meilleures durées pour chaque tache (best time ) qu'il doit répondre aux exigences suivantes :

- **De temps** : délais à respecter pour l'exécution des tâches.
- **D'antériorité** : certaines tâches doivent s'exécuter avant d'autres.
- **De production** : temps d'occupation du matériel ou des intervenant qui l'utilisent.

Les différentes étapes de réalisation de standard sont les suivantes :

- **Première étape** : On détermine les différentes tâches à réaliser et leur durée.
- **Deuxième étape** : on définit les relations d'antériorité entre tâches et l'intervenant
- **Troisième étape** : on représente par un trait parallèle à la tâche planifiée la progression réelle du travail.

#### 3.3.2 Le premier standard





### 3.4.2 Le deuxième standard

Suite aux réunions faites avec l'équipe de travail et le responsable maintenance nous avons déterminé les objectifs qui sont prioritaires et valider les résultats à toutes les phases afin de poursuivre notre étude. Et en se basant sur le résultat de l'analyse SWOT nous avons proposé un nouveau standard qui répond points suivants :

- Ordonnancement des tâches selon leur priorité
- Sensibilisation des techniciens maintenance
- Optimisation au niveau des durées d'exécution des taches préventive

#### Standard du profil mécanique :

Le tableau suivante présent le nouveau standard du profile mécanique après modification :

**Tableau 29: standard de la visite mécanique**

Extrudeuse					08:10	08:20	08:30	08:40	08:50	09:00	09:10	09:20	09:30	09:40	09:50	10:00	10:10	10:20	10:30	10:40	10:50	11:00	11:10	11:20	11:30	11:40	11:50	12:00	12:10	12:20	12:30	12:40	12:50	13:00	13:10	13:20	13:30	13:40	13:50	14:00	14:10	14:20	14:30	14:40	14:50	15:00	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50	16:00
Tache	Intervenant	Début	Fin	Durée																																																
maintenance du sécheur	mec 2	08:15	10:15	2h00	■																																															
Maintenance bobinoir NPS	mec 2	10:15	12:15	2h00											■																																					
Maintenance bac à eau chaude	mec 2	12:45	13:20	35 min																											■																					
opération spécial	mec2	13:20	14:50	1h30min																																					■											
Maintenance des chariots de transbobines	mec1	08:15	09:45	1h30	■																																															
Maintenance du système de freinage	mec 1	09:45	10:55	1h10min											■																																					
Maintenance préchauffeur	mec 1	10:55	11:35	40 min																					■																											
Maintenance de l'extrudeuse principale et secondaire	mec 1	11:35	12:00	25min																										■																						
Maintenance du grattoir	mec 1	12:30	13:00	30 min																											■																					
opération spécial	mec1	13:00	14:30	1h30min																																					■											



Afin de mener à bien ce standard nous allons analyser le résultat de l'implémentation sur terrain du deuxième standard en adoptant la méthode SWOT.

**Analyse SWOT :**

Le tableau ci-dessous résume l'analyse SWOT effectué dans cette partie de l'étude

**Tableau 33: la matrice SWOT du deuxième standard proposé**

<b>Force</b>	<b>Faiblesse</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordonnancement des taches</li> <li>- Le profile électrique est deviser en 3 intervenant 2 électricien et 1 électronicien qui s'occupe des appareils de contrôle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'intervention de 4 mécaniciens et 4 électriciens en même temps</li> <li>- Les travaux débutent à 8h30min</li> </ul>
<b>Opportunité</b>	<b>Menace</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarisation avec le standard</li> <li>- Efficacité de l'intervention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le non-respect des durées d'intervention</li> <li>- Le dépassement de temps loué à la maintenance préventive</li> </ul>

### 3.4.3 L'indicateur de suivi du deux standard proposé

Dans cette étape nous allons déterminer un indicateur de suivi qui va nous permettre de mesurer l'avancement des deux standard appliqué sur terrain afin d'évaluer la qualité des résultats obtenues

**Taux de dépassement de temps des diffèrent standard**

Nous allons calculer le taux de dépassement en utilisant la relation :

$$\text{Taux de dépassement de temps} = \frac{\text{durée réel} - \text{durée prévu}}{\text{durée prévue}}$$

Les tableaux ci-dessous détaillent les calculs de taux de dépassement de la visite électrique et électrique de la ligne L05 et L06 :

Tableau 34: résultat du taux du passément de temps de la visite mécanique

		chariot transbobine	Frein	préchauffeur	extrudeuse principale et	grattoir	opération spéciale	Sécheur	bobinoir NPS	Goulotte	bac à eau chaude	Somme	taux de dépassement	Ligne
Mécanicien 1	Durée Prévue	0,5	1			0,3 3		2		0,5		4,7 4	16 %	L0 5
	Durée Réel	1,4 1	1			0,5		2		0,7		5,6 4		
Mécanicien 2	Durée Prévue			0,6 6	0,3				2,3		1	4,1 6	-9%	
	Durée Réel			0,1 6	0,3				2		1,4 1	3,8 2		
Mécanicien 1	Durée Prévue	1,5	1	0,6 6	0,4	0,5						4,0 7	15 %	L0 6
	Durée Réel	1	2	0,3 3	0,3	1,6 6						4,8 2		
Mécanicien 2	Durée Prévue							2	2	0,6	1,5	6,0 8	6%	
	Durée Réel							1	3,3	0,7	1,4 1	6,4 5		

Tableau 35: taux de dépassement de la visite électrique

		Extrudeuses principale et auxiliaire	Plasticolor	Armoire électrique	Défileur	opération spéciale	Bobinoir NPS	Bac à eau chaude	goulotte	Frein de fil	opération spéciale	Diamètre à chaud	Marqueur	Appareils d'excentration	Appareils des nœuds	Sparker tester	Somme	taux de dépassement	Ligne
Electricien 1	Durée prévue	1,5	0,5	0,33				1		0,5							3,83	48%	L05
	Durée réel	4,3	1	0,5				1		0,5							7,33		
Electricien 2	Durée prévue						2					0,58	1	0,75	0,58	1,33	6,24	-27%	
	Durée réel						0,53					0,66	0,5	0,56	2	0,65	4,9		
Electricien 1	Durée prévue	2	1	0,75													3,75	15%	
	Durée réel	3,5	0,58	0,33													4,41		
Electricien 2	Durée prévue						3	0,5	1	1	1						6,5	-33%	
	Durée réel						2,33	1	0,4	0,5	0,7						4,9		
Electronicien	durée prévue											1	0,5	1,25	1,25	0,66	4,66	-10%	
	Durée réel											1	0,33	1	1,25	0,66	4,24		

D'après ces résultats on remarque qu'on est proche à l'objectif de notre standard, pour cela nous allons continuer élaborer un dernier standard qui fera la suite de notre étude.

### 3.4.4 Le standard final

La finalité de tout projet ne peut être atteinte que par un résultat efficace des interventions, pour ce faire, toute défaillance détectée à travers notre standard sera sujet à une amélioration, qu'ainsi les meilleures solutions d'améliorations seront identifiées, évaluées et sélectionnées. Ensuite, un standard final va être établi afin de gérer les propositions et aider les intervenants à s'adapter aux changements découlant de la mise en œuvre de ce standard sur terrain.

Afin de mener à bien cette étape nous allons procéder par un Brainstorming pour avoir le maximum d'idées pour l'élaboration du dernier standard.

**Brainstorming** : Le travail collectif est très important pour l'obtention d'idées précieuses. Un déballage d'idées bien animé permet de minimiser le temps de recherche. Le principe de base consiste à réunir un groupe pluridisciplinaire afin de provoquer une créativité par émulation. Le Brainstorming se fait en trois : la définition de l'objectif, le Déballage, la classification à l'aide du vote pondéré.

Au sein de l'atelier maintenance, on a effectué un Brainstorming avec une équipe composée de 12 techniciens qui ont toutes le souci, d'améliorer le déroulement des interventions préventive au sein du département, notre équipe comprend :

- Le responsable de la maintenance ;
- Deux Ingénieur maintenance
- Cinq mécaniciens
- Six électriciens
- Un électronicien

Les idées dégagées suite à notre brainstorming sont les suivantes :

- Commencer l'intervention préventive a 08h.
- Clôturer l'intervention à 14h pour avoir une marge de temps suffisante consacré aux problèmes non planifiées, ainsi que les problèmes rencontre après démarrage de la ligne.
- Optimisation de la durée d'exécution des taches.
- Ordonné les tâches de chaque période selon leur priorité.
- Introduire les travaux dans des check List, les check List sont détaillé en **annexe 6**.
- Appliquer les fiches de préparation.







Maintenant nous allons passer à l'analyse des résultats obtenues, en se basant sur la méthode SWOT représenté ci-dessous :

**Analyse SWOT :**

**Tableau 43: l'analyse SWOT des résultats des lignes L01et L02**

<b>Force</b>	<b>Faiblesse</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordonnancement des taches</li> <li>- préparation des travaux préventive</li> <li>- respect du standard</li> <li>- intervention du nombre de technicien affecté</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les travaux commence a 08 :10h</li> </ul>
<b>Opportunité</b>	<b>Menace</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Familiarisation avec le standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le non-respect des durées d'intervention</li> <li>- Le dépassement de temps loué à la maintenance préventive</li> <li>- Non préparation pièces de rechange</li> </ul>

### 3.4.5 L'indicateur de suivi du deux standard proposé

Dans cette étape nous avons calculé les indicateurs de suivi du standard final afin de mesurer l'avancement de notre projet et évaluer la qualité des résultats.

#### **1) Taux de dépassement de temps des diffèrent standard**

Nous avons calculé le taux de dépassement en utilisant la même formule précédente.

Les tableaux ci-dessous représentent le taux de dépassement de la ligne L01 et L02 :

**Tableau 44: taux de dépassement de la visite mécanique de la ligne L01 et L02**

		chariot transbobine	frein	préchauffeur	extrudeuse principale et secondaire	grattoir	opération spéciale	Sécheur	bobinoir NPS	Goulotte	bac à eau chaude	somme	taux de dépassement	Ligne
<b>Mécanicien 1</b>	Durée prévue	1	0,83	1	0,33	0,33	2					5,49	-	<b>L01</b>
	Durée réel	1,58	0,5	1,1	0,25	0,33	1,33					5,07	8%	
<b>Mécanicien 2</b>	Durée prévue							2	2,5	0,66	0,58	5,74	4%	
	Durée réel							2	2,5	1	0,5	6		
<b>Mécanicien 1</b>	Durée prévue	1	0,83	1	0,33	0,33	2,5					5,99	-	<b>L02</b>
	Durée réel	1,25	0,66	0,2	0,33	0,33	3					5,73	4%	
<b>Mécanicien 2</b>	Durée prévue							2	2,5	0,66	0,58	5,74	5%	
	Durée réel							1,7	3,5	0,33	0,5	5,99		

Nous avons modélisé les résultats obtenues de l'application du standard sur la ligne L05, L06, L01, L02 dans un graphe pour de bien visualiser l'évolution du taux de dépassement de la visite mécanique du standard :

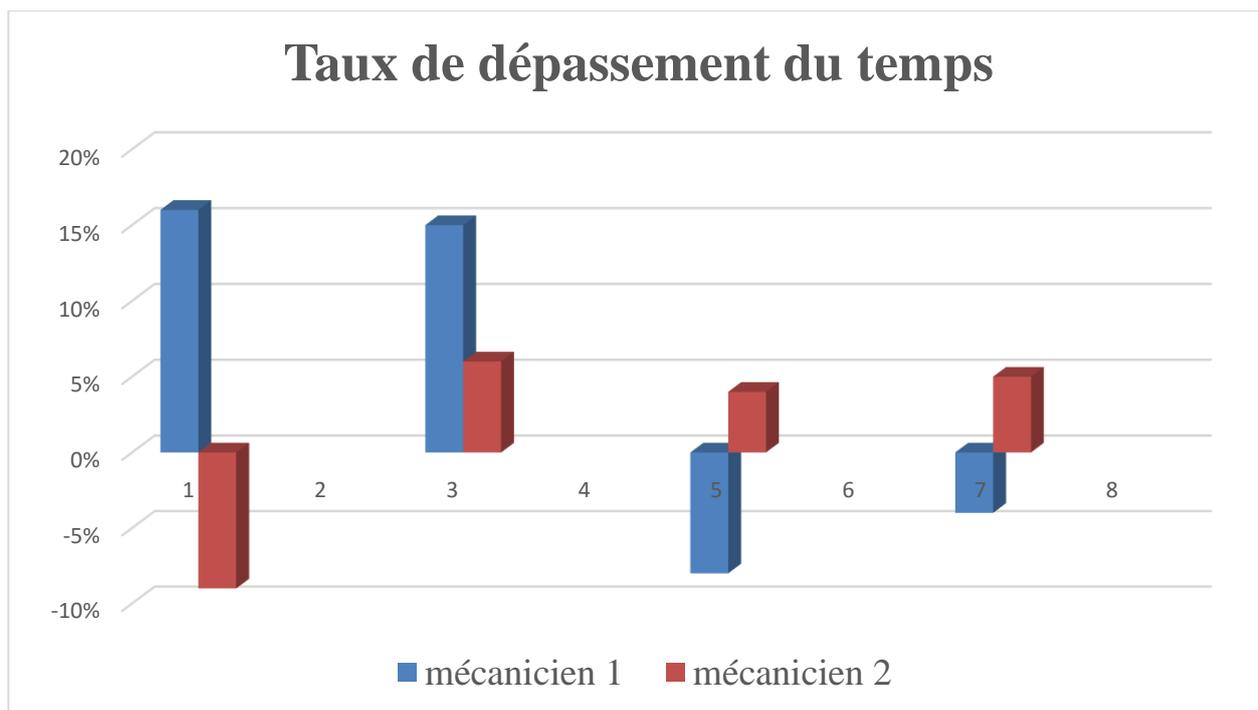


Figure 40: graphe de taux de dépassement de la visite mécanique

Tableau 45: taux de dépassement de la visite électrique

		Extrudeuses principale et auxiliaire	Plasticolor	Armoire électrique	Défileur	opération spéciale	Bobinoir NPS	Bac à eau chaude	goulotte	Frein de fil	opération spéciale	Diamètre à chaud	Marqueur	Appareils d'excentrement	Appareils des nœuds	Sparker tester	Somme	taux de dépassement	Ligne	
Electricien 1	Durée prévue	3	0,8	0,5		1											5,25	0%	LO 1	
	Durée réel	3,1	0,8	0,33		1											5,24			
Electricien 2	Durée prévue						3	1	0,5	0,5							5	-		
	Durée réel						2	1,3	0,3	0,3							3,91	28%		
Electricien 1	Durée prévue											1	0,5	1,25	1,25	0,66	4,66	-		
	Durée réel											1	0,41	0,75	1	0,66	3,82	22%		
Electricien 1	Durée prévue	3	0,8	0,5	0,5												4,75	-8%		LO 2
	Durée réel	2,5	1	0,41	0,5												4,41			

Electricien 2	Durée prévue						3	1	0,5	0,5							5	-4%	
	Durée réel						2,7	1	0,6	0,5							4,8		
Electronicien	durée prévue												1	0,5	1,2	1,2	0,6	4,6	-6%
	Durée réel												1	0,5	1	1,2	0,6	4,4	

Nous avons modélisé les résultats obtenues de l'application du standard sur la ligne L05, L06, L01, L02 dans un graphe pour de bien visualiser l'évolution du taux de dépassement de la visite électrique du standard :

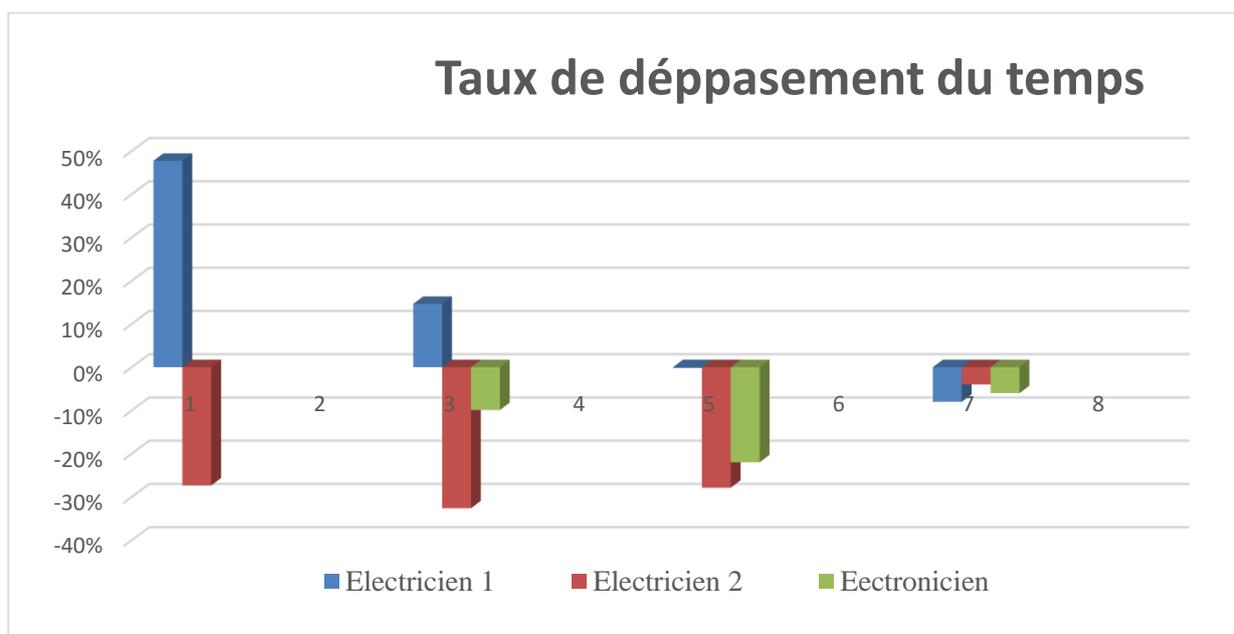


Figure 41: graphe du taux de dépassement de la visite électrique

## 2) Taux de réalisation des taches du standard

Le taux de réalisation des taches nous a permet d'assurer la traçabilité des actions recommandées dans le standard.

Nous allons calculer le taux de réalisation des taches du standard par la relation suivante :

$$\text{Taux de réalisations des taches du standard} = \frac{\text{Nobmre des taches réalisées}}{\text{Nombre des taches prévues}}$$

Le tableau suivant représente les résultats de calcul de taux de réalisation du standard de la ligne L01 de la visite électrique et mécanique, les tableaux des taches prévues et réalisées sont détaillés en **Annexe 7**

Tableau 46: taux de réalisation des taches du standard de la ligne L01

	la visite électrique			la visite mécanique	
	Electricien 1	Electricien 2	Electronicien	Mécanicien 1	Mécanicien 2
<b>Taux de réalisation des taches du standard</b>	111,10%	100%	94,44%	100%	111%

### 3) Taux de consommation des pièces de rechange

Nous allons calculer le taux de consommation des pièces de rechange en utilisant la relation suivante :

$$\text{Taux de consommation des pièces de rechange} = \frac{\text{Nobmre des consommées}}{\text{Nombre des prévues}}$$

Le tableau suivant représente les résultats de calcul de taux consommation des pièces de la ligne L01 pour la visite électrique et mécanique, les tableaux des pièces de rechanges consommées et planifiées sont détaillés en **Annexe 7**

Tableau 47: le taux de consommation des pièces de rechange de la ligne L01

	la visite Electrique	la visite Mécanique
<b>taux de consommation des pièces de rechange</b>	182,35%	132%

On remarque d'après ces donnes que le nombre des pièces consommées est supérieure au nombre des pièces planifiées sur la fiche de préparation de la ligne une.

### 3.5 Documentation du standard

Pour cette dernière partie, nous avons documenté le standard final et les fiches de préparation qui sont détaillées en **annexe 8**. Ces standards et les fiches de préparation seront affichés dans l'atelier maintenance

## 4. Estimation des gains générés par le projet

Comme tout projet, la vérification de sa rentabilité est une phase primordiale afin de le valider et évaluer le gain apporté, c'est pour ça qu'on a déterminé le temps de cycle de chaque visite en les comparants par celles de l'état de lieu.

Les tableaux suivant illustrent bien les résultats :

Tableau 48: les gains du temps de la visite électrique

Visite Electrique		
Ensemble : Extrudeuse principale et secondaire		
Durée avant standard	Durée après standard	Gain
5heurs	3heurs	2 heurs

Tableau 49:les gains du temps générés de la visite mécanique

Visite Mécanique		
Ensemble : Extrudeuse principale et secondaire		
Durée avant standard	Durée après standard	Gain
4 heurs	2 heures 30min	1 heur 30min

#### 4.1 Gain global

Comme on peut le voir, notre projet à entraîner un gain de temps, en effet après avoir élaboré les fiches de préparation on a pu baisser le temps de récupération des pièces de rechange du magasin en 20min. et par un calcul de gain apporté, on a pu diminuer le temps de cycle de la visite électrique de 2h et de la visite mécanique de 1h30min.

### *Conclusion :*

Dans cette partie, nous avons traité la problématique de la standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion en adoptant la méthode SMED. En effet nous avons commencé par une analyse de l'existant afin de jauger les écarts entre la situation actuel et la situation de fonctionnement parfaite. A partir de cela nous avons pu déterminer les problèmes. Les durées et les scénarios d'exécution des travaux préventive.

En premier lieu, nous avons élaboré un standard final qui détermine le scénario efficace d'exécution des interventions, préventives par optimisation des durées d'exécution et ordonnancement des taches de chaque période selon leur priorité.

Par la suite, nous avons introduit ces travaux ordonnés dans des check-lists pour faciliter l'inspection de l'exécution des travaux et assurer par la suite l'efficacité des interventions. Apres cela nous avons Identifié et abrégé des activités effectuées pendant les temps d'arrêt et pouvant être réalisées pendant les temps de fonctionnement, par élaboration des fiches de préparation.

Pour suivre l'avancement du standard nous avons élaboré des indicateurs de suivi, finalement nous avons documenté ce standard ainsi que les fiches de préparation de la visite électrique et mécanique.

Pour chaque standard élaborer de la visite électrique et mécanique, nous avons calculé le gain afin d'évaluer sa rentabilité pour le service maintenance, Ces standard ont diminué le temps d'exécution de préventive, en effet on a obtenu un gain de 2h pour le temps de cycle de la visite électrique et de 1h30min pour la visite mécanique.

Afin évaluer la performance de la maintenance préventive, il est primordial d'élaborer un tableau de bord, ceci fera l'objet du dernier partie du chapitre.

## *Partie 3 : les indicateur de performance de La maintenance préventive*

### 1. Introduction

La maintenance doit toujours faire l'objet d'un suivi régulier, elle ne peut pas être conduite à l'aveuglette ou être évaluée qualitativement, elle doit être appréciée quantitativement par rapport aux objectifs qui lui sont assignés. Ces objectifs doivent être eux-mêmes quantifiés et estimés à travers un certain nombre d'indicateurs judicieusement choisis.

On peut évaluer les performances du service maintenance à travers plusieurs indicateurs. Ces indicateurs doivent être à la fois pertinent mais aussi suffisamment robustes pour pouvoir suivre la maintenance préventive au fil du temps sans perdre de leur intérêt.

### 2. Elaboration de tableaux de bord des indicateurs de performance

Pour contrôler l'efficacité de la maintenance préventive, il est nécessaire d'établir des tableaux de bord riches d'indicateurs, fiables et faciles à interpréter.

Ces indicateurs de performance auront pour objectif de caractériser l'état d'évolution de l'intervention préventive a COFICAB Kénitra, Ils doivent également permettre de :

- Mesurer la réalité du terrain avec clarté.
- Contrôler la réalisation de l'objective maintenance fixée.

A cet égard, nous avons donc regroupé les indicateurs de performance en un tableau de bord selon les objectifs fixés par le service maintenance et leurs facteurs de succès.

Il s'agit des :

- Taux de curative après 24h
- Taux de réussite préventive
- Le taux de réalisation des opérations spéciales
- Efficacité préventif

#### 2.1 Le taux de curative après 24h

Le taux de curative après 24h correspond au ratio du temps curatif sur le temps préventif. Cet indicateur peut cependant être abordé sous un aspect temporel dans lequel on prend le temps passé par intervention pour chaque type de maintenance. Son rôle est de mesurer la pertinence de la

maintenance préventive et d'évaluer de façon continue son état avec un objectif bien précis.

## 2.2 Le taux de réussite préventive

Le taux de réussite préventive correspond au ratio des interventions de maintenance préventive réussite sur toutes les interventions de maintenance préventive. Cet indicateur peut cependant être abordé sous un aspect quantitatif dans lequel on prend en compte les interventions de la maintenance préventive (réussite et non réussite)

## 2.3 Le taux de réalisation des opérations spéciales

Le taux de réalisation des opérations spéciales correspond au ratio des opérations spéciales réalisées sur les opérations spéciales planifiées. Là encore, on peut le mesurer sous un aspect quantitatif dans lequel on compte les opérations spéciales (planifiées et réalisées). Le rôle de cet indicateur est de suivre la réalisation des opérations spéciales.

## 2.4 Efficacité préventif

Cet indicateur évalue l'efficacité des interventions de la maintenance préventive, ainsi il permet de quantifier la part des interventions curative et préventives des équipements

L'efficacité de la maintenance préventive est calculée par la relation suivante :

$$\text{Efficacité} = \frac{(\text{Nbr d'inte préventif} - \text{Nbr d'inte curatif})}{\text{Nbr d'inte préventif}}$$

## 2.5 Résultats et tableau de bord

A partir des rapports historiques des équipements sur GMAO des mois *Janvier, Février, Mars et avril 2016*, le tableau suivant a été dressé. Ce tableau regroupe les indicateurs de performance (Taux de curatif après 24h, Taux de réussite préventif, Efficacité préventif et Taux de réalisation des OPSP) pour la zone d'extrusion

Tableau 50 : tableau de bord des indicateurs de performance de la maintenance préventive

Extrudeuse	Date prévue	Date de réalisation	OPSP planifiées	OPSP Réalisées	Motif	Temps de préventif	temps de curatif	Nbre d'intervention après 24h	Taux de curatif après 24h
L2	22/01/2016	22/01/2016	X4	X4	Planning MP	8h	0	0	0%
L3	29/01/2016	29/01/2016	X7/X2	X7/X2	Planning MP	8h	0,75	2	9%
L4	01/02/2016	01/02/2016	X1/X7	X1/X7	Planning MP	8h	0,33	1	4%
L5	10/02/2016	10/02/2016	X4/X6	X4/X6	Planning MP	8h	2,5501	3	32%
L6	19/02/2016	19/02/2016	X7	X7	Planning MP	8h	0	0	0%
L1	26/02/2016	26/02/2016	X2/X6	X2/X6	Planning MP	8h	0,25	1	3%
L2	29/02/2016	29/02/2016	X7	X7	Planning MP	8h	0	0	0%
L3	07/03/2016	07/03/2016	X1	X1	Planning MP	8h	0	0	0%
L4	18/03/2016	18/03/2016	X4/X6	X4/X6	Planning MP	8h	0,5666667	1	7%
L5	23/03/2016	23/03/2016	X7/X2	X7/X2	Planning MP	8h	0,2166667	1	3%
L1	30/03/2016	30/03/2016	X1	X1	Planning MP	8h	0,5666667	1	7%
L6	06/04/2016	06/04/2016	X5	X5	Planning MP	8h	0,71	2	9%
L2	11/04/2016	11/04/2016	X6	X6	Planning MP	8h	0	0	0%
L3	18/04/2016	18/04/2016	X4	X4	Planning MP	8h	0	0	0%
L4	29/04/2016	29/04/2016	X7	X7	Planning MP	8h	0	0	0%
L5	04/05/2016	04/05/2016	X5	X5	Planning MP	8h	0	0	0%
L6	06/05/2016	06/05/2016	X6/X1	X6/X1	Planning MP	8h	0,75	2	9%
L1	16/05/2016	16/05/2016	X7/X3	X7	Planning MP	8h	0	0	0%

Tableau 51 : tableau de bord des indicateurs de performance de la maintenance préventive

Mois	Nbre intervention préventive	Nbre intervention curatif après 24h	Taux de réussite préventif	Efficacité préventif	OPSP planifiées	OPSP Réalisées	Taux de réalisation des OPSP
Février	5	5	40,00%	0%	8	8	100%
Mars	4	3	25%	25%	6	6	100%
Avril	4	2	75%	50%	4	4	100%
Mai	4	2	75%	50,00%	7	6	86%

Les figures ci-dessous représentent les résultats des tableaux(50,51) sous forme des graphes afin de visualiser et comparer l'efficacité des travaux chaque mois et pour chaque ligne.

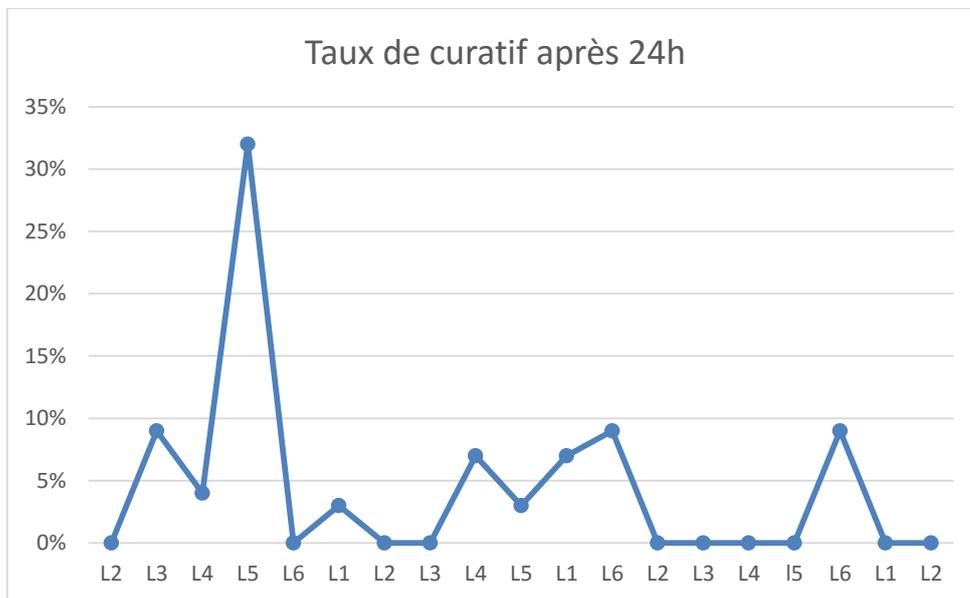


Figure 42: Taux de curatif après 24

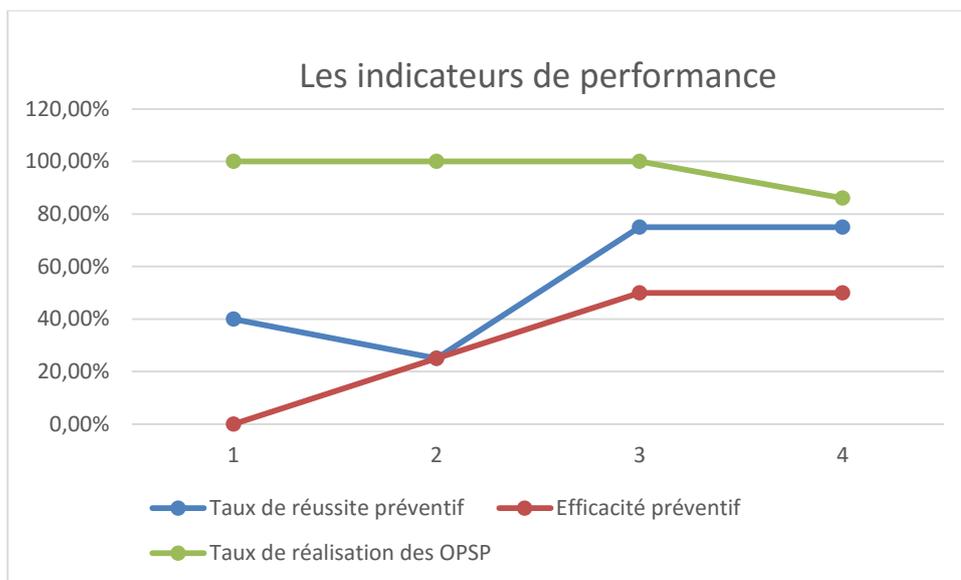


Figure 43: Les indicateurs de performance

### Conclusion :

Dans cette partie on s'est attaqué à l'élaboration des indicateurs de performance pour faire une revue périodique des résultats des indicateurs et de l'évolution de l'efficacité de la maintenance préventive de la zone d'extrusion.

En effet, nous avons ajouté les quatre indicateurs suivants :

- Efficacité préventive

- Taux de curatif après 24h
- Taux de réussite préventive
- Taux de réalisation des opérations spéciale

Ces indicateurs seront représentés dans un tableau de bord.

Avant de conclure ce chapitre, nous allons clôturer la démarche PDCA par la phase du contrôle

### **Contrôle des actions et amélioration continue (Check-Act)**

Dans cette partie de notre démarche PDCA, nous allons mesurer l'écart entre la situation après implémentation des actions et poste implémentation, cette différence constituera la valeur ajoutée du projet.

Pour cela nous allons refaire l'audite de la maintenance préventive. Le nouveau questionnaire est détaillé dans l'annexe.

Le tableau suivant présente les résultats de l'audit après les améliorations effectué :

**Tableau 52: résultat d'audit après amélioration**

<b>Points du questionnaire</b>	<b>Score obtenu</b>	<b>Score maximal</b>	<b>Pourcentage de satisfaction</b>
<b>Organisation générale du service</b>	36	40	90
<b>Suivi technique du matériel</b>	34	40	85
<b>Méthode de travail</b>	36	45	80
<b>Gestion portefeuille de travaux</b>	35	35	100
<b>Personnel et formation</b>	55	55	100
<b>Outillage</b>	33	45	73,5
<b>Organisation matérielle atelier maintenance</b>	23	30	77
<b>Documentation technique</b>	34	35	97,5
<b>Contrôle de l'activité</b>	33	35	94,5
<b>Aspect sécurité de la maintenance</b>	32	35	91,5
<b>SCORE TOTAL</b>	<b>323</b>	<b>395</b>	<b>89 %</b>

Pour mieux visualiser l'écart, nous l'avons représenté sous forme de radar dans la figure ci-dessous :

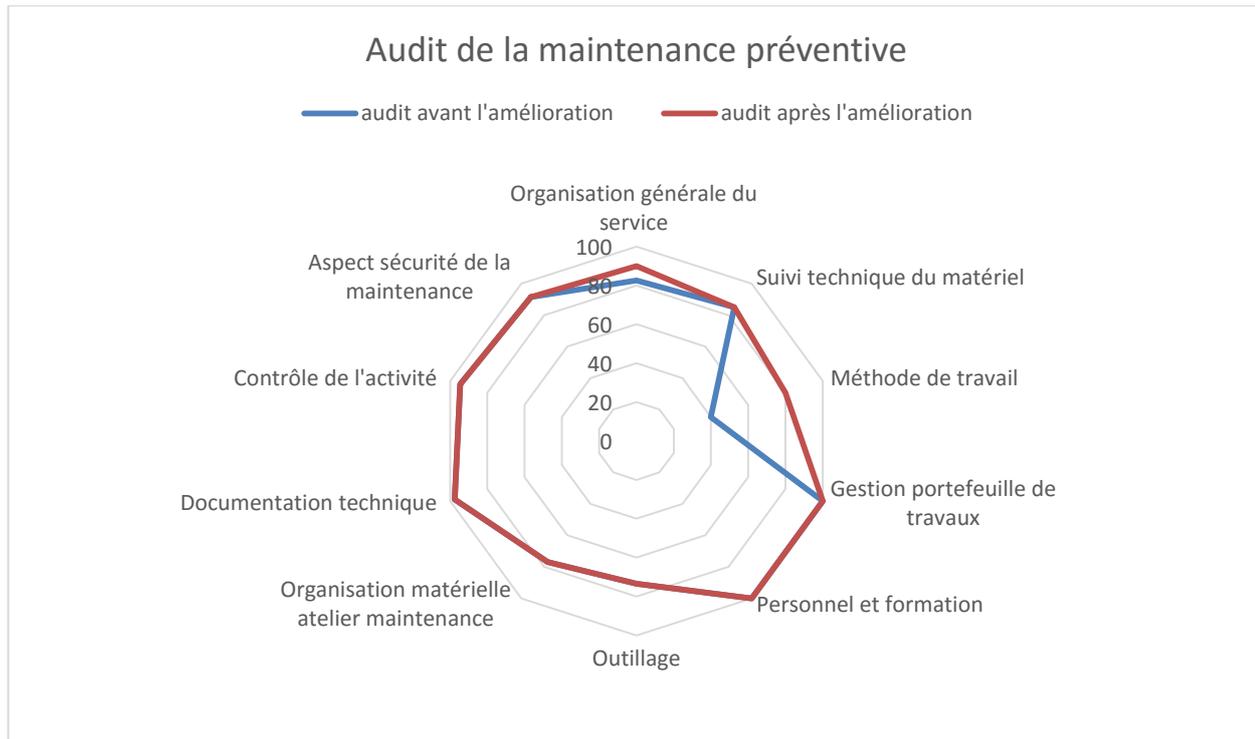


Figure 44: graphe des résultats d'audit avant et après amélioration

### Conclusion du chapitre :

Dans de ce chapitre, nous avons recensé et étudié la standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion. En adoptant la démarche PDCA.

Le diagnostic et l'analyse de l'existant, fut abordée en premier, pour déterminer les dysfonctionnements de la maintenance préventive, qui nécessitent une attention particulière dans notre plan d'action.

Par la suite, nous avons commencé l'élaboration du standard de la maintenance préventive de la zone d'extrusion en se basant sur la méthode SMED, En premier lieu nous avons commencé par tirer les scénarios d'exécution des travaux préventives pour sonder les problèmes que nous allons prendre en considération et traiter dans le standard. Par la suite nous avons déterminé des indicateurs de suivi pour évaluer son avancement.

Pour évaluer l'efficacité de la maintenance préventive nous avons élaboré un tableau de bord.

A la fin nous avons passé à la dernière étape de la démarche PDCA (check-act).

## *Conclusion et perspective*

Au terme de ce projet industriel intitulé « standardisation de la maintenance préventive et l'amélioration de la conception d'un système de grattage », une brève rétrospective permet de dresser le bilan du travail effectué aussi et surtout le supplément de formation et d'information dont nous avons l'occasion de bénéficier.

Le premier sujet comporte l'amélioration de la conception d'un système de grattage .a l'aide de la démarche de l'analyse fonctionnelle et la modélisation du système sur SOLIDWORKS.

Après la réalisation, On a pu répondre correctement au cahier de charge qui nous a été proposé et baisser le cout du système de grattage d'un pourcentage de 35 %.

Dans le deuxième sujet nous avons traité la problématique de l'amélioration de la maintenance en adoptant la démarche PDCA ou roue de Deming. En effet nous avons commencé par une analyse de l'existant afin de jauger les écarts entre la situation actuel et la situation de fonctionnement parfaite. A partir de cela nous avons pu commencer le volet : « **Plan, Do** » de l'analyse en proposant les points à améliorer.

En premier lieu en s'est attaquée à la standardisation de la maintenance préventive de la zone d'extrusion vu la criticité qu'elle représente pour l'ensemble du flux de production. Notre mission été l'ordonnancement et l'optimisation la durée d'exécution des travaux préventives on se basant sur la démarche SMED. par la suite nous avons ajouté des indicateurs de suivi afin d'évaluer l'évolution du standard, enfin, Pour mettre en exergue la valeur ajoutée du projet nous avons fait une estimation du gain de temps apporté par notre standard En effet, l'application et le respect de ce standard permettent d'apporter, au service maintenance et à la société, un gain de 20min du temps de récupération des pièces de rechange, et un gain de 1h30 pour le temps de cycle de la visite électrique et de 2h pour la visite mécanique pour le mois mai 2016.

Afin de mesurer l'efficacité et le rendement de la maintenance préventive nous avons élaboré un tableau de bord riche des indicateurs de performance tel que le taux de curatif après 24h, taux de réussite de la maintenance préventive, taux de réalisation des opérations spéciale et efficacité de la maintenance préventif.

Finalemnt dans le volet « **Check,Act** » de la démarche PDCA, nous avons contrôlé les actions mise en œuvre au sein de COFICAB Kénitra afin mesurer l'écart entre la situation après implémentation du standard et poste implémentation, cette différence constituera la valeur ajoutée du projet.

Nous envisageons par la suite de projet d'extrapoler cette étude à toutes les zones de production (ébauche, tréfilage et tordonnage), Ainsi d'ajouter le mode opératoire aux travaux de la maintenance préventive.

# Bibliographie

- [1] Yves LAVINA – Audit de la maintenance, Edition d'organisation, Paris, 1992.
- [2] Jean HENG – Pratique de la maintenance préventive – Ed. Dunod, Paris, 2002.
- [4] Documentation technique du groupe COFICAB.
- [5] COFICAB. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.coficab.com/> . Consulté le 17 février 2014.
- [6] Wikipédia - *Roue de Deming* : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Roue\\_de\\_Deming](http://fr.wikipedia.org/wiki/Roue_de_Deming)

# Table des matières

<b>Annexe Chapitre 2-N°1 : Les dessins du grattoir .....</b>	<b>2</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°2 : coefficient de sécurité typique .....</b>	<b>3</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°3 : Questionnaire de l’audit de la maintenance .....</b>	<b>3</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°4 : Etat de lieu de la zone d’extrusion .....</b>	<b>10</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°5 : Les fiches de préparation .....</b>	<b>13</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°6 : Les check List .....</b>	<b>15</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°7 : Les indicateur de suivi .....</b>	<b>18</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°8 : La documentation du standard .....</b>	<b>23</b>
<b>Annexe Chapitre 3-N°8 : questionnaire de l’audite de la maintenance après les améliorations apporter au service.....</b>	<b>24</b>

## **Annexe Chapitre 2-N°1 : les dessins du grattoir**

## Annexe Chapitre 2-N°2 : Coefficients de sécurité typiques.

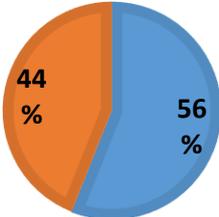
Coefficient de sécurité $s$	Charges exercées sur la structure	Contraintes dans la structure	Comportement du matériau	Observations
$1 \leq s \leq 2$	régulières et connues	connues	testé et connu	fonctionnement constant sans à-coups
$2 \leq s \leq 3$	régulières et assez bien connues	assez bien connues	testé et connu moyennement	fonctionnement usuel avec légers chocs et surcharges modérées
$3 \leq s \leq 4$	moyennement connues	moyennement connues	non testé	
	mal connues ou incertaines	mal connues ou incertaines	connu	

## Annexe Chapitre 3-N°3 : Questionnaire de l'audit de la maintenance

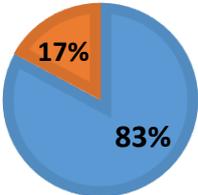
Le tableau ci-dessous représente la cotation des réponses selon le niveau de satisfaction

La valeur attribuée	Niveau de satisfaction
1	Les actions ne sont pas remplies car les moyens n'existent pas
2	Les actions ne sont pas remplies ou sont en phase de mise en place car le moyen vient d'être acquis
3	Les actions sont mis en place et les moyens sont opérationnels mais ne donnent pas encore satisfaction
4	Tout es en règle mais il y'a absence de moyens de control
5	Les actions sont remplies, les moyens sont opérationnels et les résultats sont satisfaisants vis-à-vis des moyens de control.

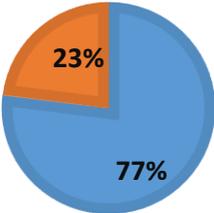
- Questionnaire sur la méthode de travail :

Méthode de travail	1	2	3	4	5		45 points possibles
						score de la rubrique	44% 20 points)
1, Pour les interventions de la maintenance préventive importantes en volumes d'heures assure-t-on la préparation du travail	√					1	<p><b>RESULTAT</b></p>  <p>44 %</p> <p>56 %</p>
2. Utilisez-vous des supports imprimés pour préparer les travaux de la maintenance préventive (fiches de préparation) ?	√					1	
3. Dispose-t-on de modes opératoires écrits pour les opérations complexes ou délicates de la maintenance préventive ?		√				2	
4. existe-t-il un rapport pour chaque intervention de maintenance préventive ?				√		5	
5. existe-t-il une méthode maintenance dédié à la préparation des plans préventifs ?			√			3	
6. Y-a-t-il des actions visant à standardiser Les opérations de la maintenance préventive ?	√					1	
7. Y-a-t-il des méthodes d'estimation globale des couts de la maintenance préventive ?	√					1	
8. L'ensemble de la documentation de la maintenance préventive est-elle correctement classée et facilement accessible ?				√		5	
9. Réservez-vous les pièces en magasin, prépare t- on des kits (pièces, outillage) avant les interventions de la maintenance préventive ?	√					1	

## - Questionnaire sur l'organisation générale di service :

<b>organisation générale</b>	1	2	3	4	5		<b>40 points possibles</b>	
							<b>score de la rubrique</b>	<b>82,5% (34points)</b>
1. Est-ce que l'organisation de la fonction maintenance a été définie par écrit et approuvée ?					√	<b>5</b>	<b>RESULTAT</b> 	
2. les taches de l'organisation de la maintenance préventive sont-elles vérifiées périodiquement ?					√	<b>5</b>		
3. existe-il des indicateurs de gestion caractérisant l'état et l'évolution de la maintenance préventive ?		√	□		□	<b>2</b>		
4. Le personnel d'encadrement et de supervision de la maintenance préventive est-il suffisant ?					√	<b>5</b>		
5. Ya-t-il des réunions périodiques avec les opérateurs pour examiner les travaux à effectuer lors de la maintenance préventive ?	√					<b>1</b>		
6. Existe-t-il des fiches de fonction (domaine de responsabilité et domaine d'initiative) pour chacun des exécutants de la maintenance préventive ?					√	<b>5</b>		
7. Les opérateurs disposent-ils de consignes écrites pour réaliser les taches de maintenance préventive ?					√	<b>5</b>		
8. Les objectifs de la maintenance préventive sont-ils écrits et contrôlés périodiquement ?					√	<b>5</b>		

## - Questionnaire sur l'organisation matérielle d'atelier maintenance

<b>organisation matérielle atelier maintenance</b>	1	2	3	4	5		<b>30 points possibles</b>	
							<b>score de la rubrique</b>	<b>77% (23points)</b>
1. L'espace atelier maintenance est-il suffisant pour les travaux demandés ?			√			<b>3</b>	<b>RESULTAT</b> 	
2. L'atelier pourrait-il être mieux situé par rapport aux équipements à entretenir ?			√			<b>3</b>		
3. Le bureau du responsable maintenance est-il de "plein pied" sur l'atelier ?					√	<b>5</b>		
4. Est-ce que l'atelier offre de bonnes conditions de travail ?		√				<b>2</b>		
5. Le magasin outillage et pièces est-il au voisinage de l'atelier ?					√	<b>5</b>		
6. Y a-t-il un responsable du magasin ?					√	<b>5</b>		

## - Questionnaire sur le suivi technique des équipements

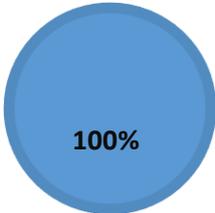
<b>Suivi technique des équipements</b>	1	2	3	4	5		<b>40 points possibles</b>	
							<b>score de la rubrique</b>	<b>87,5% (35points)</b>
1. Disposez-vous d'une liste récapitulative par emplacement des équipements ?					√	<b>5</b>	<p><b>RESULTAT</b></p> <p>A pie chart with a blue section representing 87% and an orange section representing 13%.</p>	
2. Est-ce que chaque équipement possède un numéro d'identification unique autre que le numéro chnologique indiqué ?					√	<b>5</b>		
3. sur le site, tout équipement y-a-t-il son numéro d'identification ou installation ?					√	<b>5</b>		
4. Les modifications, nouvelles installations ou suppressions d'équipement sont-elles enregistrées ?					√	<b>5</b>		
5. Un dossier technique est-il ouvert pour chaque équipement ou installation ?	√					<b>1</b>		
6. Les historiques de panne des équipements sont-ils analysés ?		√				<b>2</b>		
7. Possède-t-on un historique des travaux pour chaque équipement ?					√	<b>5</b>		
8. L'historique des interventions de la maintenance sont-ils analysés ?					√	<b>5</b>		

## - Questionnaire sur la gestion du portefeuille des travaux

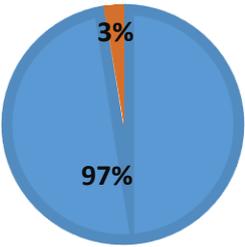
<b>gestion portefeuille de travaux</b>	1	2	3	4	5		<b>35 points possibles</b>	
							<b>score de la rubrique</b>	<b>100% (35points)</b>
1. A-t-on un programme établi de maintenance préventive ?					√	<b>5</b>	<p><b>RESULTAT</b></p> <p>A pie chart that is entirely blue, representing 100%.</p>	
2. Dispose-t-on de fiches écrites de maintenance préventive ?					√	<b>5</b>		
3. Existe-t-il un responsable de l'ensemble des actions de maintenance préventive ?					√	<b>5</b>		
4. Existe-t-il un document permettant de renseigner et de suivre toute intervention, qui soit utilisé systématiquement pour toute intervention ou travail ?					√	<b>5</b>		
5. Connait-on en permanence la charge de travail de la maintenance préventive en portefeuille ?					√	<b>5</b>		
6. A-t-on un système d'enregistrement des demandes des interventions ?					√	<b>5</b>		

7. Dispose-t-on d'un planning hebdomadaire de lancement des travaux de la maintenance préventive ?					√	5	
--	--	--	--	--	---	---	--

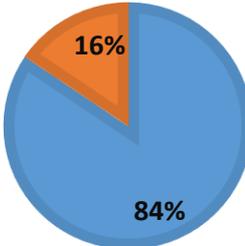
- Questionnaire sur le personnel et la formation

Personnel et formation	1	2	3	4	5	score de la rubrique	55 points possibles
							<b>100% (55points)</b>
1. Le climat de travail est-il généralement positif ?					√	5	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>RESULTAT</b></p>  <p><b>100%</b></p> </div>
2. Y'a-t-il une perte de temps productif du a des retards des absences ?					√	5	
3. Les problèmes sont-ils souvent examinés en groupe incluant les opérateurs ?					√	5	
4. Existe-il des entretiens annuels d'appréciation du personnel d'encadrement et exécutant ?					√	5	
5. Les opérateurs et les responsables sont-ils suffisamment disponibles ? (dépassement d'horaire)					√	5	
6. Considère-t-on que globalement la compétence technique du personnel est satisfaisante ?					√	5	
7. Dans le travail au quotidien estime-t-on que le personnel a l'initiative nécessaire ?					√	5	
8. Les responsables assurent-ils régulièrement le perfectionnement de leur personnel dans le domaine technique ?					√	5	
9. Les relations du service avec les services "clients" sont-elles bonnes ?					√	5	
10. La formation du personnel est-elle programmée et maîtrisée par la maintenance ?					√	5	
11. Le personnel reçoit-il régulièrement une formation en sécurité ?					√	5	

## - Questionnaire sur la documentation technique du service

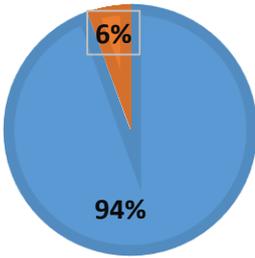
<b>documentation technique</b>	1	2	3	4	5		<b>35 points possibles</b>
						<b>score de la rubrique</b>	<b>97,5% (34points)</b>
1-dispose-t-on d'une documentation technique générale suffisante : mécanique de construction, électricité, réglementation ?					√	5	<p style="text-align: center;"><b>RESULTAT</b></p> 
2-pour tout équipements (ou installation) dispose-t-on des plans d'ensembles et schémas nécessaires ?					√	5	
3-les notices techniques d'utilisation et de maintenance ainsi que les listes de pièces détachées sont-elles disponibles pour les équipements majeurs ?				√		5	
4-la documentation existante est-elle facilement accessible et utilisable (français) ?					√	5	
5-est-elle mise à jour au fur et à mesure des modifications apportées ?					√	5	
6-enregistre-t-on les travaux de modification des équipements et classe-t-on les dossiers ?					√	5	
7-les contrats de maintenance (constructeurs ou sous-traitants) sont-ils-facilement accessibles ?					√	5	

## - Questionnaire sur l'outillage

<b>outillages</b>	1	2	3	4	5		<b>45 points possibles</b>
						<b>score de la rubrique</b>	<b>84,5% (38points)</b>
1. Ya-t-il un inventaire des outillages et équipements de tests ?					√	5	<p style="text-align: center;"><b>RESULTAT</b></p> 
2. Est-ce que cet inventaire est mis à jour régulièrement ?				√		4	
3. Exécutent- on la maintenance préventive à l'aide d'équipements de test existants ?					√	5	
4. Disposez-vous de tous les outillages spéciaux et équipement de test dont vous avez besoin ?					√	5	
5. Les outillages et équipements de sécurité sont-ils facilement disponibles et en quantité suffisante ?				√		4	
6. L'étalonnage des appareils de mesure est-il bien défini (vérifications et étalonnage) et effectué ?					√	5	

7. Le processus de mise à disposition et d'utilisation des outillages est-il défini par écrit ?	√					1
8. Dispose-t-on de boîte à outils personnelles ?					√	5
9. Dispose-t-on de suffisamment de moyens de manutention sur site ?				√		3

## - Questionnaire sur le contrôle de l'activité

<b>Contrôle de l'activité</b>	1	2	3	4	5		<b>35 points possibles</b>
						<b>score de la rubrique</b>	<b>94,5% (33points)</b>
1. Utilisez-vous des tableaux de bords et des indicateurs de performance en maintenance préventive ?				√		4	<p style="text-align: center;"><b>RESULTAT</b></p>  <p style="text-align: center;">6%</p> <p style="text-align: center;">94%</p>
2. Existe-t-il des rapports réguliers de suivi des interventions de la maintenance préventive ?					√	5	
3. Maîtrisez-vous la charge du travail lors de la maintenance préventive ?					√	5	
4. La performance de la maintenance préventive sont-elles suivies (manque à gagner, disponibilité des équipements...)?				√		4	
5. Disposez-vous d'un outil de gestion informatisé de la maintenance préventive ?					√	5	
6. Disposez-vous des informations de synthèse des activités de la maintenance préventive dans un délai suffisamment court ?					√	5	
7. Est-ce que le responsable maintenance émet régulièrement un compte rendu de la maintenance préventive ?					√	5	







## Annexe Chapitre 3-N°5 : Les fiches de préparation

- Fiche de préparation électrique :

		Fiche de Préparation	
		Nom d'équipement : Extrudeuse	Visite Electrique
Ensemble	PDR		
Extrudeuses principale et auxiliaire	Crayon de chauffe		
	Collies de chauffe		
	Thermocouples et support		
	Fusibles 10 A		
	Les bornées		
Plasticolor	Détecteur proximité		
	Balais de charbonne		
Armoire électrique	Filtre		
	lampe		
	Potentiomètre		
Circuit du frein de fil	Gâchette freinage		
	Clé gâchette freinage		
Bac à eau chaude	Capteur de niveau		
Goulotte	Résistance de chauffe		
Bobinoir NPS	Photocellules		
Marqueur	Ancre		
Diamètre à chaud	Connecteur		
Appareils des nœuds	la fiche d'alimentation		
	diodes		
spark tester	chainette		
<b>L'historique des problèmes de la machine :</b>			
<b>Opération spéciale :</b>			

Visa Intervenant	Visa Ingénieur Maintenance

- Fiche de préparation mécanique :

 <b>Fiche de Préparation</b>			
Nom d'équipement : Extrudeuse	Visite Mécanique	Ext :	
		Date :	
Ensemble	PDR	Quantité	Validation
Chariot transbobine	Pompe hydraulique		
Frein	Roulement 6003-2Z		
	Courroie plate		
	Poulie de frein		
Préchauffeur	Poulie		
Extrudeuse principale et secondaire	Filtres labotek		
Grattoir	Roulement 6003-2RHZ		
Goulotte	Poulie de renvoi		
	Flasque		
	Roulement 6209		
Bobinoir NPS	Poulie de trancannage		
	Roulement 16005		
	Poulie		
Sécheur	Roulement 6206		
<b>L'historique des problèmes de la machine :</b>			
<b>Opération spécial :</b>			

Visa intervenant	Vise Ingénieur maintenance

## Annexe Chapitre 3-N°6 : Les check List

Check List du premier mécanicien :

Ensemble	Tache	Intervenant	Début	Fin	Durée
<b>Chariot transbobine</b>	Nettoyage des roues	mécanicien 1	08:00	09:00	1h
	Serrage des vises de fixation de la pompe				
	Vérification du niveau d'huile				
	Graissage				
	Réparation des cerceaux				
<b>Frein</b>	Changement de roulement de poulie de renvoie	mécanicien 1	09:00	09:50	50min
	Changement de la courroie				
	Nettoyage				
<b>Préchauffeur</b>	Vérification de poulie	mécanicien 1	09:50	10:50	1h
	Nettoyage				
<b>Extrudeuse principale et secondaire</b>	Changement des filtres	mécanicien 1	10:50	11:10	20min
	Vérification des vérins + clapet				
<b>Grattoir</b>	Nettoyage	mécanicien 1	11:10	11:30	20min
	Graissage des glissières				
	Vérification des vérins				
<b>Opération spécial</b>	Opération spéciale	mécanicien 1	11:30	14 :00	2h30min

Check List du deuxième mécanicien :

Ensemble	Tache	Intervenant	Début	Fin	Durée
<b>Sécheur</b>	Nettoyage	mécanicien 2	08:00	09:45	2h
	Changement des roulements				
<b>Maintenance bobinoir NPS</b>	Vérification de poulie de trancanage	mécanicien 2	09:45	12:15	2h30min
	Graissage				
	Maintenance de la Point				
<b>Maintenance goulotte</b>	Mise en place de joint d'étanchéité	mécanicien 2	12:30	13:00	40 min
	Vérification de poulie en S				
<b>Maintenance bac à eau chaude</b>	Nettoyage filtre	mécanicien 2	13:00	13:50	35min
	Nettoyage des buses et réservoir				

Check List du premier électricien :

ensemble	tache	Intervenant	Début	Fin	Durée
<b>Extrudeuse principale et auxiliaire</b>	Changement crayon de chauffe	Electricien 1	08:00	11:00	3h
	Changement collies de chauffe				
	Organisation câbles des tête				
	Vérification et changement thermocouples et supports				
	Changement des fusibles				
<b>Plasticolor</b>	Etalonnage capteur de trémie colorant	Electricien 1	11:00	11:45	45min
	Nettoyage balais charbon				
<b>Nettoyage d'armoires électriques</b>	Nettoyage à l'aspirateur	Electricien 1	11:45	12:15	30min
	Changement des filtres				
<b>Défileur</b>	Maintenance du défileur	Electricien 1	12:30	13:00	30min
<b>Opération Spéciale</b>	Opération Spéciale	Electricien 1	13:30	14:00	1h

- Check List du deuxième électricien :

ensemble	tache	Intervenant	Début	Fin	Durée
<b>bobinoir NPS</b>	Nettoyage capteurs de positions+ fin de course	Electricien 2	08:00	11:00	3h
	Nettoyage des photocellules positions bobine				
	Vérification des photocellules de convoyeur conipack				
	Changement automatique de bobinoir +Activation BDR				
<b>goulotte</b>	vérification résistance de chauffe et pompe d'alimentation	Electricien 2	11:00	11:30	30min
<b>Bac à eau chaude</b>	Nettoyage capteur de niveau	Electricien 2	11:30	12:30	1h
<b>circuit du frein de fil</b>	Nettoyage capteur case fil	Electricien 2	12:45	13:15	30min
	Etalonnage force de roulement				
<b>Opération Spéciale</b>	opération spéciale	Electricien 2	13:15	14:15	1h

Check List de l'électronicien :

Ensemble	Tache	Intervenant	Début	Fin	Durée
<b>diamètre à chaud</b>	Nettoyage	Bahhous	08:35	09:35	1h
	Nettoyage des diodes et des caméras				
	Installation du système de l'air				
	vérification des connecteurs				
<b>Marqueur</b>	Nettoyage circuit d'encre et vérification	Bahhous	09:35	10:05	30min
	Vérification des paramètres				
<b>Appareils d'excentrement +generateurHF</b>	Installation du système de l'air	Bahhous	10:05	11:20	1h15min
	Aspiration de poussière+ bon état de générateur				
	Fixation du câble d'alimentation				
	Nettoyage des diodes et des caméras				
	Vérification +bon d'excentrement				

<b>Appareils des nœuds</b>	Installation du système de l'air	Bahhous	11:20	12:35	1h15 min
	Nettoyage des diodes et des caméras				
	vérification de la fiche d'alimentation				
	démontage des deux appareils pour l'ajustement de position				
<b>spark tester</b>	changement de ressort	Bahhous	12:35	13:45	40min
	Vérification et Nettoyage chainette				
	Vérification				

## Annexe Chapitre 3-N°7 : Les indicateur de suivie

### 1- Le taux de réalisation des taches :

- Taux de réalisation des taches pour l'électronicien :

Ensemble	Taches prévues	Taches réalisées
<b>diamètre à chaud</b>	Nettoyage +démontage d'appareils	Nettoyage +démontage d'appareils
	Nettoyage des diodes et des caméras	Nettoyage des diodes et des caméras
	Installation du système de l'air	Installation du système de l'air
	Changement de connecteur	Changement de connecteur

<b>Marqueur</b>	Nettoyage circuit d'encre et vérification	Nettoyage circuit d'encre et vérification
	Vérification des paramètres	Vérification des paramètres

<b>Appareils d'excentrement</b>	Installation du système de l'air	Installation du système de l'air
	Aspiration de poussière+ bon état de générateur	Aspiration de poussière+ bon état de générateur
	Fixation du câble d'alimentation	Fixation du câble d'alimentation
	Nettoyage des diodes et des caméras	Nettoyage des diodes et des caméras
	Vérification +bon d'excentrement	Vérification +bon d'excentrement

<b>Appareils des nœuds</b>	Installation du système de l'air	Installation du système de l'air
	Nettoyage des diodes et des caméras	Nettoyage des diodes et des caméras
	Changement de la fiche d'alimentation	Changement de la fiche d'alimentation
	démontage des deux appareils pour l'ajustement de position	

<b>spark tester</b>	changement de ressort	
	Nettoyage de la chainette	Nettoyage de la chainette
	Vérification	Vérification
		changement chainette

<b>Taux de réalisation</b>
électricien = 94,44%

- Taux de réalisation des tâches pour le premier électricien :

<b>Ensemble</b>	<b>Tâches prévues</b>	<b>Tâches réalisées</b>
<b>Extrudeuse principale et auxiliaire</b>	Changement crayon de chauffe	
	Changement collies de chauffe	Changement collies de chauffe
	Organisation câbles des têtes	Organisation câbles des têtes
	Vérification thermocouples et supports	Vérification thermocouples et supports
	Changement des fusibles	Changement des fusibles
<b>Plasticolor</b>	Etalonnage capteur de trémie colorant	Etalonnage capteur de trémie colorant
	Nettoyage balais charbon	Nettoyage balais charbon
<b>Nettoyage d'armoire électrique</b>	Nettoyage à l'aspirateur	Nettoyage à l'aspirateur
	Changement des filtres	Changement des filtres
		changement détecteur de proximité
<b>frein de fil</b>		Changement gâchette

<b>Taux de réalisation</b>
Electricien 1 = 111,1%

- Taux de réalisation des tâches pour le deuxième électricien :

<b>Ensemble</b>	<b>Tâches prévues</b>	<b>Tâches réalisées</b>
<b>bobinoir NPS</b>	Nettoyage capteurs de positions+ fin de course	Nettoyage capteurs de positions+ fin de course
	Nettoyage des photocellules positions bobine	Nettoyage des photocellules + positions bobine
	Vérification des photocellules de convoyeur conipack	Vérification des photocellules de convoyeur conipack
	Changement automatique de bobinoir +Activation BDR	Changement automatique de bobinoir +Activation BDR

<b>Bac à eau chaude</b>	Nettoyage capteur de niveau	Nettoyage capteur de niveau
<b>goulotte</b>	vérification résistance de chauffe et pompe d'alimentation	vérification résistance de chauffe et pompe d'alimentation
<b>circuit du frein de fil</b>	Nettoyage capteur case fil	Nettoyage capteur case fil
	Etalonnage force de roulement	Etalonnage force de roulement

<b>Taux de réalisation</b>
Electricien 2 = 100%

- Taux de réalisation des tâches pour le premier mécanicien :

<b>Ensemble</b>	<b>Tache prévue</b>	<b>taches réalisés</b>
<b>Chariot transbobine</b>	Nettoyage des roues	Nettoyage des roues
	Serrage des vises de fixation de la pompe	Serrage des vises de fixation de la pompe
	Vérification du niveau d'huile	Vérification du niveau d'huile
	Graissage	Graissage
		réparation des cerceaux
<b>frein</b>	Changement de roulement de poulie	Changement de roulement de poulie de renvoie
	Vérification de la courroie	Vérification de la courroie
	Nettoyage	Nettoyage
<b>préchauffeur</b>	Vérification de poulie	changement de poulie
	Nettoyage	nettoyage
<b>extrudeuse</b>	Changement des filtres	Changement des filtres
	Vérification des vérins	Vérification des vérins
<b>grattoir</b>	Nettoyage	Nettoyage
	Graissage des glissières	Graissage des glissières
	Vérification des vérins	Vérification des vérins
<b>opération spéciale</b>	Vidange d'huile d'engrenage	Vidange d'huile d'engrenage

	Vidange antigel	
--	-----------------	--

<b>taux de réalisation des taches</b>
Mécanicien 1= 100 %

- Taux de réalisation des taches pour le premier mécanicien :

<b>ensemble</b>	<b>taches prévues</b>	<b>taches réalisées</b>
<b>sécheur</b>	Nettoyage	Nettoyage
	Changement des roulements	Changement des roulements

<b>bobinoir NPS</b>	Changement des roulements de système de guidage	Changement des roulements de système de guidage
	Changement de poulie de trancanage	Changement de poulie de trancanage
	Graissage	Graissage

<b>Goulotte</b>	Mise en place de joint d'étanchéité	Mise en place de joint d'étanchéité
	Vérification de poulie en S	Vérification de poulie en S
		changement de flasque de poulie de renvoie

<b>bac a eau chaude</b>	Nettoyage filtre	Nettoyage filtre
	Nettoyage des buses et réservoir	Nettoyage des buses et réservoir

<b>taux de réalisation de standard</b>
Mécanicien 2 = 100%

## 2- Taux de consommation des pièces de rechange :

- Pour la visite mécanique

pièce de rechange prévue		pièce de rechange consommé	
roulement 6002	2	roulement 6002	2
roulement 6003_2Z	4	roulement 6003_2Z	2
roulement 16005	8	roulement 16005	8
roulement 6206	1	roulement 6206	1
roulement 6209	4	filtre labotek	2
courroie plate	1	poulie	1
filtre labotek	2	huile d'engrenage	23 L
poulie de trancannage	1	support	2
antigel	50 L	flasque	2
huile d'engrenage	23 L	vis M6*20	10
		rondelle	1
		circlips	1

<b>Taux de consommation des pièces de rechange</b>	<b>132%</b>
--	-------------

- Pour la visite électrique

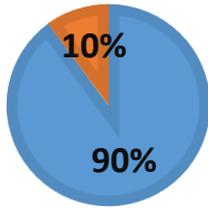
Pièce de rechange prévue		Pièce de rechange consommée	
Lampe	2	Lampe	4
Gâchette freinage	1	Gâchette freinage	1
Clé de gâchette	1	clé de gâchette	1
Filtre	1	Filtre	1
Collie de chauffe	1	Collie de chauffe	1
Fusibles	6	Chaine à bille	10
Crayon de chauffe	1	Fiche	1
Flexibles	1	Détecteur de proximité	1
Thermocouples et support	1	Cosse	7
Câble +les bornées	2	Cosse	3
		Cosse	1

<b>Taux de consommation des pièces de rechange</b>	<b>182%</b>
--	-------------

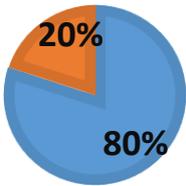
## **Annexe Chapitre 3-N°8 : La documentation du standard**

## Annexe Chapitre 3-N°9 : le questionnaire de l'audite de la maintenance après les améliorations apporter au service

### - Questionnaire de l'organisation générale

organisation générale	1	2	3	4	5		40 points possibles
						score de la rubrique	90% (36 points)
1. Est-ce que l'organisation de la fonction maintenance a été définie par écrit et approuvée ?					√	5	<p style="text-align: center;"><b>RESULTAT</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>10%</b> <b>90%</b></p>
2. les tâches de l'organisation de la maintenance préventive sont-elles vérifiées périodiquement ?					√	5	
3. existe-il des indicateurs de gestion caractérisant l'état et l'évolution de la maintenance préventive ?					√	5	
4. Le personnel d'encadrement et de supervision de la maintenance préventive est-il suffisant ?					√	5	
5. Ya-t-il des réunions périodiques avec les opérateurs pour examiner les travaux à effectuer lors de la maintenance préventive ?	√					1	
6. Existe-t-il des fiches de fonction (domaine de responsabilité et domaine d'initiative) pour chacun des exécutants de la maintenance préventive ?					√	5	
7. Les opérateurs disposent-ils de consignes écrites pour réaliser les tâches de maintenance préventive ?					√	5	
8. Les objectifs de la maintenance préventive sont-ils écrits et contrôlés périodiquement ?					√	5	

## - Questionnaire de la méthode de travail

Méthode de travail	1	2	3	4	5		45 points possibles
						score de la rubrique	80% (36 points)
1, Pour les interventions de la maintenance préventive importantes en volumes d'heures assure-t-on la préparation du travail					√	5	<div style="text-align: center;"> <p><b>RESULTAT</b></p>  <p>20%</p> <p>80%</p> </div>
2. Utilisez-vous des supports imprimés pour préparer les travaux de la maintenance préventive (fiches de préparation) ?					√	5	
3. Dispose-t-on de modes opératoires écrits pour les opérations complexes ou délicates de la maintenance préventive ?		√				2	
4. existe-t-il un rapport pour chaque intervention de maintenance préventive ?					√	5	
5. existe-t-il une méthode maintenance dédié à la préparation des plans préventifs ?			√			3	
6. Y-a-t-il des actions visant à standardiser Les opérations de la maintenance préventive ?					√	5	
7. Y-a-t-il des méthodes d'estimation globale des couts de la maintenance préventive ?	√					1	
8. L'ensemble de la documentation de la maintenance préventive est-elle correctement classée et facilement accessible ?					√	5	
9. Réservez-vous les pièces en magasin, prépare t- on des kits (pièces, outillage) avant les interventions de la maintenance préventive ?					√	5	