



Année Universitaire : 2015-2016



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

### Amélioration du processus maintenance électrique de l'usine de traitement

Lieu : Société métallurgique d'Imiter

Référence : 19 /16-MGI

Présenté par:

**Elhajji Ilham**

**Soutenu Le 17 Juin 2016 devant le jury composé de:**

- **Mr. Ennadi Abdelali (Encadrant)**
- **Mr. Herrou Brahim (Encadrant)**
- **Mr. Cherkani Hassani Mohammed (Examineur)**

# **Dédicace**

*Louange à Dieu seul, le tout puissant, plein de miséricordes. Grâce à lui ce travail a pu être achevé.*

## **A mes chers parents**

*Aucun mot, ni aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être...je vous aime.*

## **A mon Frère Amine et mes sœurs**

*Merci d'avoir été toujours là pour moi, votre joie de vivre et votre humour remplissent mon quotidien de bonheur et de joie. Votre présence dans ma vie m'aide à surmonter les moments difficiles et me redonne le sourire.*

## **A Khal Fahd,**

*Mon ami de tous les temps. Ta présence en quotidien était un pur plaisir et les poses partagées ensemble resteront un très beau souvenir.*

## **A Salima, Imane et Dounia,**

*En preuve de ma sincère amitié et en mémoire des belles années passées ensemble qui resteront gravées dans ma mémoire, je vous remercie pour votre présence à mes côtés.*

## **A tous mes amis**

**A tous mes professeurs A FST Fès**

## *Remerciements*

Il m'est agréable de m'acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toute personne, dont l'intervention de près ou de loin à ce projet, a favorisé son aboutissement.

Je tiens à remercier vivement mes éminents encadrants **M. Brahim Herrou** enseignant à EST, et **M. Ennadi Abdelali** enseignant à FST, qui n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de ce stage. Leurs conseils pertinents et leur constante disponibilité ont constitué autant un atout dans ma formation qu'un facteur déterminant dans le bon déroulement de mon stage.

Je tiens aussi à remercier mes encadrants **M. Assamer Lahcen**, et **M. Laamiri Younes**, de la société **SMI** pour leurs bienveillances à mon égard et leurs disponibilités durant toute la période de stage ainsi que pour leurs remarques pertinentes.

Mes vifs remerciements s'adressent également **aux membres du jury** pour m'avoir honoré en acceptant de juger ce travail. Ainsi que tous le corps professoral de FST, ici le témoignage de respect le plus profond.

Mes remerciements, en dernier, vont à l'ensemble du personnel de SMI, à l'ensemble du personnel de FST et à tous mes collègues.

## Résumé

Dans l'objectif d'améliorer le processus du service maintenance électrique de la SMI, notre étude vise à mener un ensemble d'actions de structuration et d'amélioration des performances du service maintenance électrique. Notre démarche pour mener à bien ce projet, est basée essentiellement sur les principes et les outils du système de gestion opérationnel.

Nous avons établi, dans un premier temps, un diagnostic de l'état initial de l'usine de traitement de la société incluant les trois composantes de la productivité : la maintenance, la qualité et les ressources humaines.

Les résultats insatisfaisants du diagnostic nous ont menés, dans un deuxième temps, à mettre en place un plan d'action destiné à augmenter la performance de l'entreprise au niveau de chacune des composantes de la productivité.

Le plan d'action, ainsi engagé, a contenu les actions suivantes :

1. Mise en place de la maintenance autonome et préventive. De ce fait, nous avons pu réaliser des gains notables en augmentant le taux de disponibilité de l'atelier de production de 71.55% à 89.88% enregistré vers la fin de la période de l'étude.
2. Le plan d'amélioration de la qualité en se basant sur le système de gestion opérationnel nous a permis d'augmenter le taux d'alimentation du backlog de 5% à 89%.
3. Les ressources humaines ont été intégrées dans le plan d'amélioration à travers un programme de développement des connaissances et compétences du personnel. Ce qui a permis d'augmenter notablement le taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines.

# *Abstract*

In order to improve electric maintenance service's process of the SMI, our study aims to conduct a set of actions for structuring and improving the various affiliates in that Department. Our approach to complete this project is mainly based on the principles and tools of SGO.

We have established, in the first instance, a diagnosis of the of the processing plant initial state including the tree components of productivity: maintenance, quality and human resources. In a second time, the insufficiency of the analysis results led us to set up

We have established, in the first instance, a diagnosis of the processing plant initial state including the tree components of productivity: maintenance, quality and human resources. In a second time, the insufficiency of the results of the analysis result led us to set up an action plan to increase business performance at each of the components of productivity. The action.

Plan contains the following actions:

- 1- We set up the autonomous and preventive maintenance. Therefore, we have achieved significant gains in increasing the availability rate of the production workshop from 71.55% to 89.88% recorded at the end of the study period.
- 2- Quality improvemnt plan based on the operational management system have developed and optimized the workflow based on the toolbox allowed us to increase feed rate of the backlog from 5% à 89%.
- 3- Human resources have been included in the improvement plan through a program of knowledge and development of skills and competences, which helped to significantly increase the rate of commitment and satisfaction of human resources.

## *Liste des abréviations*

<b>Abréviation</b>	<b>Désignation</b>
CHKL	Checklist
TDT	Tours de terrain
OT	Ordre de travail
SGO	Système de gestion opérationnel
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité
MBF	Maintenance Basée sur la Fiabilité
PDCA	Plan, DO, Check, Act
RH	Ressources Humaines
GRH	Gestion des Ressources Humaines
TPM	Total Productive Maintenance
MA	Maintenance Autonome
ME	Maintenance électrique
TDO	Taux de disponibilité opérationnelle
TAB	Taux d'alimentation du backlog
TES	Taux d'engagement et de satisfaction
ROJ	Réunion opérationnel journalier

# Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Filiales de Managem.....	2
<b>Figure 1.2</b> : société métallurgique d'Imiter filiale de Managem.....	3
<b>Figure 1.3</b> : Schéma globale du traitement du minerai.....	6
<b>Figure 1.4</b> : Organigramme de la société métallurgique d'Imiter.....	7
<b>Figure 1.5</b> : les sept comportements de la supervision active.....	9
<b>Figure 1.6</b> : les éléments d'un système de gestion opérationnelle.....	10
<b>Figure 1.7</b> : le flux SGO de la production.....	11
<b>Figure 2.1</b> : Diagramme « bête à corne » du projet.....	13
<b>Figure 2.2</b> : Diagramme "Pieuvre" pour l'identification des contraintes.....	14
<b>Figure 2.3</b> : Taux de satisfaction et d'engagement des employés interrogés.....	22
<b>Figure 2.4</b> : Synthèse séquences interviews : impact des problèmes en %.....	23
<b>Figure 2.5</b> : Diagramme Ishikawa des causes de la non-productivité.....	24
<b>Figure 2.6</b> : les anomalies recensées pour chaque phase des six étapes de la maintenance.....	25
<b>Figure 2.7</b> : Planning du projet sous MS Project.....	29
<b>Figure 3.1</b> : checklist / inspection moteur synchrone.....	31
<b>Figure 3.2</b> : Processus du backlog.....	33
<b>Figure 3.3</b> : Interface d'ouverture (Tableau de bord maintenance.....	34
<b>Figure 3.4</b> : Interface de saisie.....	35
<b>Figure 3.5</b> : Interface d'affectation.....	35
<b>Figure 3.6</b> : Plan de navigation dans l'application Backlog. ....	36
<b>Figure 3.7</b> : Taux d'alimentation du backlog après mise en place des 6 étapes de la maintenance.....	38
<b>Figure 4.1</b> : Etapes de la maintenance autonome.....	41
<b>Figure 4.2</b> : Tableau d'affichage de la maintenance autonome.....	43
<b>Figure 4.3</b> : Formulaire de l'inspection et de suivi de la maintenance.....	51
<b>Figure 4.4</b> : Evolution du taux d'application de la MA.....	52
<b>Figure 4.5</b> : diagramme Pareto pour le classement des équipements en fonction de leurs criticités.....	55
<b>Figure 4.6</b> : Evolution du temps d'arrêt hebdomadaire.....	62
<b>Figure 4.7</b> : Evolution du taux de disponibilité opérationnelle de l'atelier de production.....	62
<b>Figure 5.1</b> : Evolution du taux de satisfaction des ressources humaines durant la période du projet.....	70

# Liste des tableaux

<b>Tableau 2.1</b> : Analyse des risques du projet.....	15
<b>Tableau 2.2</b> : Résultats du diagnostic quantitatif.....	17
<b>Tableau 2.3</b> : Grille de cotation de l'état des lieux.....	17
<b>Tableau 2.4</b> : Enregistrement des arrêts de la production durant le mois Mars 2016.....	20
<b>Tableau 2.5</b> : Questionnaire de mesure du taux d'engagement et de satisfaction.....	21
<b>Tableau 2.6</b> : Plan d'action pour l'amélioration de la performance.....	27
<b>Tableau 4.1</b> : Exemple d'anomalies constatées.....	42
<b>Tableau 4.2</b> : Exemple d'action effectuée durant la marrée blanche.....	42
<b>Tableau 4.3</b> : Exemple de standard de nettoyage élaboré.....	44
<b>Tableau 4.4</b> : Recensement des sources de dégradations forcées des équipements.....	45
<b>Tableau 4.5</b> : Plan d'action de la suppression des sources de salissures.....	46
<b>Tableau 4.6</b> : Chronométrage des opérations de la maintenance du 1er et 2ème niveau après amélioration.....	47
<b>Tableau 4.7</b> : Exemple de standard de changement de roulement.....	48
<b>Tableau 4.8</b> : Plan d'entretien et de la maintenance autonome.....	50
<b>Tableau 4.9</b> : Classification des équipements de l'atelier pour analyse MBF.....	54
<b>Tableau 4.10</b> : Matrice d'analyse simplifiée des modes de défaillances.....	56
<b>Tableau 4.11</b> : Plan de la maintenance préventive des moteurs GM/ES/FH.....	58
<b>Tableau 4.12</b> : Exemples de standards de maintenance préventive élaborés.....	59
<b>Tableau 5.1</b> : Matrice d'habilité des employés.....	65
<b>Tableau 5.2</b> : Planning des formations individuelles.....	65
<b>Tableau 5.3</b> : Planification de la 1ère et 2ème journée d'un nouvel arrivant.....	66
<b>Tableau 5.4</b> : Plan de formation continue et développement des connaissances.....	68
<b>Tableau 5.5</b> : Questionnaire d'évaluation de tours de terrain Contremaitre.....	69



# Table des matières

*Dédicace*

*Remerciement*

*Résumé*

*Abstract*

*Liste des abréviations*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Table des matières*

Introduction générale..... 1

*Première partie*

*Chapitre 1*

*Environnement du projet*

I.	Présentation de l'organisme d'accueil.....	2
1.	Présentation générale.....	2
2.	Succinct historique de l'entreprise .....	3
3.	Fiche technique.....	4
4.	Activités et produits de l'entreprise.....	5
5.	Cycle d'exploitation .....	5
6.	Traitement du minerai .....	5
7.	Clients.....	7
8.	Organigramme.....	7
II.	Contexte général du projet .....	7
1.	Problématique et objectifs du projet.....	8
1.1.	Présentation de la problématique .....	8
2.	Vision de l'amélioration .....	8
2.1.	La politique globale de l'entreprise.....	8
2.2.	Supervision active .....	8

*Chapitre 2 :*

*Organisation et lancement du projet*

I.	Etude et organisation du projet .....	12
1.	Etude d'opportunité .....	12
1.1.	Comité de pilotage .....	12
1.2.	Enoncé des besoins.....	13
1.3.	Contraintes du projet .....	13
2.	Cahier des charges .....	14
3.	Analyse des risques du projet .....	14
II.	diagnostic et identification des axes de progrès .....	16
1.	Diagnostic général qualitatif du niveau de la performance de l'entreprise .....	16
2.	Diagnostic quantitatif et mesure de la productivité de l'usine de traitement .....	18
2.1.	Mesure du taux d'alimentation du backlog .....	18
2.2.	Mesure de la disponibilité de l'atelier .....	19
2.3.	Mesure du taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines .....	21
3.	Analyse des causes de la sous-productivité.....	22
3.1.	Recherche des causes .....	22
3.1.1.	Séquence interview .....	22
3.1.2.	Brown Paper.....	23
3.2.	Présentation des causes .....	23
3.2.1.	Diagramme Ishikawa .....	23
3.2.2.	Les six étapes de la maintenance .....	24
1.	Exploration des idées par la méthode des étincelles.....	26
1.1.	Identification des étincelles .....	26
2.	Planification de l'action.....	26
1.4.	Déploiement des axes de progrès .....	27
1.5.	Planning du travail .....	27

## *Deuxième partie*

### *Mise en place des plans d'amélioration*

#### *Chapitre 3 :*

##### *Mise en place des six étapes de la maintenance*

1.	Etape 1 : Identification du travail .....	30
2.	Etape 2 : Planification du travail .....	32
3.	Etape 3 : Programmation du travail.....	37

4. Etape 4 : Exécution du travail.....	37
5. Etape 5 : clôture du travail.....	38
6. Etape 6 : Analyse et fiabilité du travail .....	38
<b>Chapitre 4 :</b>	
<b><i>Amélioration de la disponibilité opérationnelle des équipements électriques</i></b>	
I. Mise en œuvre de la maintenance autonome .....	40
1. Etape 0 : Préparation et nettoyage initial.....	41
1.1. Choix du terrain pilote.....	41
1.2. Inspection initiale .....	42
1.3. Mise en place des 3 premiers « S » .....	42
1.4. Les standards de nettoyage.....	43
1.5. Le tableau d’affichage de la maintenance autonome .....	43
2. Etape 1 : Suppression des causes de dégradations forcée .....	45
2.1. Recensement des sources de dégradations forcées .....	45
2.2. Plan d’amélioration .....	45
3. Etape 2 : Définition des standards provisoires .....	47
4. Etape 3 : Transition au durable et planification de la maintenance autonome .....	49
5. Etape 4 : Conduite de la maintenance autonome.....	49
5.1. Formation des intervenants .....	49
5.2. Autonomisation de la maintenance .....	49
6. Etape 5 : Suivi et contrôle.....	51
II. Planification de la maintenance préventive.....	52
1. Préparation de l’étude .....	53
2. Détermination des équipements critiques de l’atelier.....	53
3. Analyse des défaillances des équipements critiques .....	55
4. Elaboration du plan de maintenance préventive.....	57
4.1. Planning de maintenance préventive.....	57
4.2. Les standards de maintenance préventive .....	59
5. Mise en marche et suivi des arrêts de production.....	62
5.1. Suivi hebdomadaire des arrêts de production .....	62
5.2. Suivi hebdomadaire du taux de disponibilité opérationnelle .....	62
6. Gain du plan d’amélioration de la disponibilité .....	63
6.1. Gain en taux de disponibilité opérationnelle.....	63

**Chapitre 5 :*****Valorisation des ressources humaines***

1. Planification du parcours d'intégration .....	64
2. Définition des besoins en formation .....	64
2.1. Besoins en formation individuelle.....	64
2.1. Besoins en formation collective .....	67
2.2. Planification de la formation collective .....	67
3. Définition des besoins en coaching .....	67
4. Suivi de l'engagement et la satisfaction du personnel.....	70
Conclusion générale .....	72
Références	
Annexes	

# *Introduction générale*

Les entreprises aujourd'hui au Maroc sont appelées à être de plus en plus compétitives, proposer des produits et des services de technicité et de qualité supérieure, tout en gardant un prix raisonnable. De ce fait, et pour faire face à la conjoncture économique actuelle, les entreprises industrielles se trouvent entraînées dans une vague d'amélioration continue, d'innovation, et de qualité, si elles veulent acquérir des avantages concurrentiels à l'échelle nationale et internationale.

C'est dans cet esprit que s'inscrit la vision globale de la société métallurgique d'Imer qui est fondée sur un engagement pérenne à l'amélioration et l'optimisation continue de ses performances. Ceci lui a permis de se classer parmi les meilleurs producteurs mondiaux dans le secteur du minier.

L'approche adoptée pour mener à bien notre projet, est fondée sur l'esprit « Système de gestion opérationnel », ayant comme principale ambition de fédérer de façon cohérente l'ensemble des démarches de progrès.

Pour ce faire, nous avons structuré notre démarche selon deux volets complémentaires, la première porte sur une analyse de l'état des lieux initial permettant de cibler les sources de la non-performance au sein de l'entreprise. Le second traite les plans d'actions permettant d'augmenter le niveau de performance ce qui a été détaillé en deux parties :

- ✓ La première partie (chapitre 1 et 2) est consacrée à la présentation du contexte général incluant les différents éléments de l'environnement de notre projet. Ensuite, nous détaillons le diagnostic et l'état des lieux de la situation initiale de l'entreprise
- ✓ La deuxième partie (chapitre 1, 2 et 3) explicite la mise en place des actions d'amélioration relatives à la qualité, la maintenance et les ressources humaines, développant à la fois les méthodes poursuivies et les résultats obtenus.

# *Première partie*

## **Présentation du contexte du projet**

Un projet est une œuvre innovante destinée à satisfaire un besoin, ou répondre à une problématique dans un environnement particulier. A cet effet, et dans le cadre de la politique de l'amélioration continue, la SMI s'engage dans l'amélioration des performances de ces services de maintenance.

Le bon déroulement de ce projet suppose d'abord une bonne compréhension de l'environnement du travail constitué de l'entreprise d'accueil, des différents acteurs en interne et en externe de l'organisme et de la démarche poursuivie lors de l'étude. En plus, ce projet est conditionné par un cahier des charges que nous avons reçu de la part du service maintenance électrique. Celui-ci est complété par une analyse en vue de déceler les opportunités, les menaces et les contraintes du projet. A la suite de cette analyse et à une quantification de la situation de départ, un plan d'action consistant sera élaboré qui conditionnera le déroulement du projet et assurera l'atteinte des résultats souhaités.

Dans cet esprit, nous avons structuré cette première partie comme suit :

- ❖ Un premier chapitre consacré à la présentation du lieu du travail : la société métallurgique d'Imiter et ses activités.
- ❖ Un deuxième chapitre destiné à analyser les opportunités offertes par ce projet et ressentir le besoin effectif de celui-ci. Et enfin, planifier l'ensemble des actions contenues dans le projet en se basant sur les résultats d'un diagnostic effectué sur le terrain.

## Chapitre 1 :

### *Environnement du projet*

*Ce chapitre est dédié à l'analyse de l'environnement interne et externe déterminant pour le projet, l'identification des influences et des exigences et, sur cette base, la définition des opportunités, des menaces et des contraintes du projet. Puis, la planification du contenu du projet.*

## Introduction

Un projet est entouré par un ensemble d'éléments constituant son environnement. Ces éléments sont la source d'opportunités et de progrès et parfois de menace.

De ce fait, la consistance d'un travail vient de sa compréhension de son environnement, ses forces et ses faiblesses et de sa capacité de créer l'évolution. Ainsi, une étude de l'environnement permettra de définir avec plus de précision les choix qui nous sont proposés afin de déterminer la stratégie du projet et de nous éviter de prendre des décisions non appropriées.

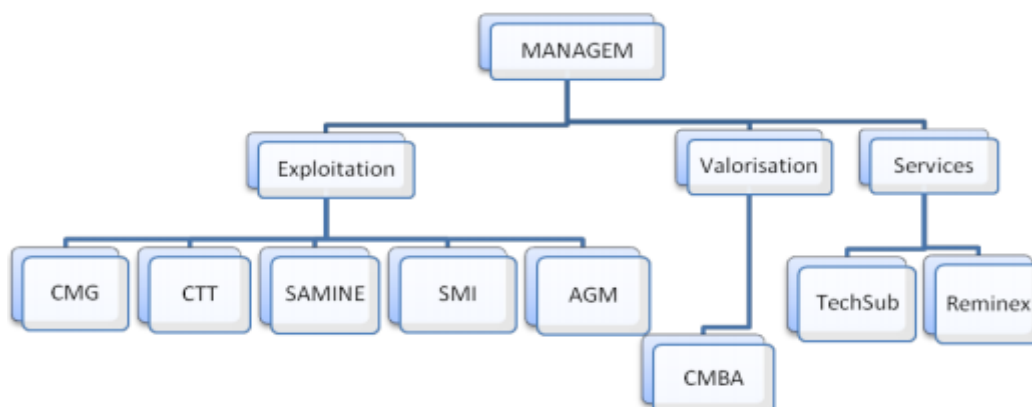
Le présent chapitre est une véritable clef consistant à introduire une présentation abrégée de la société d'accueil SMI, et montrer la forte relation entre la vision globale de l'entreprise et l'apport de notre projet.

## I. Présentation de l'organisme d'accueil

### 1. Présentation générale

Le Groupe MANAGEM a été créé en 1928 et opère actuellement sur trois secteurs d'activités : recherche, exploitation et valorisation. Le Groupe MANAGEM a développé un réel savoir-faire en termes de maîtrise des opérations d'exploitation minière, de valorisation des minerais, d'exploration, d'innovation et de démarche de développement durable. Il est en phase d'exporter aujourd'hui dans d'autres pays africains.

Dans le domaine de la mine, MANAGEM exploite plusieurs gisements à l'étranger, « Gabon, Soudan... », Ainsi qu'au Maroc où elle exploite plusieurs districts :



*Figure 1.1 : Filiales de Managem*



La SMI est une filiale du groupe Managem classée 16<sup>e</sup> mondiale, pole mine de la SNI, exploite le gisement métallique d'argent d'Imiter, situé à 150 km à l'est d'Ouarzazate. Elle produit des lingots d'argent métal d'une pureté de 99,5 %.

S'inscrivant comme un leader du secteur minier marocain, ainsi comme un opérateur solide exploitant des gisements de qualité sur le plan international. Managem est une marque qui garantit la disponibilité et la qualité du produit selon les normes internationales afin de répondre aux exigences de ces clients.



*Figure 1.2 : société métallurgique d'Imiter filiale de Managem*

## 2. Succinct historique de l'entreprise

La filiale SMI a été créée en 1969, à l'initiative du bureau de recherche et de proposition minière (BRPM) et du groupe ONA (actionnaire à hauteur de 31%) pour l'exploitation des haldes argentifère du site d'Imiter.

Nous présentons les événements les plus marquants de l'histoire de la société métallurgique d'Imiter :

**1970 à 1975** : Gestion de la SMI confiée à l'ONA.

**1983** : Les administrateurs de la société décident d'investir plus de 300 MDh pour adapter l'outil de production de la SMI à sa nouvelle vocation, décision alors justifiée par des réserves estimées à 1200 tonnes d'Argent métal et un programme d'exploitation d'une dizaine d'années.

**1985** : Lancement des travaux pour la réalisation du projet d'extension.

**1988** : Les travaux du projet d'extension sont achevés. Ils comprennent une nouvelle infrastructure minière, une nouvelle usine de traitement, une fonderie, un laboratoire d'analyse, un atelier d'entretien et d'autres réalisations annexes telles que la cité du personnel à Tinghir comptant plus de 300 logements. À l'issue de cette extension, la capacité de traitement de la SMI a évolué de 200t de minerai par jour à 650 t/jour, et la capacité de production devint de l'ordre de 120 t d'Ag métal par an.

**1994** : Grâce à une série d'aménagements effectués par la SMI sur les différentes phases de la production, la société parvient à augmenter sa capacité de production à 200t d'Argent métal/an en moyenne.

**1995** : Découverte du gisement Imiter II.

**1996** : Privatisation par cession de 36% du capital détenu par le BRPM à MANAGEM.

**1997** : Introduction en bourse par cession au public de 20% du capital détenu par le BRPM.

Durant la même période, MANAGEM a exercé son option d'achat de 13% de la SMI, portant sa participation à 80%. Cette année a également été marquée par l'acquisition du gisement d'Igoudrane.

**1998** : Lancement du projet d'extension de l'usine de traitement d'Imiter permettant de porter la capacité de traitement journalière à 1400 t/j. Le démarrage des installations de l'extension de l'usine de SMI a eu lieu en juillet 1999.

**2013** : Démarrage de l'extension de SMI. Dans le but d'atteindre une capacité de traitement journalière de 2600t

### 3. Fiche technique

Opérateur : SMI
Siège social : 191, bd Mohamed Zerkouti, Twin center, Tour A, Maarif CASABLANCA
Forme juridique : Société Anonyme
Capital : 164 509 000 Dhs
Chiffre d'affaire : 1 039 000 000 Dhs
Téléphone : +212 5 24 83 03 02/03
Fax : +212 5 24 83 03 11
Site web: <a href="http://www.managemgroup.com">http://www.managemgroup.com</a>
Directeur d'exploitation : Mr. Benmoumen Mohamed
Localisation : À 150 km à l'Est d'Ouarzazate - Maroc.
Produit : Anode d'argent
Production annuelle : 210 T/an
Salariés permanents : 650

#### 4. Activités et produits de l'entreprise

Les activités de l'entreprise SMI s'articulent autour de la gestion du cycle de vie minier, qui se résume en : l'exploration, l'exploitation, traitement du minerai argentifère et valorisation des effluents (rejets gazeux) et rejets miniers.

#### 5. Cycle d'exploitation

L'exploitation d'un gisement de type filonien s'effectue selon un cycle comportant les étapes suivantes :

- **Abattage** : première étape du cycle de production, consiste à fragmenter la roche compacte. Il se fait en trois sous étapes à savoir : la foration, le chargement en explosifs et le tir
- **Déblayage** : évacuation des produits abattus du front vers les cheminées de jet ;
- **Remblayage** : consiste à remplir la tranche exploitée par du remblai cimenté (cas d'Imiter I, Imiter II et Imiter Sud) ou du remblai mécanique (cas d'Imiter Est) afin de pouvoir exploiter la tranche sus-jacente en toute sécurité ;
- **Roulage** : transport du produit par des locotracteurs de capacité 50 tonnes à partir des cheminées de jet vers la cheminée silo ;
- **Extraction** : évacuation du produit des cheminées silo vers le stock usine.

#### 6. Traitement du minerai

La figure 1.3 schématise le cycle de traitement du minerai qui a comme entrée le tout venant et comme produit final les anodes d'argent.



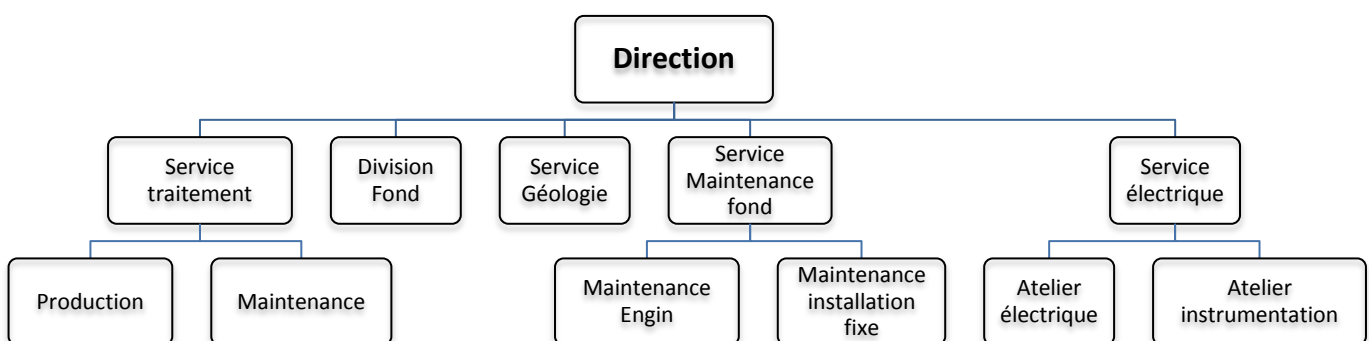
- ✓ **Flottation** : La flottation est un procédé de concentration basé sur la propriété d'hydrophobicité de la surface.
- ✓ **Cyanuration** : La cyanuration a pour but la mise en solution de l'argent en milieu cyanuré et aéré récupérable par une séparation solide-liquide.
- ✓ **Cémentation** : La cémentation permet de récupérer l'argent dissous dans les eaux mères en utilisant le zinc comme réducteur.
- ✓ **Fusion** : C'est la dernière étape du traitement de minerai. La fonderie reçoit l'argent massif récupéré depuis le fond, le CGF, le CGG, le minerai récupéré lors de la vidange occasionnelle du Jig et le ciment d'argent. Le tout subira un grillage, fusion et affinage au bout duquel on obtiendra une anode d'Argent à 99.5% pur.

## 7. Clients

Une filiale du Groupe MANAGEM (MANTRAD) s'occupe de la commercialisation et du trading des produits MANAGEM, à des clients répartis dans le monde entier parmi lesquels:

- ✗ Valcambi SA
- ✗ IGR: Istanbul Gold Refinery

## 8. Organigramme



*Figure 1.4 : Organigramme de la société métallurgique d'Imiter*

## II. Contexte général du projet

Un projet doit être bien pensé dès le départ. Cette étape est donc essentielle, car elle conditionnera le développement de celui-ci.

## 1. Problématique et objectifs du projet

### 1.1. Présentation de la problématique

En tant que le leader dans le marché du minerai au Maroc, la SMI est obligée de s'améliorer continuellement et d'optimiser la qualité de ses produits à travers l'amélioration de son service maintenance électrique.

La problématique étant essentiellement liée au manque de la culture de mesure, d'où un écart systématique par rapport aux objectifs du service. La difficulté englobe les aspects humains (résistance au changement), mais aussi des aspects organisationnels (gestion des travaux de la maintenance).

### 1.2. Finalités du projet

Le responsable du service maintenance électrique de la société métallurgique d'Imiter a souligné un certain nombre d'objectifs et finalités de ce projet qui englobent :

- ✘ Formalisation et utilisation des check-lists lors des tours de terrain.
- ✘ Alimentation du backlog (panier de travaux) par les travaux collectés.
- ✘ Communication des résultats des chantiers 5S
- ✘ La mise en place d'une démarche d'optimisation de la performance

## 2. Vision de l'amélioration

### 2.1. La politique globale de l'entreprise

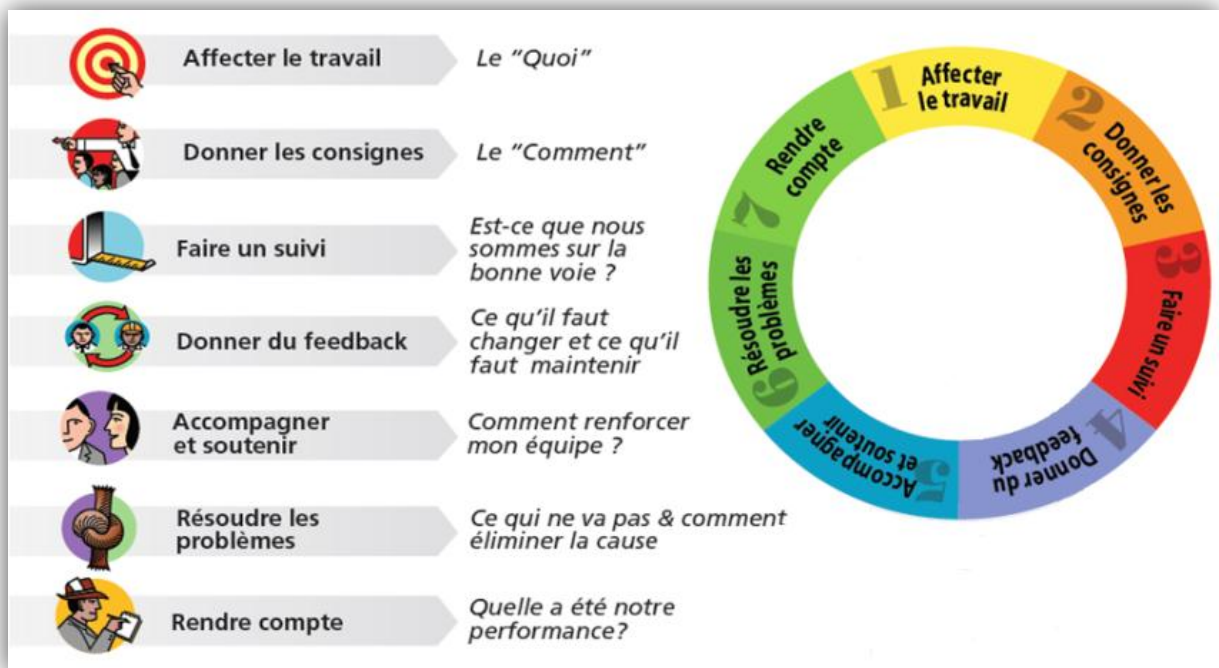
La société métallurgique d'Imiter est en train d'adopter une nouvelle approche managériale basée sur la qualité, le coût et le délai en tant que défis prioritaires à relever dans tout projet entrepris. C'est pourquoi l'aspect organisationnel est important pour mettre l'accent sur l'amélioration afin d'optimiser la performance.

Dans cette perspective d'amélioration et dans le but d'atteindre les objectifs du projet, nous avons pensé à mobiliser les outils de la supervision active (les 7 comportements du management actif et les systèmes de pilotage)

### 2.2. Supervision active

La supervision active est une démarche de gestion de personnel par proximité, dans le but d'éclaircir les objectifs opérationnels du service, elle contient un ensemble d'outils de pilotage

nécessaire aux pratiques managériales. Cette démarche est subdivisée en 7 comportements comme le montre la figure 1.5.



*Figure 1.5 : les sept comportements de la supervision active*

Le SGO ou système de gestion opérationnel est un système qui regroupe les outils, méthodes et approches de gestions opérationnels de la performance. Ce système est en effet transverse et applicable à toute unité de production dans la mine de la SMI. Des instances de vérification, coordinations entre les services sont déroulées d'une manière hebdomadaire pour mesurer l'efficacité du système.

#### ✓ Les éléments d'un système de gestion opérationnelle

Le système de gestion opérationnel contient 5 éléments comme le montre la figure 1.6 qui sont la prévision, plan, calendrier mise en œuvre et rapport et évaluation. En effet une application de ce système permet une gestion et amélioration continue du processus du service maintenance électrique de la mine.

Dans notre projet nous avons focalisé nos efforts sur la mise en œuvre et l'évaluation comme deux éléments principales de l'amélioration continue.



*Figure 1.6 : les éléments d'un système de gestion opérationnelle*

### ✓ Le flux SGO de la production

Dans le cadre de l'amélioration continue des processus, nous avons établi le flux SGO de la production, afin d'augmenter la disponibilité opérationnelle des équipements. La figure 1.7 résume les différents plannings, réunions et rapports permettant la réussite de l'élaboration du dit flux.





## **Conclusion**

La grande volonté de l'amélioration justifie l'intérêt du déploiement d'un projet de performance au sein du service maintenance électrique en suivant la démarche décrite précédemment et en se basant sur les principes de l'amélioration continue.

Dans ce qui suit, sera détaillée la démarche d'étude, du diagnostic, de planification et d'organisation des actions à entreprendre pour mener à bien notre projet dans un cadre conceptuel de qualité, basé sur la roue de l'amélioration de Deming (Planifier, Déployer, Contrôler, Agir).

## *Chapitre 2 :*

# *Organisation et lancement du projet*

*La gestion de projet est un processus obligeant à innover en matière procédurale pour faire travailler un ensemble d'acteurs. C'est pourquoi l'organisation au départ du projet est une nécessité. Cet axe détaille la démarche d'étude avant-projet, de planification et d'organisation avant le lancement effectif du projet.*

## Introduction

Un projet de changement consiste, à partir de la situation actuelle de l'entreprise, en l'atteinte d'une situation améliorée à une certaine échéance compte tenu des évolutions de l'environnement de l'entreprise.

Comme dans tout autre projet, le processus se déroule en trois phases :

- ✓ Etude et analyse du besoin ;
- ✓ Diagnostic de la situation initiale ;
- ✓ Planification de l'action.

Il est judicieux de noter que le projet d'amélioration s'appuie au même temps sur la notion de problème et sur un objectif à atteindre.

## I. Etude et organisation du projet

Pour que le projet soit géré dans un contexte de qualité, la phase d'avant-projet consiste à mener les pré-études visant à organiser de bout en bout le bon déroulement du projet. Il s'agit, désormais, de se préparer bien en amont afin d'être certain de satisfaire le besoin ressenti par les responsables du projet et de préparer les conditions préalables pour en réussir.

De ce fait, et pour pouvoir maîtriser le pilotage de l'ensemble du projet, nous devons inclure tous les facteurs influençant le bon déroulement de notre projet pour ne pas faire face à des surprises, des événements inattendus, des imprévus et des obstacles. Cette phase d'avant-projet consiste à identifier le besoin, définir comment se déroulera le projet et ce que sera sa valeur ajoutée. Cette définition du projet à développer se concrétise par la rédaction du cahier des charges avant d'entamer la phase d'analyse des risques.

### 1. Etude d'opportunité

Cette étape d'avant-projet permet d'étudier la demande de projet et de décider si le concept est viable. Cette première étape a pour enjeu de valider la demande des responsables du projet par rapport à nos objectifs généraux.

#### 1.1. Comité de pilotage

✘ **Le maître d’ouvrage**

Le maître d’ouvrage de ce projet est la société métallurgique d’Imiter, représentée par Laamiri Younes (responsable qualité et performance) et Assamer Lahcen (responsable service maintenance électrique).

✘ **Le maître d’œuvre**

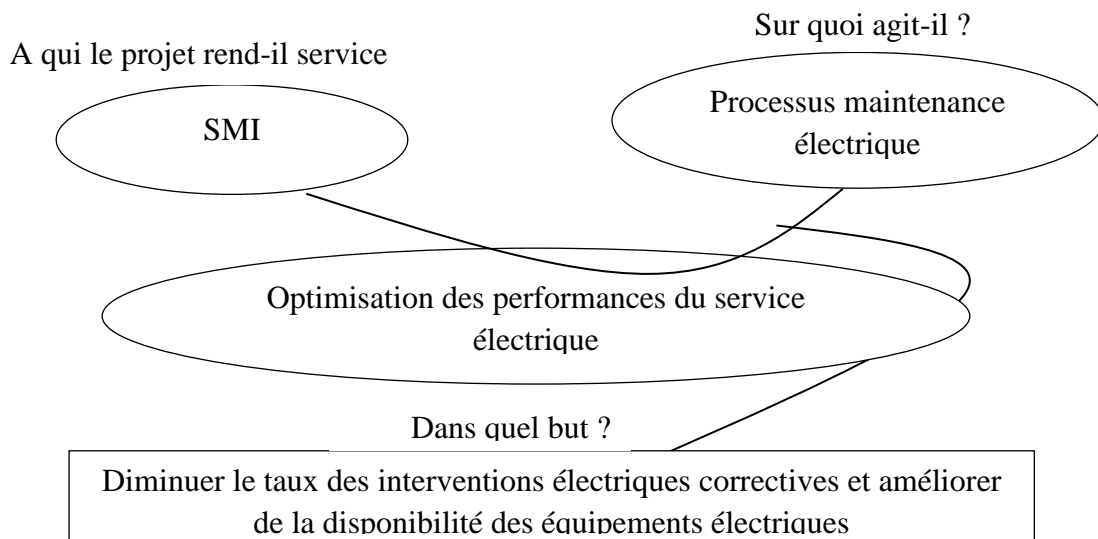
Le maître d’œuvre du projet est Elhajji Ilham, étudiante en 2ème année master Génie industriel à la faculté des sciences et techniques de Fès.

✘ **Le tuteur pédagogique**

Ce projet est sous l’encadrement pédagogique de Dr. Ennadi Abdelali Enseignant chercheur à la faculté des sciences et techniques de Fès, et Dr. Herrou Brahim Enseignant chercheur à l’école supérieur de technologie de Fès.

1.2. **Enoncé des besoins**

Afin de formaliser le besoin de la SMI, nous avons eu recours au diagramme bête à corne suivant :

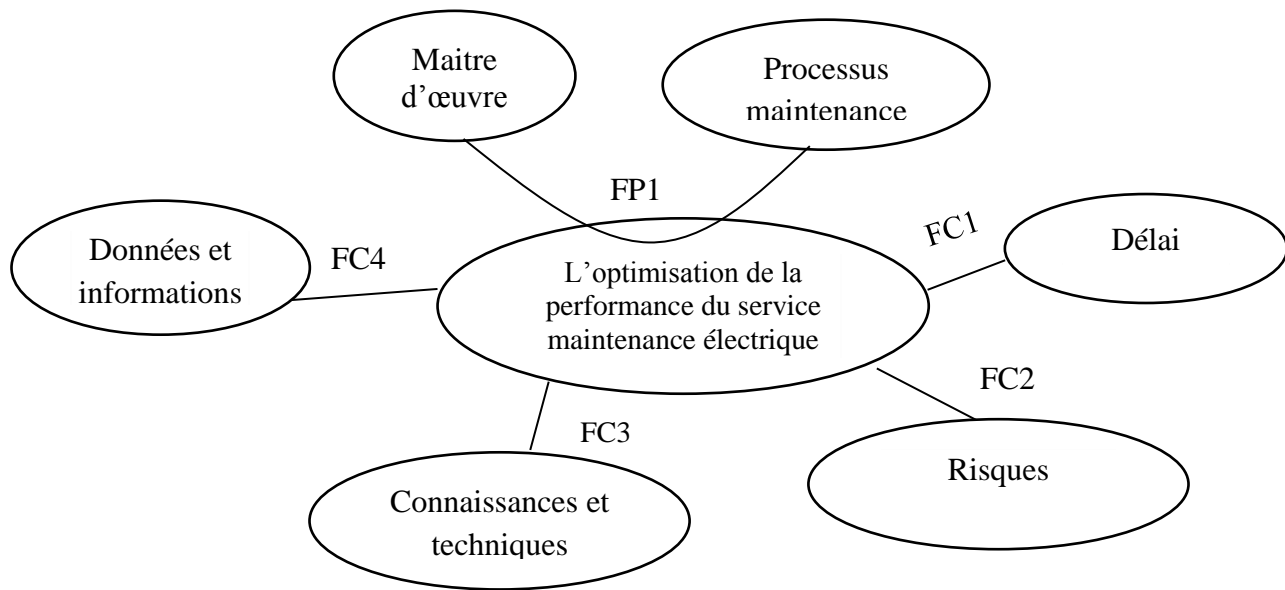


*Figure 2.1 : Diagramme « bête à corne » du projet*

1.3. **Contraintes du projet**

Le projet induira des contraintes spécifiques. Il convient donc de les repérer, afin de les prendre en considération au cours de la réalisation du projet. Nous utilisons ainsi le diagramme de la pieuvre fonctionnelle (figure 2.2), l’outil le plus recommandé pour la détermination des contraintes.

Cet outil consiste à identifier à quoi doivent répondre la structuration et la gestion d'un projet, en termes de contraintes et de fonctions principales, sans être exhaustives.



*Figure 2.2 : Diagramme "Pieuvre" pour l'identification des contraintes*

**FP1** : Améliorer le processus de la maintenance

**FC1** : Respecter les délais

**FC2** : Limiter les risques

**FC3** : Appliquer les connaissances et techniques acquises

**FC4** : Exploiter les données de l'entreprise et garder leur confidentialité.

## 2. Cahier des charges

Arrivée à ce stade de l'étude d'avant-projet, il est temps de préciser ce qui contient le document contractuel décrivant les missions attendues du maître d'œuvre par le maître d'ouvrage. Le responsable de la maintenance électrique nous a communiqué le cahier des charges comportant un ensemble d'exigences. Le cahier des charges contient les éléments suivants :

- Proposition des axes d'amélioration à travers le déploiement l'établissement d'un plan d'action opérationnel.
- Instauration de la démarche 5S.

## 3. Analyse des risques du projet

Afin de limiter l'impact des aléas et des imprévus pouvant se produire au cours de notre projet, nous devons introduire une gestion des risques dans notre conduite de projet. Pour cela, il nous faudra dans un premier temps analyser les risques puis les maîtriser.

Il convient, alors, d'adopter une démarche structurée d'évaluation et de gestion des risques. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur les deux échelles la probabilité et la gravité :

**Probabilité**

- 1 : Très peu probable
- 2 : Rare, peu probable
- 3 : Risque fréquent
- 4 : Risque fort probable

**Gravité**

- 1 : Conséquences insignifiantes
- 2 : Conséquences sans gravité
- 3 : Conséquences majeures significatives
- 4 : Conséquences importantes, catastrophiques, qui peuvent mettre en question l'ensemble du projet.

La criticité des risques sera calculée par la formule suivante : **Criticité** = Probabilité x Gravité

**Tableau 2.1 : Analyse des risques du projet**

Risque	probabilité	Gravité	criticité	Impact	Nature du risque	Action de réduction du risque
Inachèvement du Projet dans le délai prévu	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Échec du projet</li> <li>✗ Non-respect du contrat avec le maître d'œuvre</li> </ul>	Organisationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Planification à l'avance</li> <li>✗ Suivi et réajustement</li> </ul>
Déviations par rapport au sujet d'étude et objectifs généraux	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Projet sans valeur ajoutée</li> <li>✗ Non-respect du contrat avec le maître d'œuvre</li> </ul>	Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Planification et suivi d'avancement</li> <li>✗ Présentation systématique de l'état d'avancement devant le tuteur pédagogique et le tuteur du PFE</li> </ul>
Non atteinte des résultats prévus du projet	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Projet sans valeur ajoutée</li> <li>✗ Non-respect du contrat avec le maître d'œuvre</li> </ul>	Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Collaboration avec les hommes de terrain</li> <li>✗ Suivi des résultats</li> </ul>
Perte d'informations liée aux problèmes informatiques	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Pas de traces écrites du projet</li> <li>✗ Retard du projet</li> </ul>	Organisationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Création des copies et enregistrement sur plusieurs endroits</li> </ul>
Indisponibilité liée aux risques des maladies et des accidents de travail	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Retard du projet</li> </ul>	Humain	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Respect des consignes de sécurité</li> <li>✗ Port des EPI à chaque sortie à l'atelier</li> </ul>
Non-fiabilité des Mesures des paramètres	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Résultats erronés</li> <li>✗ Non atteinte des objectifs</li> </ul>	Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Prise de mesures plusieurs fois</li> <li>✗ Vérification de la fiabilité des moyens de mesure</li> </ul>

L'organisation du projet, la délimitation précise du périmètre du travail et la mise en valeur du cahier des charges ont été effectuées en tenant compte de tous les paramètres. Ceci permettra de lancer la phase de diagnostic en vue de subdiviser le travail en sous-projets constituant un plan d'action global et possédant chacun son propre périmètre.

## II. diagnostic et identification des axes de progrès

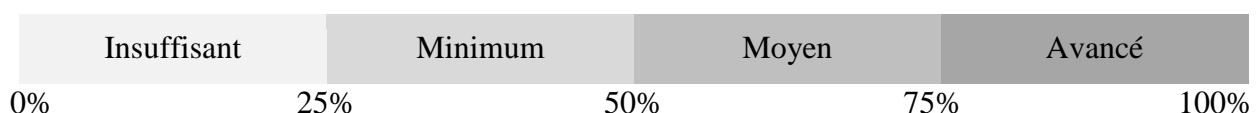
L'adage populaire dit « que l'on ne connaît que ce que l'on mesure ». D'ailleurs, la première mesure est indispensable dans tout projet pour fixer l'état des lieux initial. Avant d'aller sur le terrain et observer les pratiques de la maintenance dans l'entreprise, nous avons trouvé judicieux de se fixer quelques axes sur lesquels nous voulons agir et conduire la progression en relation avec ce qui nous a été demandé dans le cahier des charges. Et étant donné, que notre projet touche plusieurs aspects techniques, organisationnels et humains, j'ai décidé de mettre en exergue les éléments défailants en matière de la maintenance et la qualité.

L'expérience montre que le simple fait d'annoncer la mise en place d'un système de suivi et de mesure fait gagner spontanément quelques points de performance. Cela s'explique par le souci des individus de ne pas être pris en défaut. Par conséquent, ils s'appliquent davantage et corrigent quelques pratiques déviantes restées invisibles jusque-là.

De ce fait, la sous-performance est suscitée par le facteur humain, ses pratiques, attitudes, compétences et connaissances. Par conséquent, il est important d'englober ce facteur dans la démarche du progrès en tant qu'acteur principal du changement.

### 1. Diagnostic général qualitatif du niveau de la performance de l'entreprise

Afin d'évaluer la performance du service maintenance électrique, nous avons conduit un diagnostic de la situation de départ avec l'accompagnement du contremaître. Une grille de cotation (tableau 2.3) a permis de quantifier les résultats de l'étude qualitative menée sur les trois piliers de la productivité cités précédemment, en se référant à l'échelle suivante :



Ainsi, nous avons obtenu les résultats résumés en tableau 2.2



**Tableau 2.2 : Résultats du diagnostic quantitatif**

Pilier de la productivité	Note obtenue	Note maximale	Pourcentage	Etat
Gestion de la maintenance	6	20	30%	Minimum
Qualité	7	20	35%	Minimum
Management des ressources humaines	8	20	40%	Minimum

**Tableau 2.3 : Grille de cotation de l'état des lieux**

Catégorie	Critère	Évaluation	
maintenance	Une maintenance planifiée est mise en place ?	2	6
	Des standards de maintenance sont appliqués ?	2	
	Les postes et les équipements sont bien nettoyés et préparés ?	1	
	Outillage de maintenance est disponible sur le poste de travail ?	1	
	Score gestion de la maintenance		
Qualité	Une culture de la qualité est déployée dans l'entreprise ?	1	7
	Les coachings sont effectués régulièrement ?	1	
	Les audits sont effectués régulièrement ?	2	
	La résolution de problèmes est déployée et des plans d'action sont mis en place ?	3	
	Score assurance de la qualité		
Ressources humaines	Des formations effectuées régulièrement ?	2	8
	Des standards et leçons ponctuels sont mis en œuvre ?	1	
	Des instructions et modes opératoires existent et leurs actualisations se font régulièrement ?	2	
	Une grille de polyvalence est mise à jour pour connaître qui sait faire quoi ?	3	
	Score management des ressources humaines		

A partir de l'analyse qualitative menée, nous avons pu relever le défi de la performance organisationnelle. Le choix des trois piliers du diagnostic est justifié vu qu'il existe des potentiels énormes d'efficacité à gagner dans ces trois domaines. Or, le premier constat effectué via cette analyse qualitative a permis de mettre le point sur les difficultés rencontrées par l'entreprise dans ces domaines.

La situation est alarmante, mais à quel niveau ? Tel est l'objectif de l'analyse quantitative suivante.

## 2. Diagnostic quantitatif et mesure de la productivité de l'usine de traitement

Les résultats qualitatifs donnés par le diagnostic ne sont pas suffisants pour juger le niveau de performance du service. En effet, il est impératif de :

- ✓ Mesurer ses performances.
- ✓ Suivre l'évolution de ses performances et les comparer à l'objectif fixé.

Ainsi, lorsqu'un indicateur révèle un écart entre les performances réalisées et les performances attendues, il est possible de déclencher une action. En tenant compte des piliers de la productivité fixés précédemment et de la facilité d'acquisition des informations qui alimentent ces indicateurs, nous avons trouvé pertinent de choisir les indicateurs suivants (**annexe 2.2**) :

- ✓ **Taux d'alimentation du backlog** : pour mesurer le respect des consignes du SGO, et par conséquent faire un suivi de l'évolution du taux de la maintenance préventive par rapport au taux de la maintenance corrective.
- ✓ **Taux de la disponibilité opérationnelle** : un indicateur relié au pilier de la gestion de la maintenance des équipements.
- ✓ **Taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines** : pour mesurer à la fois la satisfaction et l'implication des employés dans les activités de l'entreprise. Il s'inscrit dans le pilier de la gestion des ressources humaines.

### 2.1. Mesure du taux d'alimentation du backlog

Pour assurer la gestion de la maintenance, un planning est généré chaque semaine. Ce planning est concrétisé par un tableau de bord appelé backlog. Ce dernier doit se faire à la base de la capacité nette du service. Idéalement, le planning doit contenir un taux de maintenance corrective de 50% et un taux de maintenance préventive de 50% préventive.

Réellement, la corrective prends plus de 70% dans ledit planning, ce qui donne lieu à :

- ✓ Faible taux de clôture des actions préventives.
- ✓ Sous dimensionnement des interventions préventives par rapport à la capacité nette.

Durant la phase du diagnostic nous avons remarqué que l'alimentation de ce dernier est très faible voire absente. Par qualification quantitatif ce taux ne dépasse pas 6%.

## 2.2. Mesure de la disponibilité de l'atelier

L'atelier de production de SMI n'est pas disponible à 100%. Ceci se manifeste par les arrêts imprévus de production et les interventions non planifiées et aléatoirement effectuées. Ces pratiques de la maintenance engendrent une situation défavorable qui dégrade le parc machine de l'entreprise et génère des surcoûts d'exploitation dus à la non-rationalisation de l'utilisation des équipements et moyens de production. Chaque arrêt prévu ou imprévu est enregistré avec sa durée.

Les résultats du diagnostic sont présentés dans le tableau 2.4.

### ✓ Calcul du taux de disponibilité de l'atelier

L'usine ouvre 7j/7 et 24h/24. Le temps d'ouverture pendant la période de mesurage est de 1 mois, soit de 672 h.

Or, le temps total des arrêts de la production est de 191h09min. Alors, le taux de disponibilité opérationnelle de l'atelier se calcule comme suit :

$$\begin{aligned} \text{taux de disponibilité} &= \frac{\text{temps opératinnel}}{\text{temps d'ouverture}} = \frac{\text{temps d'ouverture} - \text{durée des arrêts}}{\text{temps d'ouverture}} \\ &= \frac{672 - 191.15}{672} = 71.55\% \end{aligned}$$

Le responsable du service maintenance électrique a fixé le taux de disponibilité opérationnel à 97% comme objectif, en effet le taux que nous avons trouvé durant la période du diagnostic est très loin de l'objectif, c'est dans ce contexte que nous avons consacré presque 50% de la durée du projet à l'amélioration de ce taux.

**Tableau 2.4 : Enregistrement des arrêts de la production durant le mois Mars 2016**

Date	Equipement	Type d'intervention	Durée
02/03/2016	EQ01	Arrêt Usine par déclenchement du Broyeur	2h45min
03/03/2016	JIG	Arrêt Usine pour éliminer les fuites et vider les JIGS.	5h08min
04/03/2016	EQ01	arrêt Usine par défaut de passerelle et déclenchement de EQ01	5h35min
05/03/2016	EQ01/ES	Arrêt Usine par manque de TV, déclenchement de EQ01 par défaut de passerelle et coupure des courroies de ES1	11h23min
06/03/2016	EQ01	Arrêt usine par manque de TV et déclenchement de EQ01 par défaut de passerelle	5h46min
07/03/2016	EQ01	Arrêt usine par manque de TV et déclenchement du Broyeur par défaut de passerelle	6h16min
08/03/2016	EQ01	Arrêt Usine par déclenchement de la section broyage suite au défaut de passerelle.	53min
09/03/2016	EQ01	Arrêt Usine par défaut de passerelle	1h23min
10/03/2016	EQ01+ES	Arrêt par déclenchement du Broyeur et arrêt par refoulement nul de ES1	1h59min
11/03/2016	EQ01+FC+EH	Arrêt de l'usine pour élimination de fuites sur l'entrée de EQ01, FC, et EH et décoincement de FF62	2h53min
12/03/2016	EA	Arrêt de l'usine pour les travaux de décoincement de EA02	1h27min
13/03/2016	EQ01	Arrêt par déclenchement du Broyeur	4h03min
14/03/2016	EQ01	Arrêt usine par déclenchement du Broyeur par défaut de passerelle	27min
15/03/2016	EQ01	Arrêt usine par déclenchement du Broyeur par défaut de passerelle	4h13min
16/03/2016		Arrêt usine par Manque TV	24h
17/03/2016	EQ01+ES+GM	Arrêt usine par Déclenchement du broyeur EQ +ES + GM plusieurs fois	8h35min
18/03/2016	ES	Arrêt usine par fuit énorme sur la bache ES	2h32min
19/03/2016	EQ01+GM+ES	Arrêt usine par déclenchement du broyeur EQ01 +GM+ES	1h07min
20/03/2016		Arrêt usine par manque de TV et chute électrique partielle	8h50min
21/03/2016	ES+EQ01	Arrêt usine par changement de tresse de ES1 et déclenchement du broyeur EQ01	2h03min
22/03/2016	ES	Arrêt usine par coupure des courroies de ES2 et permutation des conduites ES2 et ES1	3h07min
23/03/2016		Arrêt programmé	21h50min
24/03/2016		Arrêt usine par travaux mécanique	24h
25/03/2016		Arrêt usine par manque de TV et par chute électrique	10h17min
26/03/2016		Arrêt usine par manque de TV et chute électrique partielle.	3h28min
27/03/2016	ES	Arrêt usine par coupure des courroies de ES2	3h33min
28/03/2016		Arrêt usine par manque de TV et chute électrique partielle	9h21min
29/03/2016		Panne système de serrage de HP4	1h27min
	Tous les moteurs	Nettoyage et graissage	12h53min
		Total	191h09min


### 2.3. Mesure du taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines

Pour l'axe des ressources humaines, nous cherchons un équilibre entre l'engagement du salarié dans la politique managériale d'amélioration de l'entreprise et sa propre satisfaction interne et son développement permanent dans le cadre du présent projet d'amélioration. Dans ce sens, nous avons défini le taux d'engagement et de satisfaction sur la base d'une pensée opérée à partir de 6 questions types composées de :

- ✓ 2 questions mesurant l'affirmation par le salarié interrogé de son attachement à l'entreprise.
- ✓ 2 questions pour mesurer sa satisfaction de son niveau opérationnel dans l'entreprise.
- ✓ 2 questions enfin pour mesurer son action dans l'entreprise.

Un questionnaire (tableau 2.5) est élaboré et diffusé auprès des opérateurs et les responsables de l'entreprise pour chiffrer cet indicateur.

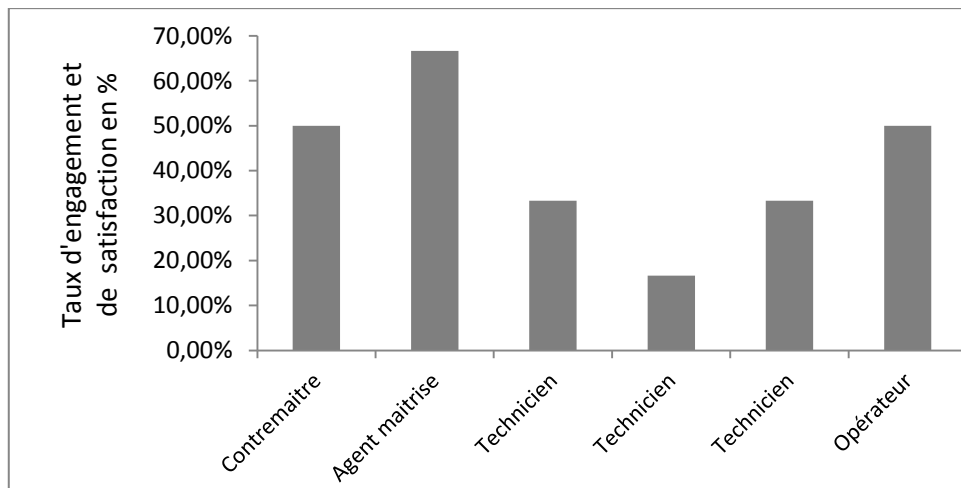
**Tableau 2.5 : Questionnaire de mesure du taux d'engagement et de satisfaction**

	Projet d'amélioration 2016		Nom et prénom :
	Par : Responsable maintenance		Fonction :
Questions	Oui/ نعم	Non/ لا	الأسئلة
Je me sens porteur de valeur ajoutée dans l'entreprise			أشعر أنني أشكل قيمة مضافة للمؤسسة
Je sens que mon poste appartient à moi			أشعر أنني المالك الفعلي لمكان عملي
Je me développe au cours du temps			أطور مع الوقت في عملي
Je bénéficie de plusieurs choses (à part mon salaire)			أستفيد من أشياء عديدة في عملي عدا الجانب المالي
Je sais exactement ce que je dois faire dans l'organisme			أعلم تماما المطلوب مني في العمل
Je me sens efficace au sein de mon équipe de travail			أشعر أنني فعال داخل مجموعة العمل التي أنتمي إليها
Je coche la case correspondante à ma réponse « oui » ou « non ». NB : Ce questionnaire est destiné à améliorer vos conditions de travail, il ne pourra être utilisé, en aucun cas, à d'autres fins de la part de n'importe quelle personne. Visa du responsable maintenance électrique	أضع علامة في المكان المخصص لـ "نعم" أو "لا" حسب جوابي. للإشارة هذا الاستقصاء هو لغرض الرفع من مستوى بيئة عملك، ولن يتم استعماله في أي غرض آخر من طرف أي جهة. إقرار رئيس مصلحة الصيانة الكهربائية		

Après collecte de données, nous avons obtenu les résultats présentés dans la figure 2.3.

Ainsi, nous calculons le taux d'engagement et de satisfaction total des employés :

Taux d'engagement et de satisfaction globale = 41.66%



**Figure 2.3 :** Taux de satisfaction et d'engagement des employés interrogés

Les hommes ne sont pas, tout à fait, satisfaits dans leurs travaux effectués au sein de l'entreprise. C'est pourquoi tous les indicateurs de performance et de productivité tendent à la baisse. Des actions particulières doivent être déployées au niveau des ressources humaines en tant que levier fondamental de la productivité.

### 3. Analyse des causes de la sous-productivité

#### 3.1. Recherche des causes

La mesure de la productivité nous mène logiquement à se poser la question : « pourquoi une telle défaillance ? ». Pour tenter d'y répondre, nous avons mobilisé les outils suivants :

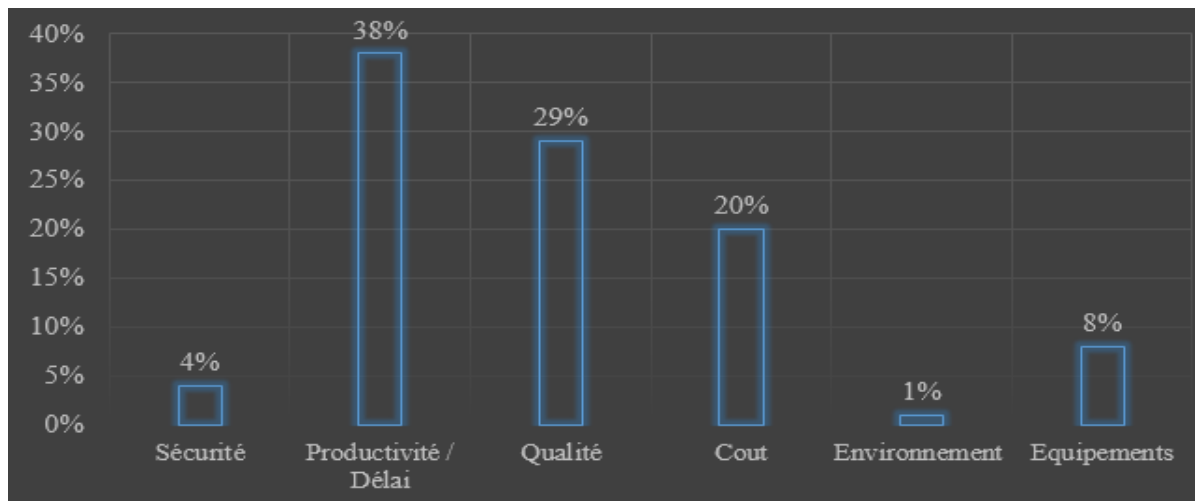
##### 3.1.1. Séquence interview

La séquence interview est l'un des outils du SGO qui permet de détecter les problèmes métiers associés à la technique, le management et l'humain.

Nous avons consacré le jour du 22 Mars à la critique du processus, dans un 1<sup>er</sup> temps nous avons interviewé le responsable du service maintenance électrique avec l'accompagnement du responsable qualité et performance, et par la suite nous avons effectué 3 autres séquences avec le contremaitre, l'agent maitrise et un technicien.

Ces interviews nous ont permis de collecter les problèmes qui ont le plus d'impact sur les différents éléments de l'activité du service.

Et afin de finaliser les 4 séquences interview, nous avons reporté les critiques et les axes d'amélioration. La figure 2.4 est un résumé de la synthèse des séquences interview.



**Figure 2.4 :** Synthèse séquences interviews : impact des problèmes en %

Nous constatons que l'occurrence des problèmes liés à la productivité, délais et la qualité des interventions électrique sont les plus impactées d'où la nécessité d'une amélioration.

### 3.1.2. Brown Paper

Le Brown Paper est aussi l'une des méthodes de travail utilisé afin de modéliser (mettre en séquence) les activités du service et d'identifier les contraintes et les goulots (problèmes critiques) du métier. Cela ressemble à une session de créativité, ou l'animateur sollicite et stimule les intervenants à exposer leurs problématiques associées aux activités métiers. Dans cet esprit, nous avons constitué un petit groupe de travail comportant :

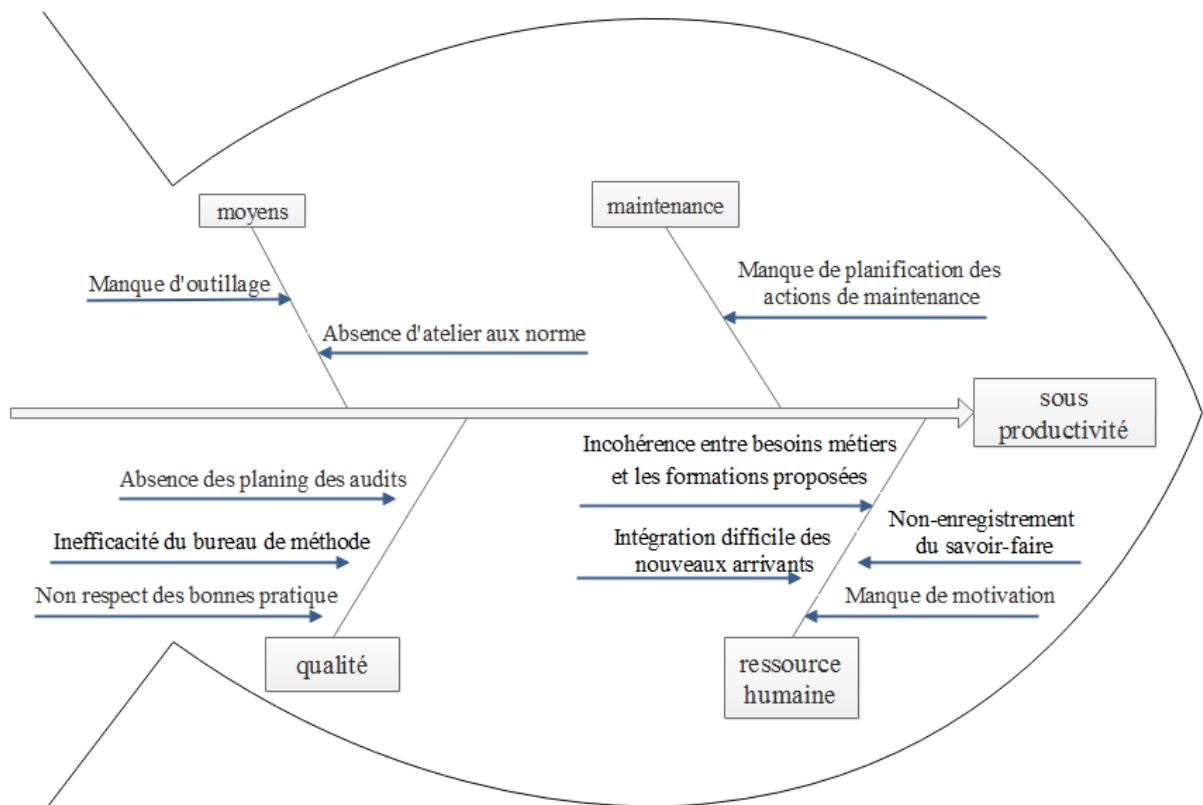
- ✘ Cadre stagiaire
- ✘ Responsable qualité et performance
- ✘ Responsable maintenance électrique
- ✘ Contremaître

## 3.2. Présentation des causes

Lors des séances de séquence interview et Brown Paper, nous avons pu regrouper les principales causes de la sous-productivité, en se basant sur :

### 3.2.1. Diagramme Ishikawa

Le diagramme causes/effet (appelé aussi diagramme d'Ishikawa ou arête de poisson) se pratique en groupe de travail aussi. Il consiste à classer par famille les causes susceptibles d'être à l'origine d'un problème afin de rechercher des solutions pertinentes. Ainsi, nous avons regroupé les causes trouvées :



**Figure 2.5 :** Diagramme Ishikawa des causes de la non-productivité

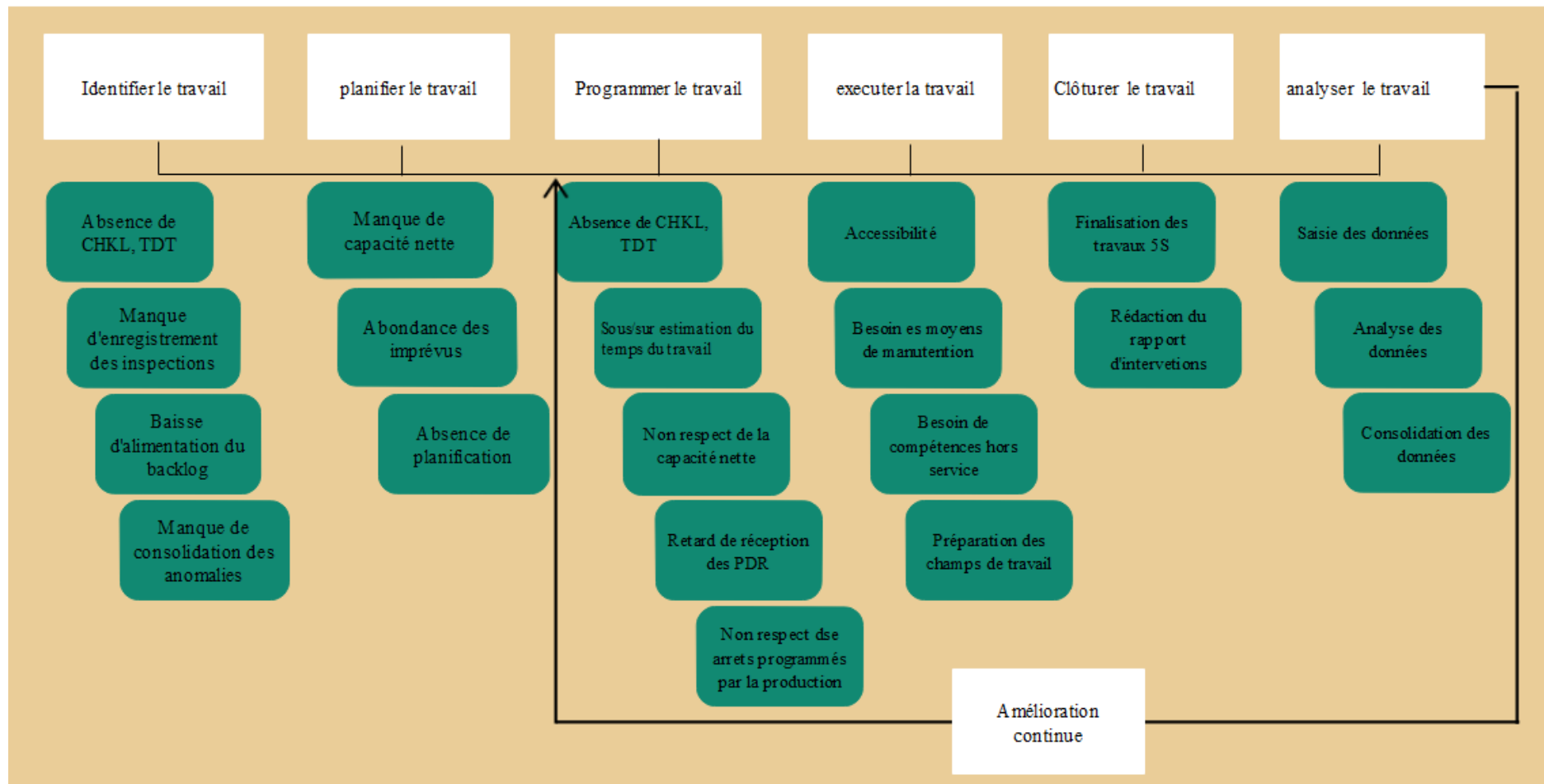
Le diagramme d’Ishikawa a fourni des éléments pour l’étude des solutions. Ceci a permis d’affiner l’analyse en abordant en profondeur tous les contours du problème de la sous-performance. Sur la base des causes trouvées, nous allons identifier les marges de manœuvre et les possibilités d’évolution sur les piliers de la productivité.

En se basant sur les six étapes de la maintenance qui facilitent : la gestion et l’organisation de la maintenance, la gestion du temps et des priorités ainsi que l’amélioration continue des processus, nous avons programmé une journée pour les séances de Brown Paper pour ressortir les points d’amélioration de la performance.

### 3.2.2. Les six étapes de la maintenance

Lors des séances du brown paper nous avons pu dégager les points critiques à chaque phase des six étapes de la maintenance. La figure 1.17 résume les différents points nécessitant une amélioration.





*Figure 2.6 : les anomalies recensées pour chaque phase des six étapes de la maintenance*

### III. Plan d'amélioration de la performance

L'élaboration du présent plan d'amélioration est un exercice de planification fondé sur le diagnostic établi précédemment. C'est aussi, une opération à la fois décisive et délicate, car elle conditionnera l'ensemble du projet.

Dans le but d'élaborer ce plan, nous nous sommes basés sur la méthode des « étincelles » qui permet de dégager des pistes d'amélioration dans un esprit participatif pour chaque axe d'amélioration (maintenance, qualité et ressources humaines).

#### 1. Exploration des idées par la méthode des étincelles

Cette méthode vise, entre autres, à éclaircir la vision, recentrer la pensée et produire le maximum d'idées dites « étincelles », qui seront la base de l'élaboration du plan d'action. C'est une phase de préparation de celui-ci.

##### 1.1. Identification des étincelles

Une autre séance de déballage d'idées a été programmée en vue de dégager des idées pouvant être transformées en actions d'amélioration. Ainsi, nous avons trouvé les idées suivantes :

- A) Intégrer la fonction maintenance et la fonction production.
- B) Structurer la fonction contrôle qualité.
- C) Standardiser la formation initiale des nouveaux arrivants.
- D) Favoriser la maintenance planifiée des équipements.
- E) Planifier les formations.
- F) Rédiger des instructions de travail.
- G) Identifier les compétences requises et gérer la polyvalence des employés.
- I) Mettre en place des indicateurs de suivi de la performance.
- J) Standardiser et pérenniser l'organisation de l'espace de travail.
- K) Autonomiser la fonction maintenance et la confier aux employés de la production.
- L) Planifier les contrôles et la détection des anomalies en interne.
- M) Réaliser les coachings et les audits.
- N) Mettre en place les check-lists.

#### 2. Planification de l'action

Il s'agit de l'étape de planification à proprement dite. Nous connaissons à ce stade, les axes de progrès voulus et les actions à entreprendre pour chacun. Il suffit, alors d'établir une

planification en déterminant : le responsable, le délai et les résultats escomptés en termes d'indicateurs. Pour ce faire, nous avons établi dans tout d'abord, un déploiement des axes de progrès et ensuite, une planification dans le temps de ces actions.

#### 1.4. Déploiement des axes de progrès

Nous proposons un plan d'action agissant sur les trois piliers de la productivité représenté par le tableau suivant :

**Tableau 2.6** : Plan d'action pour l'amélioration de la performance

Axe de progrès	Action	Responsable	Indicateur	Délai prévu	Résultats escomptés
Mise en place des six étapes de la maintenance	Déployer et maintenir le SGO	Responsable maintenance électrique	Taux d'alimentation du backlog	04/06/2016	Amélioration du taux d'alimentation du backlog
Valorisation du capital humain	Valorisation du capital humain	Responsable RH	Taux de satisfaction et d'engagement	04/06/2016	Amélioration du taux de satisfaction et d'engagement
Plan d'amélioration de la disponibilité	Mise en place de la maintenance autonome	Responsable maintenance électrique	Taux de disponibilité opérationnelle	04/06/2016	Amélioration du taux de disponibilité opérationnelle
	Mise en place de la maintenance planifiée				

#### 1.5. Planning du travail

La construction du planning passe par la modélisation du réseau de dépendance entre tâches sous forme graphique. Il s'agit d'une décomposition structurée du travail. Il faut décomposer le projet en sous-ensembles plus simples.

Le diagramme de GANTT est la technique et la représentation graphique permettant de renseigner et situer dans le temps les phases, activités, tâches et ressources du projet.

La mise en place de ce projet d'amélioration est importante pour l'entreprise, elle nécessitera du temps, des ressources matérielles et surtout une adhésion de tous.

Dans cet esprit, et après l'approbation du plan d'amélioration ainsi que sa planification dans le temps, le service maintenance électrique de la SMI a mis à notre disposition toutes les ressources humaines et matérielles en vue de mener au mieux et à terme ce projet.



Figure 2.7 : Planning du projet sous MS Project

## **Conclusion**

La validation des opportunités offertes par le projet a permis de passer à l'organisation de celui-ci. Dans un premier temps, nous avons pu ressentir la sous-productivité dans l'entreprise à travers une analyse qualitative, avant de chiffrer la situation à l'aide d'un ensemble d'indicateurs de performance dont nous avons enregistré les résultats pour un usage de comparaison ultérieur. Cette étude préalable a permis de souligner les axes relatifs à la maintenance, la qualité et les ressources humaines comme étant les défis prioritaires de notre programme d'amélioration. Dans les étapes qui suivent, il est judicieux de surveiller le bon déroulement de l'application du plan d'action surtout avec les obstacles et les contraintes que nous allons rencontrer.

# *Deuxième partie*

## **Mise en place des plans d'amélioration**

La mise en place des plans d'amélioration au sein de la SMI, a commencé d'abord par une mesure de la situation initiale, ce qui a conduit à un diagnostic spécifique. Dans ce qui suit, cette deuxième partie détaille la planification et la mise en œuvre des plans d'action relatifs à ces composants.

L'approche globale sur laquelle nous nous sommes basées pour améliorer la productivité est fondée sur la méthode « Kaizen » qui signifie un changement « du pas-à-pas ».

Notre démarche est associée à la mise en place des indicateurs de performance, en parallèle avec les plans d'action. Ceci nous permettra d'informer en retour les acteurs sur les résultats et sur l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience. En plus, la mesure en continu des indicateurs va permettre de visualiser et quantifier l'évolution faite suite aux plans d'action par rapport à la situation initiale.

Ainsi la deuxième partie est structurée comme suit :

- ✚ Le troisième chapitre illustrera la mise en place des six étapes de la maintenance
- ✚ Le quatrième chapitre sera consacré à la présentation du plan d'amélioration de la disponibilité des équipements de l'entreprise et les résultats obtenus à ce niveau ;
- ✚ Les ressources humaines occupent un rôle charnière dans notre programme d'action. C'est pourquoi, nous avons réservé le cinquième chapitre pour la description du plan valorisation du capital humain de l'entreprise.

## *Chapitre 3 :*

### *Mise en place des six étapes de la maintenance*

*Dans le but d'atteindre les objectifs du projet, nous avons mené à appliquer les différentes étapes de la démarche SGO (la gestion opérationnelle de la maintenance en six étapes). Pour orienter le processus de planification de la maintenance électrique au sein de la société métallurgique d'imiter.*

## Introduction

Durant la période du diagnostic nous avons ressenti un manque d'application des consignes du SGO. Dans le but de faciliter les tâches et de motiver les employés à s'impliquer dans le projet, nous avons modifié le backlog en le simplifiant afin de supprimer les tâches à non-valeur ajoutée et diminuer les pertes de temps.

Dans la plupart des cas, suivre les six étapes de la maintenance dans l'ordre dès le départ contribuera à donner une structure logique au processus de planification. Cette application sera construite à partir des 6 étapes de la maintenance :

### 1. Etape 1 : Identification du travail

C'est la première étape du processus qui consiste à comprendre et à enregistrer l'intervention, à bien cerner le problème et à pouvoir se faire une idée de l'intervention à travers les éléments suivants :

- ✓ Réunions de travail : permettent de traiter en groupe un ou plusieurs problèmes qui, s'ils étaient traités par des individus isolés, auraient peu de chance d'être résolus dans les délais impartis et de répondre au niveau d'exigence requise. Dans ce cadre la direction de la société a mis en place des réunions journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles pour résoudre les problèmes dans les brefs délais.

La répartition des différentes réunions de l'usine de traitement est résumée en (annexe 3.1) en précisant :

- ✗ Le jour et l'heure de la réunion
- ✗ Sa durée
- ✗ Le leader responsable

- ✓ Checklists

Dans le but de ne pas oublier les étapes nécessaires d'une procédure et pour que les vérifications se déroulaient avec le maximum de sécurité, j'ai construit les check-lists des moteurs électriques (cf. annexe MA), et du moteur synchrone (Voir figure 3.1).





Description: Check list / Inspection moteur synchrone

Date:                                 /         /                                 Identification opérateur: .....

Heure:                                 .....                                 Ordre de travail No.                                 .....

Emplacement:                                 .....                                 Equipement No.                                 .....

Gamme de moteur :	Courant de démarrage:
Roulement :	Courant à pleine charge:
Puissance nominale:	Intensité de démarrage:
Vitesse a plein charge:	Degré de protection:
Tension à pleine charge:	Poids approximatif:

Tache	Vérifier	Commentaire
nettoyage et soufflage de la cellule du transformateur 3150 KVA		
nettoyage et soufflage de la cellule 6,6KV		
contrôler fusibles des cellules		
contrôler serrage des câbles sur les cellules		
contrôler coffret excitation (soufflage et nettoyage)		
contrôler serrage des 3 phases sur la plaque à bornes		
contrôler changement de l'huile des paliers		
contrôler la température et vibration du palier libre		
mesurer la résistance des enroulements		
mesurer vibration des 4 paliers		

**Commentaire**

---



---



---



---

Heure de début :                                 .....                                 Heure de fin :                                 .....

Temps de maintenance :                                 .....                                 Temps d'arrêt:                                 .....

**Figure 3.1 : checklist / inspection moteur synchrone**

- ✓ Demande d'intervention par le service production

La demande d'intervention est émise par un service de l'entreprise vers le service maintenance.

Pour aider l'opérateur à rédiger sa demande d'intervention, nous avons créé une fiche type de demande d'intervention. Cette fiche sera remplie par l'opérateur et lu par le technicien de maintenance. Dans le but de renseigner le technicien de maintenance pour :

- ✗ La préparation de son intervention (lieu, plan, outillage)
- ✗ Le pré diagnostic du défaut (commentaire de l'opérateur)
- ✗ La hiérarchisation de ses interventions

Une fois son travail terminé, le technicien doit faire un compte rendu de l'intervention, dans le but garder la trace des interventions réalisées, afin de construire un historique machine.

- ✓ Anomalie relevée pendant l'exécution
- ✓ Inspections et diagnostics
- ✓ Maintenance préventive
- ✓ Changement de composants

## 2. Etape 2 : Planification du travail

Après avoir rédigé tous les documents de détection des anomalies qui nuisent à la productivité de l'usine, on passera à la planification qui définit les éléments nécessaires avant de faire un travail. Ceci inclut l'identification des tâches, le bon choix des pièces de rechange et des outils ainsi que la préparation de l'équipement. Autrement dit : l'art et la science se rejoignent avant de dépenser l'argent.

Dans le but de réduire les retards et les temps d'attente que les techniciens rencontrent inévitablement pendant l'exécution d'un travail qui n'a pas bien été préparé. Nous faisons recours à la maintenance planifiée pour :

- ✗ Les travaux impliquant des procédures complexes.
- ✗ Les travaux demandant des remplacements de PDR, des assemblages ou d'autres composants.
- ✗ Les travaux nécessitant de multiples disciplines, révisions et arrêts.

En ce qui concerne les travaux urgents et les réparations rapides, elles dépassent cette étape ainsi que la programmation et vont directement à l'exécution.

Remédiant aux problèmes de perte d'informations et au manque d'historique, nous avons proposé la mise en place d'un panier de travaux, alimenté par différentes sources d'information appelé le backlog.

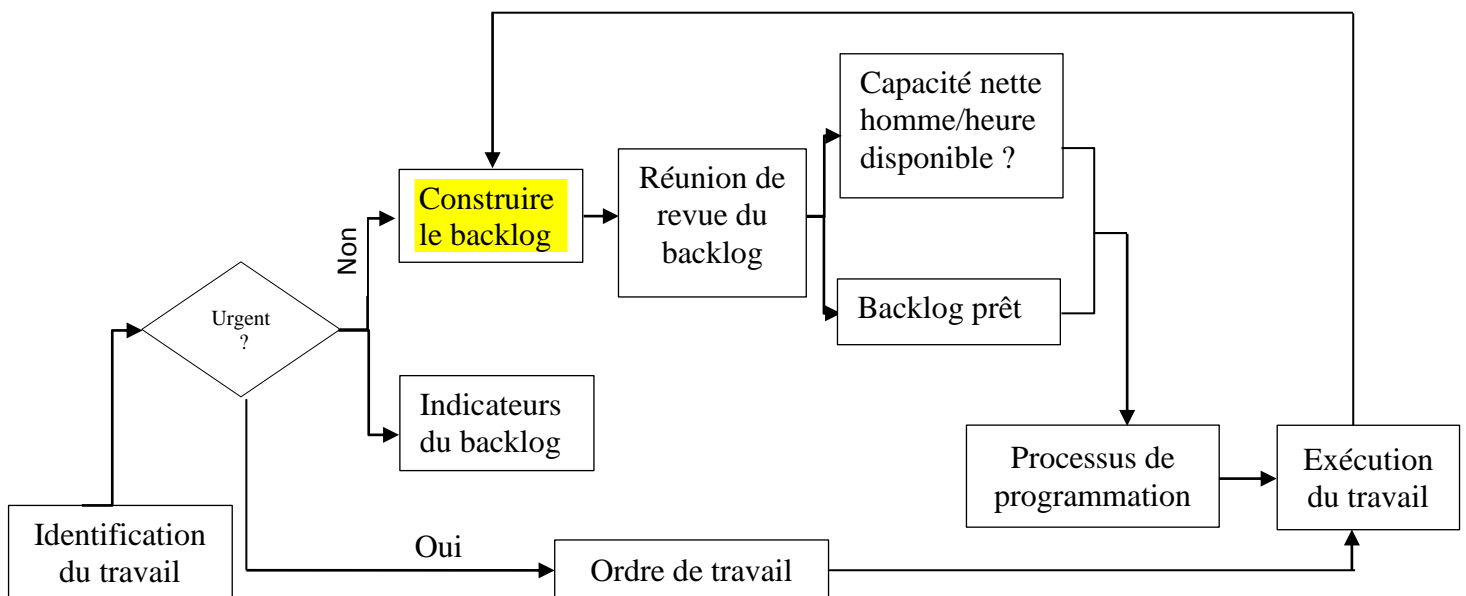
✓ **backlog**

Le backlog est un réservoir de travaux, qui est alimenté par des travaux à planifier, géré par le technicien du bureau de méthode et c'est le noyau de l'activité de planification de la maintenance. Cet outil permet également d'évaluer la performance du service, par la mise en place des indicateurs suivants :

- ✗ Charge Backlog Semaine-Homme.
- ✗ Durée séjour (clôturé) jour.
- ✗ Durée séjour (autre) jour.
- ✗ Taux travaux planifiés %.
- ✗ Taux travaux à planifier %.
- ✗ Taux travaux clôturés %.

✓ **Processus du backlog**

La figure ci-dessous décrit le processus du backlog qui commence toujours par la question sur l'urgence de l'intervention.



*Figure 3.2 : Processus du backlog*

Si le problème est urgent on établit tous de suite l'ordre de travail. La mise à jour de ce dernier est en annexe 3.2.

### ✓ Application Backlog

Afin de simplifier l'utilisation du Backlog et d'éviter toute perte d'information, nous avons proposé d'informatiser cet outil, en travaillant en équipe avec des informaticiens et le responsable du service pour établir les différents axes et options que notre application VBA sur Excel doit contenir, le technicien chargé de cette tâche nous a proposé les interfaces suivantes :

#### ✗ Interface d'ouverture :

Cette première interface permettra aux acteurs de service d'avoir une vue sommaire des indicateurs sous forme d'un graphique éclaté. A l'aide d'un bouton d'option, on peut faire le choix de l'indicateur à afficher.

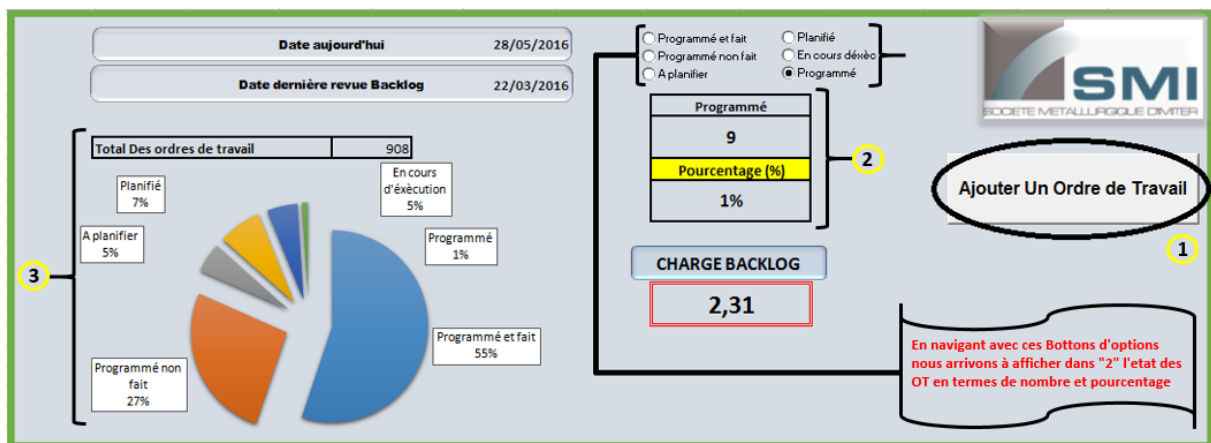


Figure 3.3 : Interface d'ouverture (Tableau de bord maintenance)

#### ✗ Interface de saisie :

Une fois qu'on clique sur le bouton « Ajouter un ordre de travail », une deuxième interface s'affiche (Voir figure 3.4), c'est avec celle-ci que nous sommes arrivés à automatiser la saisie.

Divisée en trois parties, cette interface regroupe l'ensemble des activités de la maintenance : l'identification, la planification et la programmation des travaux.

On note que la date de déclaration est fixée par défaut à la date d'aujourd'hui, c'est-à-dire la date de saisie. Cette option permettra au superviseur de faire le suivi et le contrôle du technicien de saisie aisément.

On note aussi que le backlog est utilisé pour alimenter le Coswin (GMAO), que doit contenir des informations fiables et non erronées. Cette interface de saisie a donc double effets.

**Ajouter Un Ordre de Travail**

**Identification**

Source: [dropdown] Statut \*: [dropdown] Description de la tâche \*: [text input]

Générer le N° OT: [text input] Date de déclaration: 30/04/2016 Date d'enregistrement: 30/04/2016

**Planification des Travaux**

Atelier: [dropdown] Équipement: [dropdown] Superviseur \*: [dropdown] Arrêt section \*:  Oui  Non

Durée d'intervention: [text input] Effectif: [text input] Heurs M.O. \*: [text input]

Type d'intervention: [dropdown] Impact: [dropdown]

**Programmation des Travaux**

Date de programmation: 30/04/2016 N° de commande: [text input]

Date de sortie: 30/04/2016 Code article: [text input]

Besoin PDR \*:  Dispo au magasin  A préparer  A commander  En commande

Outillage spécifique: [text input]

Buttons: **Quitter** **Ajouter**

\* : Champ Obligatoire

Figure 3.4 : Interface de saisie.

✘ Interface d'affectation :

Cette troisième interface est dédiée au planificateur uniquement. Elle lui permet d'affecter les tâches aux jours de la semaine et au poste choisis. Cette opération générera le planning hebdomadaire automatiquement et dans un minimum de temps. (Voir figure 3.5)

Atelier	Équipement	Superviseur	Travaux	Arrêt section ( oui , non)	Durée d'Arrêt	Durée d'intervention	Effectif	Heure M.O	Statut	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
		ARJOUZI	FGDFD	Oui	123			0	Planifié	1er					
		HAHOU	fctr5c5	Oui	12			0	Programmé non fait	1er					
		KHLOU	SDFDSFDS	Oui	123			0	Programmé	2eme		1er			
		HAHOU	DFDFD	Oui	12			0	Programmé						1er
	Toro N°12	HAHOU	FEAFE	Oui				0	Programmé	2eme		2eme		2eme	
Atelier Tlatz	LH203N°3	EL BOUCHTI	njokl	Non		1	1	1	Fait			2eme			
		ARJOUZI	FGDFD	Oui	123			0	Planifié	1er		2eme			
		HAHOU	fctr5c5	Oui	12			0	Programmé non fait	1er			1er		

**Ajouter au Planning**

**Lundi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

**Mardi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

**Mercredi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

**Jeudi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

**Vendredi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

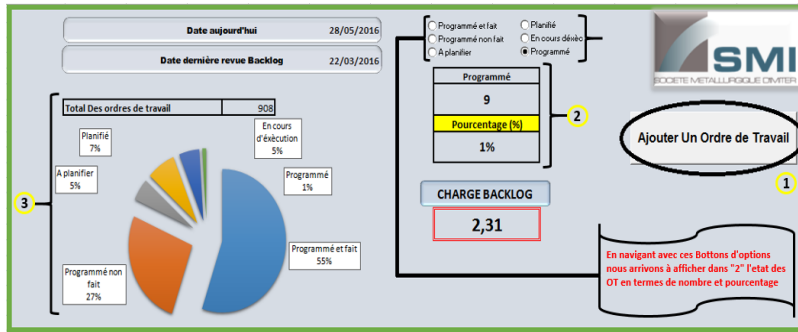
**Samedi**     1er Shift     2eme Shift     3eme Shift

Buttons: **Annuler** **Ajouter**

Figure 3.5 : Interface d'affectation.

✘ Plan de navigation dans l'application Backlog

Un plan de navigation dans l'application Backlog est montré sur la figure 3.6.



*Cliquant sur 1*

*Une fois la saisie est faite, on clique sur le bouton Ajouter pour faire entrer les données au Baclog*

Atelier	Equipement	Superviseur	Travaux	Arrêt section ( oui /non)	Durée d'Arrêt	Durée d'intervention	Effectif	Heure M.O	Statut	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeu	Vendredi	Samedi
		ARIYOU	FGDFD	Oui	123		0	0	Planifié	Ler					
		HAHOU	fctrSc5	Oui	12		0	0	Programmé non fait	Ler					
		KHLOU	SDFDSFDS	Oui	123		0	0	Programmé	Zeme	Ler				
		HAHOU	DFDFD	Oui	12		0	0	Programmé					Ler	
Toro N°12	HAHOU	FEAFE	Oui				0	0	Programmé	Zeme	Zeme			Zeme	
Atelier Tlatza LH203N°3	EL BOUCHTI njokl	Non			1	1	1	1	Fait		Zeme				
		ARIYOU	FGDFD	Oui	123		0	0	Planifié	Ler	Zeme				
		HAHOU	fctrSc5	Oui	12		0	0	Programmé non fait	Ler			Ler		

Ajouter au Planning

Lundi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Mardi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Mercredi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Jeudi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Vendredi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Samedi  1er Shift  2eme Shift  3eme Shift

Annuler Ajouter

*En cliquant sur Ajouter, l'OT sélectionnée s'ajoute au planning et une interface d'affectation s'affiche pour commencer la planification.*

Date aujourd'hui 28/05/2016

Date dernière revue Backlog 22/03/2016

Ordre de Travail Ajouter

N°OT	SOURCE	Date déclaration	Date d'enregistrement	Atelier	Equipement	Superviseur	Travaux
		30/04/2016	30/04/2016		Toro N°12	ARIYOU	WEGFWE
		30/04/2016	30/04/2016		Toro N°12	HAHOU	FEAFE
		30/04/2016	30/04/2016			HAHOU	d5frtf
		30/04/2016	30/04/2016			HAHOU	fctrSc5
		30/04/2016	30/04/2016			HAHOU	DFDFD
		30/04/2016	30/04/2016			ARIYOU	FGDFD
		30/04/2016	30/04/2016			KHLOU	SDFDSFDS
9		30/04/2016	30/04/2016			ARIYOU	gfvjdfvwhhkkjskjsjeir
10		30/04/2016	30/04/2016			ARIYOU	svddfad
11	RDTP	30/04/2016	30/04/2016	Atelier Tlatza	LH203N°3	EL BOUCHTI	njokl

Figure 3.6 : Plan de navigation dans l'application Backlog.

Une fois les indicateurs du backlog (KPI) sont créés, les responsables de la maintenance, la production et l’approvisionnement se réunissent en présence du planificateur qui anime la réunion de revue du backlog, afin de ressortir avec un backlog prêt à être programmé.

### 3. Etape 3 : Programmation du travail

A partir d’un backlog prêt, on procède à la programmation des interventions qui sont planifiées à travers :

- ✓ La mise en place du programme hebdomadaire de la maintenance qui définit le jour du début de l’intervention et les personnes qui s’occupent de l’exécution.
- ✓ L’organisation de la réunion de proposition chaque mardi afin de présenter la proposition des travaux préventifs et correctifs prioritaire à exécuter pour la semaine +1 et discuter la faisabilité des interventions du point de vue criticité de l’intervention et disponibilité des PDR.
- ✓ L’organisation chaque jeudi de la réunion de validation en présence des responsables maintenance, production et approvisionnement pour se mettre d’accord sur la version définitive des interventions qui auront lieu pendant la semaine d’exécution (semaine 0).

### 4. Etape 4 : Exécution du travail

Pour suivre les réalisations planifiées et les pannes journalières, à la fin de chaque poste le superviseur se réunit avec les techniciens et les opérateurs afin d’organiser le travail du poste à venir selon les axes suivants :

- ✗ Programmation des tâches urgentes
- ✗ Révision du plan d’action du poste précédent
- ✗ Analyse des écarts
- ✗ Etablissement du plan d’action du plan suivant
- ✗ Analyse des rapports de poste et synthèse
- ✗ Contrôle et ajustement si nécessaire du programme des travaux préventifs et correctifs

Afin de discuter le taux de réalisation des interventions planifiées et les interventions ratées sur lesquelles les participants décident de les reporter à la semaine suivante ou les traiter en tant que pannes durant la semaine en cours selon le degré d’urgence jugé par leur soin, chaque mardi le contremaitre se réunit avec les technicien et opérateurs.

### 5. Etape 5 : clôture du travail

La clôture des travaux est une étape essentielle dans le processus de gestion de la maintenance, elle consiste en l'enregistrement du feedback issu des interventions. Ceux-ci constituent un élément important dans la construction de la base des connaissances métiers du service. Par exemple : le feedback permet d'associer le symptôme aux causes racines d'apparition du problème, mais aussi les meilleures solutions prises en compte.

### 6. Etape 6 : Analyse et fiabilité du travail

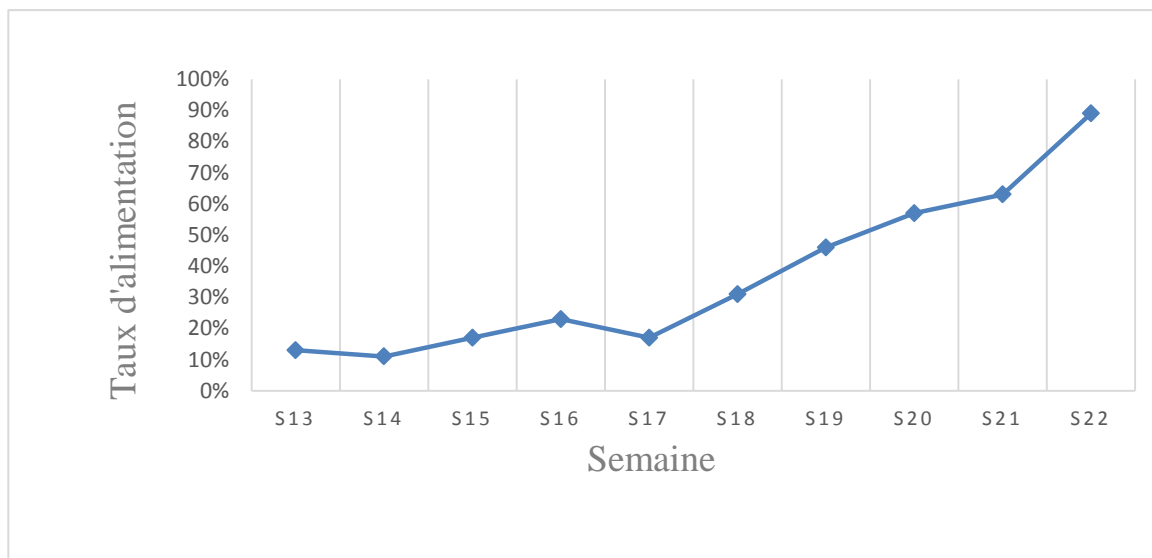
Pour améliorer la fiabilité et la disponibilité des équipements électriques, chaque mercredi le responsable maintenance électrique se réunit avec l'équipe du terrain. Dans cette réunion de solution, nous traitons à travers le regroupement dans des diagrammes Pareto des données collectées à partir des rapports des électriciens, les pannes les plus fréquentes et celle de longues durées en suivant une logique de choix basé sur l'impact et l'effort.

Et pour être proactif vis-à-vis des pannes et dans un but d'appropriation des moyens de production, le contremaître anime la réunion d'analyse des pannes qui aura lieu chaque vendredi en présence du superviseur maintenance et/ou technicien pour :

- ✓ Définir les pannes principales de la semaine.
- ✓ Identifier les principales causes.
- ✓ Proposer un plan d'action.

#### ✓ Taux d'alimentation du backlog

La figure 3.7 résume l'évolution du d'alimentation du backlog durant la période de stage



**Figure 3.7 :** Taux d'alimentation du backlog après mise en place des 6 étapes de la maintenance



## **Conclusion**

Nous avons pu relever le défi du manque de respect des consignes des six étapes de la maintenance à travers la mise en place des moyens de détection des anomalies, automatisation du backlog et l'assistance régulière aux réunions

Dans ce qui suit, sera détaillée la démarche de gestion de la disponibilité opérationnelle des équipements électriques.



## *Chapitre 4 :*

### *Amélioration de la disponibilité opérationnelle des équipements électriques*

*Dans ce chapitre, on s'ingénie à améliorer la disponibilité opérationnelle des équipements de l'usine de la SMI, évaluée comme le rapport entre le temps effectif de production et le temps d'ouverture.*

## Introduction

La période du diagnostic a permis de relever des arrêts notables au niveau des ressources de production. En effet, l'atelier n'est disponible qu'avec un taux de 71.55%. De plus, dans le service de la maintenance électrique de SMI, nous sommes conscients de la nécessité d'entamer un changement de culture régnant actuellement au sein de l'entreprise dans le but, de rendre le manager des ressources de production responsable de la qualité des équipements, du savoir-faire du personnel et de l'efficacité de son organisation.

Dans ce sens, le plan d'amélioration de la disponibilité des ressources de production a principalement comme objectif : établir une culture d'entreprise. Celle-ci se base sur l'action au même temps au niveau des ressources humaines et au niveau du système de production. Cette culture au sein de l'entreprise va s'appuyer sur de nouvelles exigences comme :

- ✓ Ne plus accepter de pannes et de conflits structurels entre Production et Maintenance.
- ✓ Ne plus accepter l'à-peu-près dans la propreté et l'état des équipements.
- ✓ Avoir en permanence le souci d'amélioration.

Ainsi, nous proposons une démarche de gestion des ressources de production s'appuyant sur deux piliers essentiels de la TPM : la maintenance autonome et la maintenance préventive.

Bien que la maintenance autonome vise à donner de l'autonomie aux opérateurs pour prendre en charge l'entretien courant et les petites interventions de maintenance du 1er et du 2è niveau (nettoyage, graissage et changement d'éléments standards), elle ne pourrait pas, toute seule, assurer la fiabilisation souhaitée du parc machine. C'est pourquoi une planification de la maintenance préventive du 3è niveau (réparations mineures, échange de pièces), qui constitue un support de la MA, est indispensable. Et ce, afin de stabiliser les intervalles entre les pannes et garder les équipements en bon état de fonctionnement.

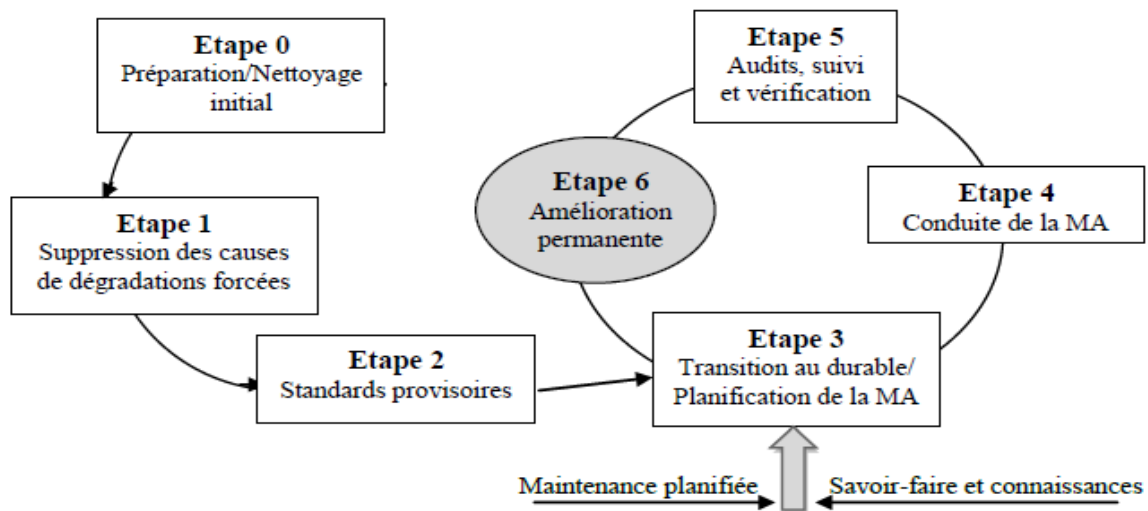
### I. Mise en œuvre de la maintenance autonome

Afin d'améliorer la disponibilité du parc machine de l'entreprise, source de diminution de sa productivité, il est judicieux de transférer les tâches de la maintenance primaire (nettoyage, graissage et lubrification) aux opérateurs de la production dans le cadre de la maintenance autonome. L'application de la maintenance autonome a pour objectifs de :

- ✓ Permettre aux opérateurs de contribuer au rendement optimal de l'équipement.
- ✓ Rendre les opérateurs responsables de la qualité de leurs équipements.

Cette application sera construite à partir des 7 étapes de la maintenance autonome (Voir figure 4.1) :

- ✓ Les étapes 0 à 2 permettent de retrouver l'état normal des équipements.
- ✓ Les étapes 3 et 4 conduisent au changement du comportement des opérateurs.
- ✓ Les étapes 5 et 6 rendent les opérateurs autonomes et apportent ce changement de culture.



*Figure 4.1 : Etapes de la maintenance autonome*

## 1. Etape 0 : Préparation et nettoyage initial

La mise en place de la MA nécessite à la fois une préparation initiale du terrain et de l'équipement. Pour ce faire, nous avons adopté l'outil 5S pour instaurer chez les opérateurs cette culture de : se débarrasser de l'inutile, ranger la zone de travail et la nettoyer. Ceci correspond aux 3 premiers « S » et pour les deux derniers : « management visuel » et « pérennisation » sont également mis en œuvre, mais dans un deuxième temps.

### 1.1. Choix du terrain pilote

Pour l'initiation des 5S, il faut savoir commencer avec modestie, sur une zone qui servira de «pilote». Ce chantier-école permettra aux impliqués, le chef de projet notamment, de mettre la théorie en pratique tout en limitant les efforts et les risques. Le déploiement des 5S sur le chantier pilote permet de prouver la validité du concept aux yeux des participants et des «observateurs», avant d'étendre la démarche à d'autres zones. La zone la plus appropriée pour jouer ce rôle de pilote est l'usine, étant donné que :

- ✓ La zone contient la majorité du parc machine de l'entreprise ;

- ✓ Les machines nécessitent un entretien éventuel ;
- ✓ Les machines nuisent sur la disponibilité opérationnelle de l'atelier.

### 1.2. Inspection initiale

Un relevé préalable de constats a été effectué sur le terrain pilote, dans le but de connaître l'état initial des anomalies et des salissures. La prise de photos est une démarche courante avant le lancement d'un chantier 5S pour constater l'état avant et l'effet après la mise en place des actions. Ainsi, nous exposons au tableau des exemples de constats recensés.





**Tableau 4.1 : Exemple d'anomalies constatées**

Accumulation des saletés sur les moteurs	Manque du rangement après intervention	Désorganisation de la zone d'outillage
		

### 1.3. Mise en place des 3 premiers « S »

Appelé également, marée blanche c'est le temps alloué pour la mise en place des trois premières étapes du 5S. Généralement, ce temps est de une à quatre journées, en fonction de la grandeur de la zone et l'état de désordre et de salissures. Pour ce faire, nous avons consacré la journée du 15 Mars 2016 pour la marée blanche. C'est à ce moment que la démarche de la mise en place de la maintenance autonome a été lancée (Voir tableau 4.2).

**Tableau 4.2 : Exemple d'action effectuée durant la marée blanche**

Etat ancien	Etat actuel	Commentaire
		Soufflage et nettoyage du moteur
		Rangement par type des outils de travail

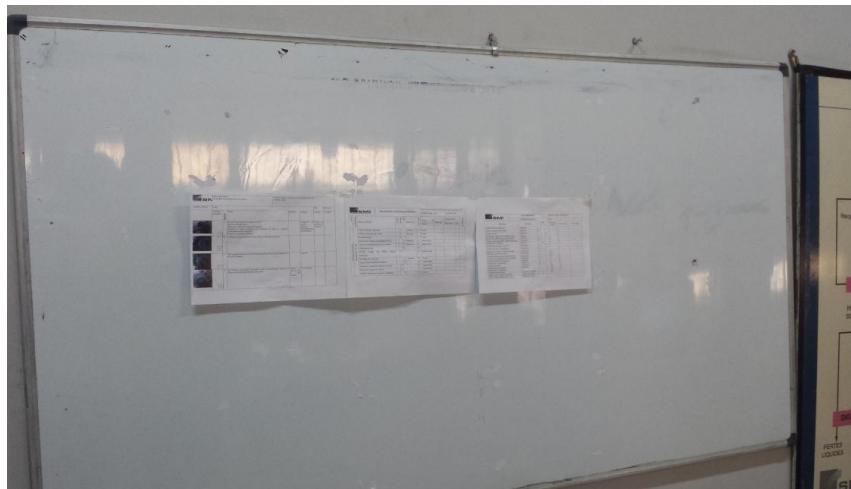
#### 1.4. Les standards de nettoyage

Au cours de la marée blanche, chaque nettoyage fait l'objet d'une question sur la régularité à laquelle ce nettoyage mérite d'être fait. Dans ce sens, des standards sont élaborés (tableau 4.3) pour effectuer les opérations de nettoyage au bon escient. Ces premiers standards sont provisoires, car le travail d'amélioration sur les accès difficiles et la suppression de sources de salissures de l'étape suivante ont pour effet de réduire les temps et simplifier les tâches de nettoyage.

#### 1.5. Le tableau d'affichage de la maintenance autonome


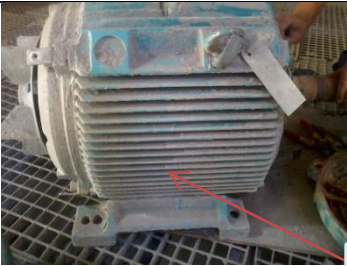
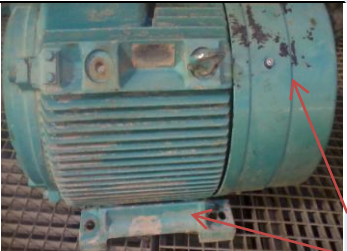
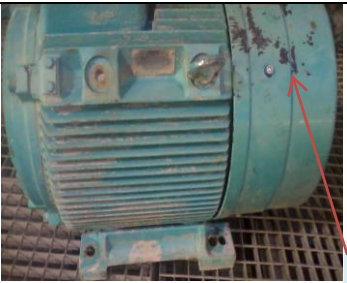
La maintenance autonome étant basée sur l'appropriation des équipements par les opérateurs, il est indispensable de mettre à leur disposition un tableau d'affichage (Voir figure 4.2) pour :

- ✓ Montrer les résultats qu'ils ont obtenus et valoriser leur travail.
- ✓ Afficher les standards et les leçons ponctuels pour qu'ils puissent y référer.
- ✓ Montrer les plans d'action entrepris et le planning de nettoyage et d'inspection régulier.



*Figure 4.2 : Tableau d'affichage de la maintenance autonome*

Tableau 4.3 : Exemple de standard de nettoyage élaboré

	Fiche d'instruction			Projet de mise en place de la maintenance autonome			
	Standard de nettoyage			Chantier : usine			
Machine : Moteur	Code :				Réf :	Révision :	
	Outillage nécessaire	Repère	Action	Méthode	outillage	Sécurité	consigne
	A	A	Enlever la poussière	Souffler à l'aide du souffleur filtré la poussière cumulée sur la zone A	Souffleur filtré	Porter : ✘ les lunettes ✘ Les gants ✘ Masque anti poussière ✘ casque anti bruit	
		B	B	Nettoyer la machine totalement de l'externe	Nettoyer la machine du haut en bas à l'aide d'un balai		Balai
		C	C	Nettoyer l'entourage de la machine	Utiliser le balai et évacuer la poussière cumulée à l'entourage de la machine		Chiffon



## 2. Etape 1 : Suppression des causes de dégradations forcée

Après avoir maîtrisé la première étape (préparation/nettoyage) de la démarche de MA à travers l'outil 5S, nous entamons la deuxième étape relative à la suppression des sources des dégradations forcées. En fait, la mission de la maintenance autonome n'est pas restreinte au nettoyage extérieur. En effet, la finalité du nettoyage que nous avons conduit est de créer une opportunité pour détecter l'origine, ou la source des fuites, dégradations, salissures ... etc. La démarche de la suppression des causes de salissures est représentative de l'esprit Kaizen. Elle s'appuie sur 3 phases :

- ✓ Recensement des sources des dégradations forcées.
- ✓ Prise des mesures d'amélioration.
- ✓ Mesures et consolidation des résultats.

### 2.1. Recensement des sources de dégradations forcées

Le tableau 4.4 regroupe les différentes sources de dysfonctionnements, de dégradations et de salissures constatées.

**Tableau 4.4 : Recensement des sources de dégradations forcées des équipements**

<i>Poste</i>	<i>Description de l'anomalie</i>	<i>Source de l'anomalie</i>
Tous les postes	Outillage de nettoyage inadapté	Fréquence faible de changement d'outillage
Tous les postes	Absences d'outillage spécifique pour chaque machine	Outillage de nettoyage n'est pas multiplié
Tous les postes	Absence de cache moteur	

### 2.2. Plan d'amélioration

Sur la base des sources de dégradation recensées, nous avons élaboré un plan d'action (Voir tableau 4.5) basé sur l'esprit Kaizen de changement pour le mieux, mais sans investissements lourds ni gros moyens et en impliquant toutes les personnes concernées à tous les niveaux de l'organisation.

Cette phase crédibilise la démarche, et donne à l'encadrement et aux techniciens l'occasion d'apporter leur contribution. De plus le fait d'associer les opérateurs à la recherche et à l'élimination des sources de salissure améliore encore leur compréhension des buts de la démarche. Au contraire, s'il est négligé, le nettoyage va devenir une corvée, ou pire, une punition dans l'esprit du personnel.

**Tableau 4.5 : Plan d'action de la suppression des sources de salissures**

Anomalie	Action d'amélioration	Exécutant	Progression
Outillage de nettoyage inadapté	Approvisionnement en équipements de nettoyage	Service Achat	100 %
Absence d'outillage de nettoyage spécifique pour chaque machine	Marquage des outils de nettoyage de chaque poste	Magasinier	100 %
Absence d'atelier électrique	Construction d'un atelier électrique	Service électrique	85%
Absence de protection du moteur contre la charge	Mise en place des caches moteurs	Service mécanique	80%

### 2.3. Mesure et consolidation des résultats

Après avoir mis en place les actions de facilitation de la MA et la suppression des sources de salissures et de dégradations forcées, il est nécessaire de mesurer leurs effets.

Un chronométrage des pratiques de la maintenance du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>ème</sup> niveau est effectué pour vérifier les gains du plan d'action en termes de temps et d'efficacité des actions effectuées.

Le tableau 4.6 résume les résultats obtenus : nous avons enregistré un temps total de 8 h 22 min par semaine après instauration de la MA. Cette durée inclut toutes les actions de nettoyage et de graissage pour les moteurs utilisées dans l'usine.

Par contre, le diagnostic établi dans le chapitre 2 montre que le temps alloué aux actions de maintenance du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> niveau (graissage et nettoyage) des machines, avant mise en place des 5S est de 12 heures 54 min par semaine (**cf. tableau 2.4**).

Le gain en temps d'indisponibilité des équipements de cette étape est donc :

$$12.9-8.36/12.9=35.19\%$$

Nous sommes arrivés à une réduction du temps d'indisponibilité de 35.19%. C'est un résultat important en tenant compte qu'après amélioration, nous effectuons plus d'opérations de maintenance par semaine et avec un temps moindre.

**Tableau 4.6 : Chronométrage des opérations de la maintenance du 1er et 2ème niveau après amélioration**






Equip.	Action	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Moy
Moteurs GM	Nettoyage	00 :20 :18	00 :20:02	19 :20 :02	00 :18 :47	00 :20 :01	00 :20 :14	00 :10 :04
	Graissage	00:12:44	00 :14 :22	00 :14 :18	00 :12 :22	00 :12 :13	00 :12 :55	00 :06 :49
	Inspection	00 :08 :18	00 :08 :35	00 :08 :56	00 :08 :47	00 :12 :26	00 :08 :25	00 :02 :44
Moteurs ES	Nettoyage	00 :16 :21	00 :16 :50	00 :18 :08	00 :18 :28	00 :14 :30	00 :16 :13	00 :08 :35
	Graissage	00 :10 :13	00 :10 :33	00 :08 :11	00 :06 :13	00 :08 :15	00 :08 :17	00 :04 :27
	Inspection	00 :04 :45	00 :04 :20	00 :04 :31	00 :04 :12	00 :04 :22	00 :03 :38	00 :02 :18
Moteurs FH	Nettoyage	00 :14 :24	00 :14 :38	00 :13:56	00 :15 :12	00 :14 :24	00 :14 :44	00 :08 :03
	Graissage	00 :10 :30	00 :10: 12	00 :10: 03	00 :10: 37	00 :10: 21	00 :10 :13	00 :05 :09
	Inspection	00 :06 :14	00 :06: 08	00 :06: 14	00 :04: 30	00 :04: 54	00 :04 :13	00 :02 :52
Moteur GB	Nettoyage	00 :10 :24	00 :10 :06	00 :08 :53	00 :08 :41	00 :08 :23	00 :10 :37	00 :05 :01
	Graissage	00 :10 :03	00 :08 :33	00 :08 :28	00 :07 :57	00 :10 :38	00 :08 :10	00 :04 :58
	Inspection	00 :04 :28	00 :04 :53	00 :04 :38	00 :04 :18	00 :04 :12	00 :04 :40	00 :02 :31
Moteur GG	Nettoyage	00 :04 :16	00 :05 :25	00 :05 :14	00 :04 :46	00 :04 :48	00 :05 :12	00 :04 :57
	Graissage	00 :05 :14	00 :04 :40	00 :04 :57	00 :04 :22	00 :05 :00	00 :05 :03	00 :04 :53
	Inspection	00 :02 :16	00 :02 :47	00 :02 :16	00 :02 :52	00 :02 :00	00 :02 :38	00 :02 :28
Moteur FG	Nettoyage	00 :05 :23	00 :05 :25	00 :05 :22	00 :04 :10	00 :04 :23	00 :05 :15	00 :05 :00
	Graissage	00 :04 :14	00 :05 :01	00 :05 :19	00 :04 :18	00 :05 :09	00 :05 :19	00 :04 :53
	Inspection	00 :02 :21	00 :02 :28	00 :02 :13	00 :02 :44	00 :02 :27	00 :02 :56	00 :02 :31
Moteurs JK	Nettoyage	01 :15 :46	01 :12 :23	01 :05 :15	01 :14 :19	01 :04 :48	01 :05 :53	01 :09 :44
	Graissage	01 :04 :56	01 :05 :17	01 :05 :33	01 :04 :00	01 :05 :09	01 :05 :19	01 :05 :02
	Inspection	00 :30 :13	00 :29 :16	00 :32 :44	00 :30 :23	00 :28 :21	00 :28 :15	00 :29 :52
Moteur GD broyeur	Nettoyage	00 :30 :21	00 :30 :06	00 :29 :21	00 :29 :46	00 :29 :18	00 :28 :15	00 :29 :31
	Graissage	00 :10 :40	00 :09 :33	00 :09 :18	00 :10 :26	00 :10 :55	00 :10 :13	00.10 :11
	Inspection	00 :04 :16	00 :04 :28	00 :05 :12	00 :05 :00	00 :05 :24	00 :04 :46	00 :04 :51
Moteur GEM	Nettoyage	00 :05 :45	00 :05 :23	00 :05 :02	00 :04 :14	00 :04 :20	00 :05 :01	00 :04 :58
	Graissage	00 :04 :38	00 :05 :28	00 :05 :17	00 :04 :48	00 :05 :01	00 :05 :13	00 :05 :04
	Inspection	00 :02 :13	00 :02 :56	00 :02 :12	00 :02 :25	00 :03 :09	00 :02 :34	00 :02 :35
Moteur FY	Nettoyage	00 :05 :23	00 :05 :12	00 :05 :05	00 :04 :21	00 :04 :30	00 :05 :02	00 :04 :56
	Graissage	00 :04 :14	00 :05 :16	00 :05 :23	00 :04 :26	00 :05 :01	00 :05 :31	00 :04 :59
	Inspection	00 :02 :13	00 :02 :44	00 :02 :35	00 :02 :28	00 :03 :10	00 :02 :30	00 :02 :37
Les moteurs FF	Nettoyage	01 :15 :03	01 :04 :18	01 :12 :24	01 :20 :01	01 :04 :13	01 :07 :16	01 :10 :32
	Graissage	01 :04 :14	01 :03 :21	01 :03 :55	01 :04 :14	01 :01 :08	00 :45 :31	01 :00 :24
	Inspection	00 :30 :15	00 :29 :44	00 :30 :49	00 :30 :17	00 :25 :10	00 :25 :30	00 :28 :38

### 3. Etape 2 : Définition des standards provisoires

A ce stade, nous connaissons l'état de propreté standard des machines et les conditions optimales (jusqu'à présent) des opérations de la maintenance du 1er et 2e niveau. Nous devons enregistrer, alors, nos actions sous forme de standards de maintenance.

En addition des standards de nettoyages établis précédemment, nous avons élaboré le standard de changement de roulement des moteurs (Voir tableau 4.7).

Tableau 4.7 : Exemple de standard de changement de roulement

		Fiche d'instruction		Projet de mise en place de la maintenance préventive 2016		
		Standard de changement du roulement		Chantier : usine		
Machine : Moteur					Réf :	Révision :
	Repère	Action	Méthode	outillage	Sécurité	consigne
	A	Desserrer les boulons de la flasque avant Enlever la flasque avant Enlever le roulement à l'aide de l'arraché Chauffer la bague intérieure du roulement à l'aide de l'appareil d'échauffement par induction pour qu'elle se dilate Nettoyer le rotor, et monter un roulement identique		Extracteur ou arrache  Appareil d'échauffement par induction	Porter les lunettes et les gants	
	B	La flasque avant est présentée bien d'équerre face au roulement				
	C	Petit coup de marteau au niveau de la cage du roulement pour supprimer la flexion du flasque		Marteau		
	D	Les boulons sont serrés l'un après l'autre d'un tour pour emboîter le flasque petit à petit parallèlement au stator	Monter la clé six ponts et faire tourner	Clé six ponts		

Nous ne pouvons pas préconiser à ce stade que les standards soient définitifs. Car leur contenu sera, sans cesse, remis en question lors des revues de Maintenance autonome.

#### 4. Etape 3 : Transition au durable et planification de la maintenance autonome

Cette étape de transition permet d'intégrer une phase globale d'amélioration continue. En effet, l'action de chaque opérateur était focalisée sur son territoire et à cette phase les opérateurs deviennent autonomes.

En plus, cette étape est interdépendante des axes de la maintenance planifiée et de l'amélioration des compétences. En effet durant cette étape on définira les opérations de maintenance préventive qui peuvent être exécutées par les opérateurs de la production et celles à exécuter par les opérateurs de la maintenance. Cette étape inclut implicitement une activité de planification amorçant la phase d'amélioration continue.

En maintenance, la planification est l'action de créer le lien entre l'intervention, l'équipement, l'opérateur et la caractéristique temporelle.

Pour ce faire, nous avons établi un planning d'entretien et de maintenance autonome représenté dans le tableau 4.8. Ce planning est affiché sur le tableau d'affichage de la MA. Des fiches de suivi d'exécution des tâches sont élaborées, remplies quotidiennement par un pointage et inspectées de façon hebdomadaire pour vérifier l'application du planning de la MA.

#### 5. Etape 4 : Conduite de la maintenance autonome

##### 5.1. Formation des intervenants

Afin de mieux anticiper les pannes liées aux anomalies techniques, il est indispensable de développer chez les opérateurs les compétences de base dans les domaines suivants :


- ✓ Les bases électriques utiles pour comprendre les basiques du fonctionnement des moteurs
- ✓ Le diagnostic et l'identification des sources d'anomalies
- ✓ Les méthodes de la maintenance du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>e</sup> niveau

Cette formation est intégrée dans le plan de développement des compétences présenté dans le chapitre de la valorisation du capital humain.

##### 5.2. Autonomisation de la maintenance


Nous disposons maintenant d'une documentation fiable et d'un personnel sensibilisé et formé à un certain niveau. Nous pouvons laisser les opérateurs gérer leurs équipements.

Tableau 4.8 : Plan d'entretien et de la maintenance autonome

		Plan d'entretien et de maintenance autonome					Projet de mise en place de la maintenance autonome 2016					
							Chantier pilote : usine			Révision : 00		
Zone	Équipement	Action à effectué	niveau	Marche	arrêt	Intervenant	Périodicité	Critère de contrôle	de outillage	Échange pièce		Standard N°
										désignation	Qté	
Broyage gravimétrie	Moteur GM/ ES/ FH	Vérifier l'état du ventilateur		X		Opérateur	J	Visuel				
		Vérifier la propreté des riffles		X		Opérateur	J	Visuel				
		Fixation moteur		X			H	Visuel				
		Serrage des 3 phases sur la plaque à borne			X	Opérateur	H	Appareillage				
		Mesurer les résistances des enroulements			X	Opérateur	H	Appareillage				
		Isolement moteur			X		H					
		Vérifier serrage des câbles (départ électrique)		X			M	Appareillage				
		Soufflage du ventilateur			X	Opérateur	H	Visuel				
		Mesurer les résistances d'isolation			X		H	Appareillage				
		Mesurer le courant des phases en charge		X			H	Appareillage				
		Mesurer la vitesse de rotation		X			H	Appareillage				
		Vérifier l'état de graissage des roulements			X			M	Visuel			

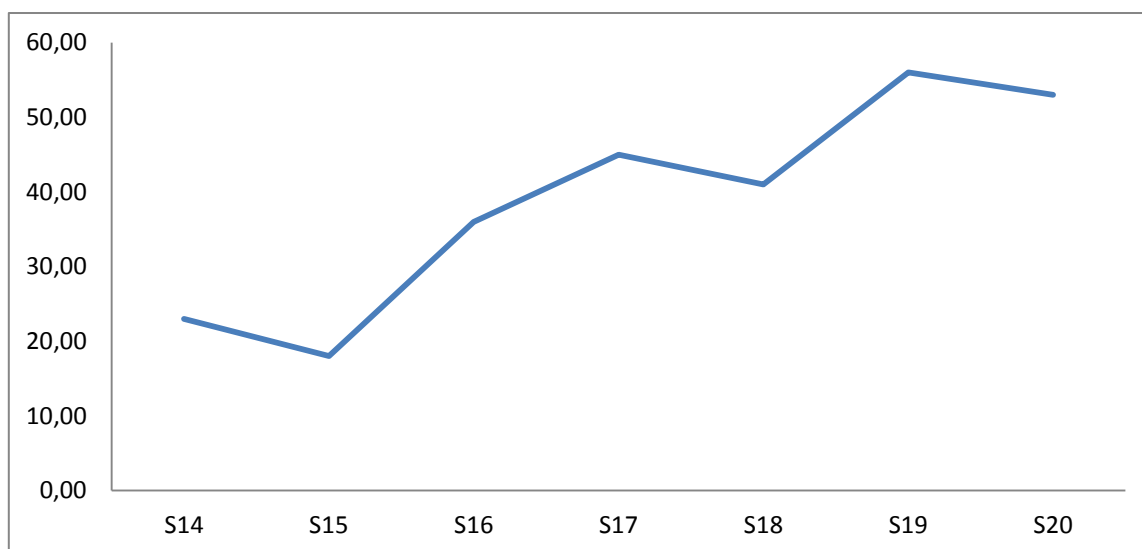
## 6. Etape 5 : Suivi et contrôle

Etant donné que la direction de la société a été sensibilisée à l'importance de la pérennisation des résultats de la démarche, nous avons effectué des vérifications sur terrain à chaque fin de la semaine dans le but de tester le degré de réalisation des actions planifiées en se référant au formulaire présenté dans la figure 4.3.

		Formulaire de l'inspection et de suivi de la maintenance autonome											
Point d'audit	Nul	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon								
Le tableau de communication est à jour sur le poste de travail													
Les EPI sont respectés													
Les moteurs sont dans leurs états standards de propreté													
L'outillage de la MA est identifié et disponible pour chaque machine													
Note maxi : 16 /seuil acceptable 12(75%)													
Observation des inspections	Note obtenue : /16												
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Nombre d'actions effectuées</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre d'action non effectuée</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre d'actions planifiées</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Taux d'application des actions de la MA (%) (1)</td> <td></td> </tr> </table>						Nombre d'actions effectuées		Nombre d'action non effectuée		Nombre d'actions planifiées		Taux d'application des actions de la MA (%) (1)	
Nombre d'actions effectuées													
Nombre d'action non effectuée													
Nombre d'actions planifiées													
Taux d'application des actions de la MA (%) (1)													
(1) Taux d'application des actions de la MA (%) = (nombre d'action planifiées - nombre d'actions non effectuées) / nombre d'action planifiées													

**Figure 4.3 :** Formulaire de l'inspection et de suivi de la maintenance

L'évolution du degré de réalisation des tâches de la maintenance autonome par rapport à ce qui est décrit sur les plannings est donnée dans le graphe de la figure 4.4.



**Figure 4.4 :** Evolution du taux d'application de la MA

Nous constatons une évolution notable au niveau du taux d'application des pratiques de la MA, ceci signifie une tendance vers le changement d'attitude et de l'amélioration culturelle des travailleurs. Ce changement d'attitudes est obtenu via le suivi et la vérification régulière des postes de travail, l'observation de l'état des équipements et la proposition des plans d'amélioration à la suite des insuffisances constatées.

Divers outils de management ont été mobilisés afin de contribuer à cette amélioration culturelle : les formations continues et les réunions régulières.

## II. Planification de la maintenance préventive

Durant le diagnostic, nous avons constaté un nombre notable de pannes qui sont corrigées le plus souvent par des réparations et des dépannages. Ces dernières cumulent un temps d'arrêt important et influencent négativement sur la productivité de l'atelier de production.

La suppression complète des défaillances nécessite à la fois une remise en état et une conduite optimale de l'utilisation des équipements en continu (assurée par la MA). Puis, la mise en œuvre d'un planning de maintenance préventive basé sur une analyse factuelle du comportement des équipements afin de réduire le taux des arrêts dû aux pannes tout en favorisant la maintenance planifiée.

Nous proposons pour la mise en place d'un programme de maintenance préventive de le faire en quatre étapes. Ces étapes utilisent bon nombre d'informations et de supports faisant référence à la production, à la qualité et à la maintenance. Au travers de ces différentes étapes,



les groupes impliqués doivent en permanence déterminer les objectifs qui sont prioritaires et valider les résultats à toutes les phases pour poursuivre sans une dispersion excessive.

## 1. Préparation de l'étude

La mise en place de la démarche est pilotée par le responsable maintenance électrique. Le groupe de travail est le même qui a conduit la démarche de mise en œuvre de la maintenance autonome.

Une première réunion avec les membres de l'équipe de travail a permis de définir clairement les objectifs de la démarche qui peuvent être résumés comme suit :

- ✓ Maîtriser le temps d'indisponibilité du parc machine de l'entreprise ;
- ✓ Réduire la gravité et la fréquence des arrêts de la production.

## 2. Détermination des équipements critiques de l'atelier

La démarche a impliqué au départ une décomposition de l'atelier (tout entière cette fois) en différentes unités, suivie d'un inventaire exhaustif de l'ensemble des équipements.

Afin de concentrer nos efforts sur les équipements les plus critiques et nécessitant une planification des interventions, nous avons mené une analyse multicritère basée sur les critères suivants :

- ✓ **La sécurité** : se déterminent en fonction des risques engendrés par la défaillance sur les personnes et les équipements ;
- ✓ **La disponibilité** : en relation avec l'effet d'une défaillance sur sa disponibilité ou la disponibilité des autres équipements ;
- ✓ **La maintenabilité** : se détermine en fonction des capacités nécessaires pour la remise en état des machines en cas de panne et la disponibilité de ces capacités.

La criticité se déterminera en multipliant entre elles les valeurs de ces critères.

Ainsi, une étude sur terrain avec l'accompagnement du contremaître de l'usine a permis de prioriser les équipements (Voir tableau 4.9).

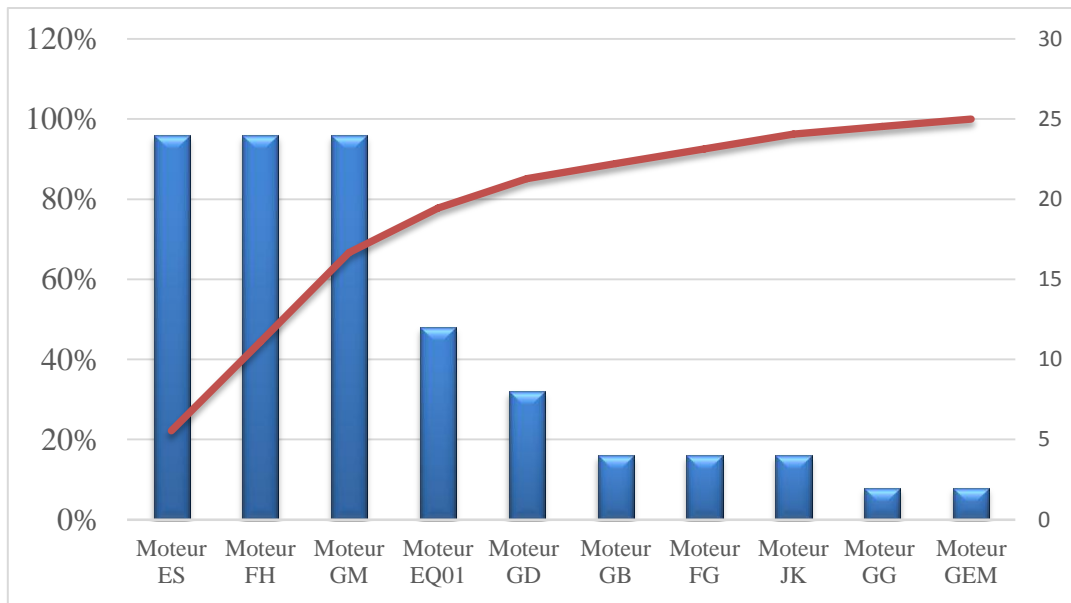
**Tableau 4.9 : Classification des équipements de l'atelier pour analyse MBF**

Zone	équipement	Disponibilité	Sécurité	Maintenabilité	Criticité	Criticité en %	Criticité cumulée
gravimétrie	Moteur ES	4	2	3	24	22.22%	22.22%
Flottation	Moteur FH	4	2	3	24	22.22%	44.44%
Gravimétrie	Moteur GM	4	2	3	24	22.22%	66.67%
Broyage	Moteur EQ01	4	1	3	12	11.11%	77.78%
Broyage	Moteur GD	2	1	4	8	7.41%	85.19%
Gravimétrie	Moteur GB	2	1	2	4	3.70%	88.89%
Cémentation	Moteur FG	1	2	2	4	3.70%	92..59%
Flottation	Moteur JK	2	1	2	4	3.70%	96.30%
Cémentation	Moteur GG	1	1	2	2	1.85%	98.15%
Gravimétrie	Moteur GEM	1	1	2	2	1.85%	100.00%
Total					108		

## Echelle de criticité des équipements

Sécurité	Disponibilité	Maintenabilité
Pas de risque 1	Pas d'incidence 1	Ne nécessite presque pas de maintenance 1
Risque d'accident 2	Fonctionnement dégradé 2	✗ Temps de remise en état faible 2
	Arrêt après un délai 3	✗ Présence des pièces de rechange principale 2
		✗ Demande un temps moyen 3
		✗ Connaissance sommaire de la machine 3
		✗ Parfois, manque d'outillage 3
		✗ Parfois manque pièce de rechange 3
	Arrêt total de l'atelier 4	✗ Demande beaucoup de temps 4
		✗ Pas de connaissance de la machine 4
		✗ Pas de pièces de rechange 4

Criticité=disponibilité\* sécurité\*maintenabilité



**Figure 4.5 :** diagramme Pareto pour le classement des équipements en fonction de leurs criticités

Les moteurs GM, ES et FH sont les équipements les plus critiques dans l'atelier de production. La criticité de ces équipements se découle du fait qu'une panne pourrait entraîner l'arrêt total de l'usine.


En outre, on ne dispose pas des capacités techniques pour la remise en état en cas de panne. C'est pourquoi nous devons planifier et suivre régulièrement toutes les actions de prévention pour maintenir ces trois équipements en état de fonctionnement.

### 3. Analyse des défaillances des équipements critiques

En se basant sur les recommandations contenues dans la documentation technique des équipements, nous avons effectué une analyse synthétique à l'aide d'une AMDEC simplifiée. (Cette analyse simplifiée ne tient pas compte de la troisième composante de criticité qui est la détection, vu l'absence de tout moyen permettant de détecter les pannes avant leur production). Les modes de défaillances et les causes sont hiérarchisés selon une nouvelle grille de criticité.

La grille d'analyse est présentée dans tableau 4.10 avec l'échelle de cotation considérée.

Tableau 4.10 : Matrice d'analyse simplifiée des modes de défaillances.

		Etude AMDEC					Maintenance préventive	
							Zone : Usine	
Eq.	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effets sur système	G	F	C	Interventions	Action de prévention
Moteur GM/ ES/ FH	Déclenchement de la protection thermique du moteur électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Surcharge du moteur</li> <li>*Réglage de la protection thermique</li> <li>* Roulement moteur</li> <li>* Usage du relai thermique</li> <li>*Influence des pièces mec Pompe frottement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Déclenchement de départ</li> <li>*peut Griller le moteur</li> </ul>	3	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vérifier la tension</li> <li>* Vérifier son branchement</li> <li>* Vérifier la plage de réglage</li> <li>* Vérifier les roulements ou le graissage</li> <li>* Vérifier l'isolement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Graisser les roulements du moteur</li> <li>*Suivre le planning de graissage des roulements</li> </ul>
	Échauffement excessif des roulements	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Graissage insuffisant</li> <li>*Usage roulement</li> <li>*Influence des pièces mec Pompe frottement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Déclenchement de départ</li> <li>Dégradation de l'isolement du moteur</li> </ul>	3	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ctrl graissage du roulement</li> <li>Vérifier l'état du roulement</li> <li>Analyse multi-vibratoire</li> <li>Ctrl de l'alignement et l'accouplement</li> </ul>	Suivre le planning de graissage des roulements
	*Court-circuit	Introduction d'un corps étranger (eau, charge...)	Peut griller le moteur	3	2		Rebobinage et entretien m	Contrôle de l'étanchéité et de serrage des flasques du moteur et la plaques à borne
	Bruit et vibrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Desserrage des pièces d'assemblage des organes électrique</li> <li>*Déséquilibre du rotor</li> <li>*Faux-rond du rotor, arbre déformé</li> <li>*Mauvais alignement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Déclenchement départ</li> <li>*Echauffement moteur e</li> <li>*Dégradation d'isolement des enroulements</li> </ul>	4	3			
	Le moteur ne démarre pas	Surcharge		3	4		Réduire la charge	Contrôler la charge

Cotation							
<b>Fréquence</b>	Fréquent	4					<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Défaillance pour être résolue uniquement par action corrective</div> <div style="background-color: orange; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Nécessite une vérification périodique

#### 4. Elaboration du plan de maintenance préventive

##### 4.1. Planning de maintenance préventive

Cette étape conduit à déterminer les tâches de maintenance préventive. En exploitant les différentes informations issues de l'analyse AMDEC. Avec l'accompagnement des techniciens, nous avons pu proposer le planning présenté dans le tableau 4.11.

**Tableau 4.11 : Plan de la maintenance préventive des moteurs GM/ES/FH**

Opérations	Exécutant	Niveau			Périodicité en jours	Durée en min	observation
		1	2	3			
Vérifier l'état du ventilateur	Opérateur	X			1	2	
Vérifier la propreté des riffles	Opérateur	X			7	2	
Fixation moteur	Technicien			X	7	2	
Serrage des 3 phases sur la plaque à borne	Opérateur			X	7	5	
Mesurer les résistances des enroulements	Technicien	X			25	5	
Vérifier serrage des câbles (départ électrique)	Technicien	X			7	3	
Soufflage du ventilateur	Opérateur		X		5	9	
Mesurer les résistances d'isolation	Technicien	X					
Vérifier la tension d'alimentation	Technicien	X				2	
Mesurer le courant des phases en charge	Technicien	X			1	3	
Mesurer la vitesse de rotation	Technicien	X			30	5	
Vérifier l'état de graissage des roulements	Technicien	X			30	5	
Contrôle de la température des roulements	Technicien	X			1	2	
Contrôle du bruit des roulements	Opérateur	X			1	2	
Contrôle des vis de fixation	Technicien	X			6	4	

#### 4.2. Les standards de maintenance préventive


Les standards de maintenance préventive décrivent le mode opératoire pas à pas pour réaliser les actions de maintenance. Contrairement aux standards de la MA qui sont destinés aux opérateurs de la production, ces standards sont destinés à être utilisés pour les agents de maintenance que ce soit en interne ou en externe de la société. Elles permettent de :


- ✓ Standardiser la façon de faire les contrôles, les mesures, les actions préventives ;
- ✓ Garantir la qualité d'exécution des actions préventives.

Les standards de maintenance ne sont pas obligatoires. Elles sont conseillées lorsque l'opération de maintenance présente un risque particulier (sécurité, qualité du produit, fiabilité du moyen) pour l'intervenant.


Ainsi, nous avons élaboré des standards de maintenance préventive en se basant sur les documents techniques (tableau 4.12) accompagnant le planning de la maintenance.

**Tableau 4.12 : Exemples de standards de maintenance préventive élaborés**

		Fiche d'instruction			Projet de mise en place de la maintenance préventive		
		Standard de maintenance préventive					
Machine : Moteur GM/ES/FH		Code :				Ref :	Révision :
Ordre	Opération	Temps alloué	outillage	Pièces de rechange	Observation		
1	Arrêter le moteur	1 min	Arrache Clé six ponts	roulement			
2	Démontage du moteur	30min					
3	Dévisser les boulons et enlever le flasque avant	5min					
3	Enlevez le roulement et remplacez-le par un modèle identique	20min					
4	monter le flasque avant et visser les boulons	7min					
	Remise en place du moteur	30min					
	Essaie à vide	3min					
5	Remettre le moteur en marche	3min					
Date :		Document associé : Plan de maintenance préventive					
		Visa de :					

		Fiche d'instruction Standard de maintenance préventive			Projet de mise en place de la maintenance préventive	
Machine : Moteur synchrone 2200KVA		Code :			Ref :	Révision :
Ordre	Opération	Temps alloué	Outillage	Pièces de rechange	Observation	
1	Arrêt de moteur	5min		Huile		
2	Démontage des flasques de protection du stator	20min				
3	Démontage des flasques de protection d'excitatrice.	20min				
3	Démontage du cache de la plaque à bornes 6,6KV du moteur	5min				
4	Mesure de l'isolement des bobinages stator avec condensateurs et rotor avant nettoyage.	7min				
5	Mesure de l'isolement des bobinages stator sans condensateurs et rotor avant nettoyage.	7min				
6	Mesure de l'isolement de l'excitatrice avant nettoyage.	7min				
7	Nettoyage de l'excitatrice.	55min				
8	Nettoyage du stator et rotor principal.	60min				
9	Débranchement des câbles d'alimentation du stator et des condensateurs sur la plaque à bornes du stator.	15min				
10	Mesure de l'isolement des bobinages stator sans condensateurs et rotor après nettoyage.	7min				
11	Mesure de l'isolement des condensateurs seuls	7min				
12	Mesure de l'isolement de l'excitatrice après nettoyage.	7min				
13	Vidange et changement d'huile des deux paliers	50min				
14	Branchement des câbles d'alimentation et des condensateurs	10min				
15	Assemblage et montage des flasques de protection.	1h30				
16	Vérification de la fin des travaux déconsignation des équipements.					
17	Mise en service du moteur.	5min				
18	Analyse vibratoire après remise en service du moteur.					
Date :			Document associé : Plan de maintenance préventive			
			Visa de :			



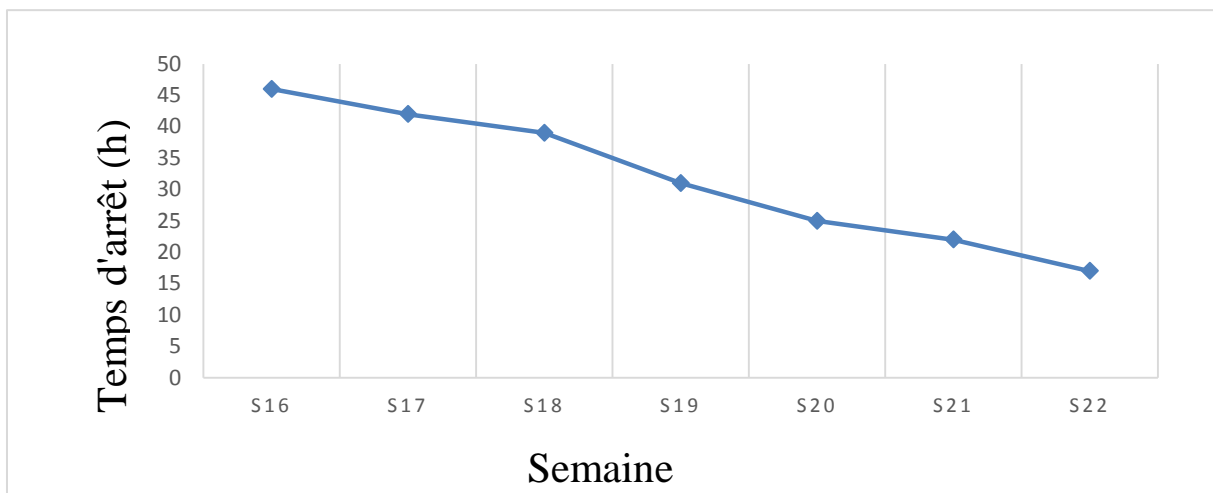
		Fiche d'instruction Standard de maintenance préventive		Projet de mise en place de la maintenance préventive	
Machine : transformateur 22/6,6KV 3150KVA		Code :	Ref :	Révision : 00	
Ordre	Opération	Temps alloué	Outillage	Pièces de rechange	Observation
1	Arrêt du moteur	5min		huile	
2	Vérification de l'état extérieur du transformateur, nettoyage et dépoussiérage.	35min			
3	Contrôle de l'absence de fuites diélectriques.	12min			
3	Vérification de l'état des isolateurs ou des bornes du transformateur.	9min			
4	Vérification du bon serrage des connexions aux bornes du transformateur.	15min			
5	Vérification et lubrification des serrures de verrouillage				
6	Vérification de la mise à la terre de la cuve du transformateur.				
7	Changer éventuellement les boîtes d'extrémité des câbles MT.				
8	Vérification des accessoires : Thermomètre, indicateur de niveau ...				
9	Prélèvement d'un échantillon d'huile pour analyse par un organisme agréé et reconnu (Essai de rigidité diélectrique suivant la norme NFC 27-221).	20min			
10	Nettoyage et dépoussiérage du local (sol, mur, plafond).	40min			
11	Nettoyage de la fosse et des caniveaux.				
12	Nettoyage et évacuation vers l'extérieur des déchets.				
13	Nettoyage des aérations du poste.				
14	Vérifier et procéder au nettoyage et à l'entretien de l'éclairage normal et secours du poste				
Date :		Document associés : Plan de maintenance préventive			
		Visa du :			

## 5. Mise en marche et suivi des arrêts de production

A partir du moment, que toutes les actions d'amélioration de la gestion de la maintenance autonome et préventive sont intégrées par le personnel et vérifiées, nous avons enregistré les arrêts de production durant la période de 20/04/2016 au 04/05/2016.

### 5.1. Suivi hebdomadaire des arrêts de production

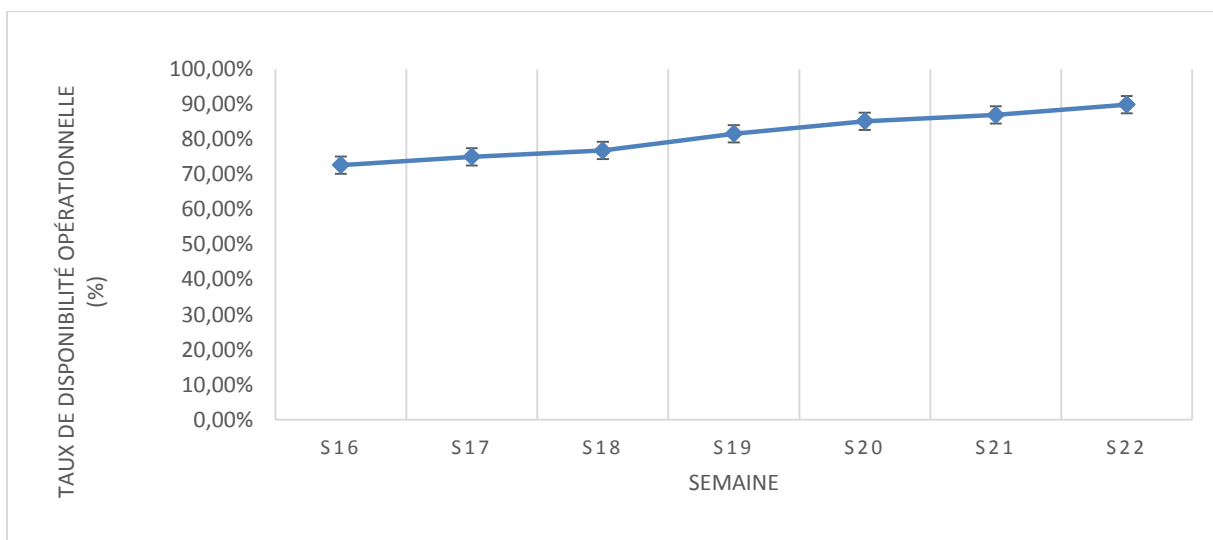
Les résultats obtenus des enregistrements sont illustrés dans le graphe de la figure 4.5 qui reflète l'évolution de la durée hebdomadaire des arrêts de production :



**Figure 4.6 :** Evolution du temps d'arrêt hebdomadaire

### 5.2. Suivi hebdomadaire du taux de disponibilité opérationnelle

L'évolution du taux de disponibilité opérationnelle pendant la période d'étude est :



**Figure 4.7 :** Evolution du taux de disponibilité opérationnelle de l'atelier de production

Une diminution considérable de la durée hebdomadaire des arrêts est réalisée. Ceci est dû à l'application rigoureuse des actions de la maintenance autonome et préventive et aussi au changement de culture qu'on a pu développer via l'application du programme d'amélioration. Cette diminution a entraîné une augmentation du taux de disponibilité opérationnelle de l'atelier de travail.

## 6. Gain du plan d'amélioration de la disponibilité

### 6.1. Gain en taux de disponibilité opérationnelle

Le gain réalisé au niveau du taux de disponibilité opérationnelle (TDO) peut être chiffré en comparant sa valeur enregistrée durant la dernière semaine de la période du PFE et la valeur initiale mesurée pendant le diagnostic (**cf. Chapitre 2**).

$$\text{Gain en TDO} = \frac{\text{TDO final} - \text{TDO initial}}{\text{TDO initial}}$$

Le taux de disponibilité opérationnelle a atteint 89.88 % durant la dernière semaine de notre étude par rapport à 77.38 % enregistrée pendant la phase du diagnostic. Soit une augmentation de pratiquement 14 %.

$$\text{Gain en TDO} = \frac{89.88 - 77.38}{89.88}$$

## Conclusion

Soucieux de l'importance de la disponibilité opérationnelle des équipements de production pour atteindre la satisfaction des clients, nous avons mis en place un plan de structuration de la fonction maintenance de l'usine de la SMI. Et ce, en vue d'augmenter la disponibilité du parc machine et réduire la durée des arrêts de production.

En se basant sur deux piliers fondamentaux de la TPM (Total Productive Maintenance) : la maintenance autonome et la maintenance préventive, nous avons pu instaurer une politique de la gestion des équipements de travail en accord avec les finalités du projet d'amélioration. Le plan d'amélioration de la disponibilité, ainsi établi, a permis de passer d'un taux de disponibilité opérationnelle de 77.38% (mesurée lors de la phase du diagnostic) à un taux de 89.88% enregistré vers la fin du travail. Ceci a permis de réaliser un gain direct au niveau du taux de disponibilité opérationnelle évalué à 14%.

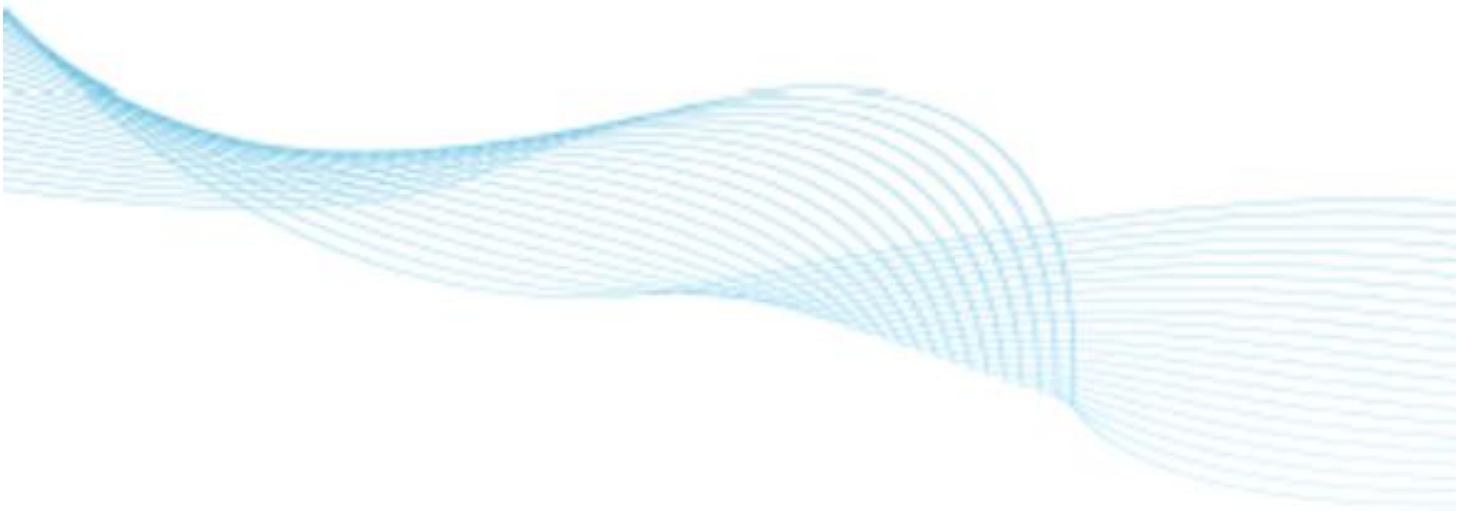


## *Chapitre 5 :*

# *Valorisation des ressources humaines*



*Mobiliser le capital humain et le développer sur le plan individuel et collectif est nécessaire pour capitaliser le progrès et l'intégrer dans les pratiques. Le présent chapitre décrit le plan d'amélioration de la qualité des ressources humaines et la préservation des bonnes pratiques du travail.*



## Introduction

Dans le cadre de la mise en place d'outils de gestion des compétences, nous avons élaboré et mis en œuvre un plan de formation et de développement des connaissances et des compétences basé sur des besoins ressentis sur le terrain par des acteurs de différents niveaux hiérarchiques (responsables, techniciens, opérateurs...). Cet outil permettra, à l'avenir, d'anticiper les besoins à court terme pour accompagner l'évolution actuelle vécue par l'entreprise par la mise en place de ce projet d'amélioration. Le plan de formation et de développement des compétences est accompagné d'un plan de mobilité et de polyvalence des travailleurs visant à améliorer le taux de satisfaction et d'engagement des travailleurs évalué précédemment.

### 1. Planification du parcours d'intégration

L'amélioration de la performance d'un opérateur commence dès son arrivée le premier jour à l'entreprise et doit y assurer son intégration. Pour réussir cette intégration, il faut s'organiser et bien la préparer en vue de permettre au nouvel opérateur de s'acclimater avec l'entreprise et de devenir opérationnel rapidement. Ceci repose sur l'élaboration d'un plan d'intégration bien structuré afin de maximiser l'efficacité du nouvel entrant. Le processus d'intégration est planifié selon le programme du tableau 5.3.

### 2. Définition des besoins en formation

L'objectif principal de la formation est d'acquérir de nouvelles connaissances et de développer des compétences en vue d'assurer l'efficacité dans le travail et de suivre les évolutions actuelles vécues par l'entreprise.

La formation doit correspondre aux besoins en compétences de l'entreprise pour garantir une polyvalence des travailleurs et être cohérente avec les projets professionnels des opérateurs.

#### 2.1. Besoins en formation individuelle

Par définition la polyvalence est l'aptitude d'une personne à occuper plusieurs postes de travail. La polyvalence des travailleurs est primordiale dans cette période de changement, d'amélioration de l'organisation et d'optimisation des ressources matérielles et humaines.

La mesure du niveau de performance et de polyvalence des employés est importante pour faire ressortir les besoins en formation individuelle sur lesquels on devrait travailler.

Nous avons dressé la fiche d'habilité des opérateurs (Voir tableau 5.1) sous forme d'une matrice contenant les compétences requises pour chaque employé en accord avec les axes stratégiques de notre projet d'amélioration. Cette matrice permet d'évaluer le niveau d'habilité des employés et d'attribuer une note d'habilité à chaque employé.

**Tableau 5.1 : Matrice d'habilité des employés**

	Moteur asynchrone	Moteur synchrone	Transformateur	Variateur de vitesse	habilité
Employé 1	18	11	15	15	14.75
Employé 2	18	10	15	13	14
Employé 3	18	12	10	13	13.25
Employé 4	14	9	6	10	9.75
Employé 5	8	6	5	5	6
Employé 6	5	5	3	2	3.75

D'après le tableau 5.1 on constate que presque tous les employés ne sont pas performants et polyvalents. Dans ce contexte nous avons proposé un planning de formation.








## 2.2. Planification de la formation individuelle

Le planning du tableau 5.2 est dédié à tous les employés selon leurs besoins en formation individuelle. Vu la contrainte du temps nous avons fait seulement la formation sur les moteurs synchrone et les transformateurs.

**Tableau 5.2 : Planning des formations individuelles**

Thème	objectif	Participants	Responsable	Nombre d'heures
Moteur synchrone	Pratique	Tous les employés du service maintenance électrique	Responsable maintenance électrique + organisme extérieur	12h
Transformateur	Pratique	Tous les employés du service maintenance électrique	Responsable maintenance électrique + organisme extérieur	9h
Moteurs asynchrone	Cours théorique	Tous les employés sauf employé 2	Contremaitre	10h
	pratique			
Variateurs de vitesse	Cours théorique	Employé 4 Employé 5 Employé 6	Contremaitre	5h
	pratique			

**Tableau 5.3 : Planification de la 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> journée d'un nouvel arrivant**

Objectif	Lieu	Responsable	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	
			Accueil et présentation du groupe Managem et de la SMI	Bureau Douha	Douha														
Présentation du nouveau à l'ensemble de l'équipe de travail	Atelier	Contremaitre																	
Présentation du poste du nouveau, mise à disposition des outils et équipements nécessaire	Poste concerné	Contremaitre + magasinier																	
Fixation des objectifs et définition précise des tâches à accomplir	Poste concerné	Contremaitre																	
Sensibilisation aux consignes de la sécurité et règlement interne	Salle de formation	Responsable sécurité																	
Vite des sections	Section concerné	Contremaitre																	
Remise de livret d'accueil		Responsable technique																	

## 2.1. Besoins en formation collective

Il convient à déterminer les besoins collectifs du personnel en matière de formation et de ressourcement professionnel en rapport avec les objectifs de notre projet d'amélioration. Nous avons fixé quelques thèmes de la formation professionnelle :

- ✓ La sécurité.
- ✓ Les méthodes de la maintenance autonome.
- ✓ Les 5S.
- ✓ Le contrôle de la Qualité.
- ✓ L'esprit d'équipe.
- ✓ Système de gestion opérationnel.
- ✓ Coaching.
- ✓ Culture de changement.
- ✓ Lean six sigma.

## 2.2. Planification de la formation collective

Le plan de formation collective rassemble l'ensemble des actions de formation définies dans le cadre de notre plan de la gestion des ressources humaines de l'entreprise. Il peut également prévoir des actions de bilans de compétences et de validation des acquis de l'expérience. Nous avons élaboré le planning de formation du tableau 5.4.

## 3. Définition des besoins en coaching


Les formations ne sont pas le seul moyen de l'amélioration de la qualité de personnelle, c'est dans ce contexte que nous avons trouvé nécessaire de faire coaché le contre maitre en se basant sur la formulaire de coaching, présentée dans le tableau 5.5.



**Tableau 5.4 : Plan de formation continue et développement des connaissances**

Thème	Objectifs	Participants	Formateur	Documents supports	Nombre d'heures	J1	J2	J3	J4
Sécurité	Connaitre les risques liés à chaque section de travail	L'ensemble du personnel de la maintenance électrique		Fiche de consignes sécurité	10h	3h	3h	2h	2h
	Maitriser les outils de prévention de risques								
	Savoir utiliser les extincteurs en cas de l'incendie								
Maintenance autonome	Connaitre les modes optimaux de nettoyage et graissage	Opérateurs de l'usine	Responsable qualité		5h	2h	2h	1h	
	Maitriser les méthodes de diagnostic								
	Maitriser les méthodes d'intervention								
Esprit d'équipe	Optimiser la communication au sein de l'équipe de travail	L'ensemble du personnel de la maintenance électrique	Responsable qualité		4h	2h	2h		
	Développer la confiance, la motivation et l'efficacité au quotidien								
Lean six sigma			Responsable qualité						
SGO	Utilisation du backlog et son intérêt	L'ensemble du personnel de la maintenance électrique	Responsable qualité		6h	2h	2h	2h	
	Connaitre les différents types de réunion et leurs intérêts								
coaching	Savoir résoudre une situation problématique en termes de communication	L'ensemble du personnel de la maintenance électrique	Responsable qualité		3h	2h	1h		
	Apprendre à déléguer								
	Savoir travailler sur une situation conflictuelle de management								
5S	Comprendre l'importance des 5S comme préalable à tous les projets d'amélioration	L'ensemble du personnel de la maintenance électrique	Responsable qualité		4h	2h	2h		
	Identifier les points clés et la méthodologie de la mise en œuvre des 5S.								
	Savoir utiliser les outils d'implantation.								
	Intégrer les dimensions nécessaires à la pérennisation de la démarche.								
Culture de changement		L'ensemble du personnel de la maintenance électrique	Responsable qualité		4h	2h	2h		

**Tableau 5.5 : Questionnaire d'évaluation de tours de terrain Contremaître**

	<b>Questionnaire d'évaluation de tours de terrain Contremaître</b>	
---	--	--

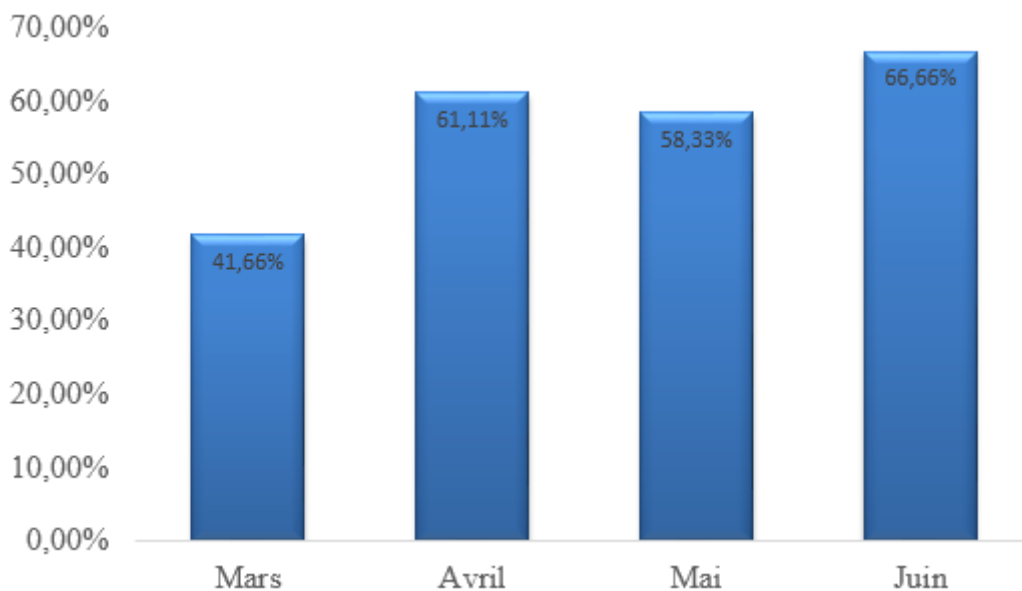
Section : Date :  
 Evaluation de : Réalisé par :  
 Heure de début : Heure de fin :

Critère	O/P/N	Note	Commentaire
Le CM participe à la réunion inter poste, récupère la checklist et les consignes du P-1			
Le CM participe à la ROJ à l'heure (7h30) - "P" si non applicable			
Les objectifs de la journée sont clairs pour le CM suite à la ROJ			
Le tour de terrain est défini en fonction des priorités & urgences de la ROJ et assure au moins une visite globale de son périmètre			
Les décisions prises lors de la ROJ (objectifs, consignes et informations) sont communiquées aux opérateurs de manière claire			
Echange & collecte & maîtrise de la source du problème (méthodologie & anticipation)			
Le CM s'appuie sur les opérateurs pour capturer l'information, écoute les interlocuteurs lors de son tour de terrain et utilise le questionnement avec le modèle GROW pour obtenir les analyses sur les situations			
Le CM motive l'équipe et garde une attitude positive.			
La maîtrise des outils de programmations & automatisme			
S'assurer de l'utilisation des 7 comportements			
Le CM teste & contrôle le démarrage et le bon fonctionnement des installations			
Le CDP contrôle la qualité et la finition des travaux (bon montage & suivi rigoureux des rendements équipement)			
Le CM s'assure du suivi & déploiement des travaux par rapport aux objectifs de la journée dans le cadre des standards sécurité & environnement & 5S			
Le CM s'appuie sur sa check-list pour relever les informations importantes			
Les écarts observés sur les rapports sont analysés et des actions menées pour permettre l'atteinte du plan d'action sont évoquées quand applicable, et remontés à la hiérarchie au besoin			
En cas de non-conformité de remplissage des rapports, le CM explique les objectifs et l'importance du remplissage des rapports avec des informations pertinentes			
Le CDP rencontre les opérateurs en fin de poste pour débriefer sur la journée et s'assurer de la bonne remontée des informations (rapports & fiabilité des données)			
Les problèmes (sécurité, production, maintenance, environnements...) et leurs causes racines sont clairement identifiées et les décisions formalisées sur sa check-list			
Le CM participe et analyse la performance des opérations lors de l'interposte avec le CDP +1, et lui communique les consignes ainsi que sa checklikst.			

#### 4. Suivi de l'engagement et la satisfaction du personnel

A l'issu de ce plan de valorisation des ressources humaines, à travers les formations et les coachings, nous avons ressenti une amélioration du sentiment d'engagement et une satisfaction (à un certain niveau) chez les collaborateurs.

Nous avons continué à évaluer le taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines calculé durant le diagnostic initial (cf. Chapitre 2). Ainsi, nous présentons l'évolution de cet indicateur durant la période du projet :



**Figure 5.1** : Evolution du taux de satisfaction des ressources humaines durant la période du projet

Nous avons enregistré une augmentation du taux d'engagement et de satisfaction des ressources humaines qui a atteint 66.66% vers la fin du projet par rapport à 41.66% enregistré pendant le diagnostic initial. Cette augmentation notable de l'engagement affectif des collaborateurs peut être expliquée par le fait qu'ils se sentent, maintenant, réellement concernés par leur entreprise et leur propre travail. Ils ne travaillent pas uniquement pour un salaire ou pour décrocher une promotion. Ils travaillent pour le compte des objectifs planifiés. En plus, ils se sentent qu'ils peuvent, maintenant, développer leurs compétences tout en étant un acteur important pour la réussite de la nouvelle politique de l'organisation.

## **Conclusion**

Le plan de développement des ressources humaines vise l'amélioration premièrement, de leur niveau de compétences et aptitudes à exercer efficacement les tâches reliées à leurs section, et deuxièmement, de leur niveau d'engagement et de satisfaction de leurs tâches au sein de la nouvelle organisation. Pour ce faire, nous avons planifié la formation collective et individuelle afin de développer la polyvalence des travailleurs à leurs sections de travail. La mise en marche et le suivi de ce plan a permis d'avoir des personnes qualifiées et impliquées sur lesquelles on pourrait se baser dans nos programmes d'amélioration. En effet, le suivi du taux d'engagement et de satisfaction du personnel confirme les résultats positifs réalisés à travers ce plan : nous avons enregistré un taux de 66.66% au début du mois juin par rapport à 41.66% enregistré au début du mois Mars.

En perspectives, nous soulignons l'importance de pérenniser ces résultats en maintenant la planification de la formation et les coachings comme outils stratégiques de l'amélioration continue. Et aussi, développer un plan de motivation permettant à chaque collaborateur de s'investir dans son travail, en lui fournissant un environnement de travail adéquat et des motivations, pas forcément matérielles, permettant d'amplifier d'avantage sa satisfaction.

## Conclusion générale

Dans le but d'élargir son marché et de rester le leader au Maroc et améliorer son emplacement au niveau mondiale, la société métallurgique d'Imiter s'est donnée comme objectif l'amélioration de son processus maintenance électrique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet, qui vise, l'optimisation des performances du service maintenance électrique en se basant sur le système de gestion opérationnel. Notre étude a été amorcée par un diagnostic détaillé de l'état des lieux qui a traité deux aspects différents mais complémentaires : le premier est d'ordre qualitatif effectué sur la base d'une visite des lieux de travail. Cette visite a permis de recenser les insuffisances de l'organisation. Le deuxième est d'ordre quantitatif qui a permis, sur la base de mesurages fiables d'un ensemble d'indicateurs, de quantifier l'état des lieux des différents composants :

- ✘ La maintenance : l'atelier n'est disponible que 71.55 % de son temps d'ouverture.
- ✘ La qualité ou organisation : le taux d'alimentation du backlog est de l'ordre de 5%
- ✘ Les pratiques GRH : le personnel n'est satisfait et engagé dans ses activités au sein de la société qu'avec un taux de 41.66 %.

Les résultats, ainsi obtenus, ont abouti à l'élaboration de plans d'actions personnalisés, afin d'améliorer le niveau de performance de l'entreprise sur les domaines investigués.

Sur le plan de la qualité nous avons déployé un plan permettant l'amélioration du taux d'alimentation du backlog. Ainsi nous avons enregistré vers la fin du stage un taux de 89%.

Sur le plan de la maintenance, l'amélioration est effectuée en se basant sur deux principes de la TPM visant à faire fonctionner les équipements le plus efficacement possible : la maintenance autonome et la maintenance préventive. Ceci a permis de réaliser une augmentation de 14% du taux de disponibilité opérationnelle qui a atteint 89.88 % vers la fin de la période du projet.

L'amélioration des résultats de l'entreprise n'est garantie que si les actions mises en œuvre restent ancrées dans la culture et la façon de faire de celle-ci. De ce fait, nous avons instauré un plan de développement continu des employés afin d'augmenter leur niveau d'engagement et de satisfaction des activités de l'entreprise. Et comme perspective nous proposons l'instauration d'un plan de gestion du savoir-faire.



# Référence

Jean-Louis G-Muller : « 100 Questions pour comprendre et agir en management de projet », Edition AFNOR, 2005 2

Jean-Yves Moine : « Manuel de la gestion de projet », Editions AFNOR, 2008, p16.

Jean-Yves Moine : « Le pilotage de portefeuilles de projets », Editions AFNOR, 2010.

Jean Marc Gallaire : « Les Outils de la Performance industrielle », Editions d'Organisation, 2008, p 29.

Bernard Martory : « Piloter les performances RH, la création de valeur par les ressources humaines », Editons Liaisons, 2008, p116.

Scott G. Isaksen, K. Brian Dorval, Donald J. Treffinger : « Résoudre les problèmes par la créativité : la méthode CPS », Traduction de René Pietri, Editions d'Organisation, 2003, p 91.

Robert Kast : « La théorie de la décision », Editions La Découverte & Syros, Paris, 2002.

Jean Bufferne : « Le guide de la TPM® », Edition d'Organisations, 2006, p.105

Christian Hohmann : « Guide Pratique des 5s », Editions d'Organisation, 2006

Pierre Bédry : « Les basiques du Lean Manufacturing », Editions d'Organisation, 2009.

Jean Bufferne : « Le guide de la TPM® », Edition d'Organisations, 2006, p.126

Claude Barbier, Robert Dapère et Claude Huber : « Le zéro panne par la topomaintenance : La TPM à la française », Editions Maxima, 1993, p 67.

La maintenance du 1er niveau comprend : le nettoyage, le graissage, la lubrification.

La maintenance du 2ème niveau comprend : le contrôle du bon fonctionnement, les réglages simples et l'échange

de pièces standards (disque, lame de coupe..).

Jean Bufferne : « Le guide de la TPM® », Edition d'Organisations, 2006, p.133.

Gilles Zwingelstein : « La maintenance basée sur la fiabilité, Guide pratique d'application de la RCM », Editions Hermès science publications / Lavoisier, Septembre 1996.

Gilles Zwingelstein : « La maintenance basée sur la fiabilité, Guide pratique d'application de la RCM », Editions Hermès science publications / Lavoisier, Septembre 1996. 2Jean-Paul Souris : « Le guide du parfait responsable maintenance », Lexitis Editions, Novembre 2010, p 32.

Christophe Parmentier : « L'ingénierie de la formation », Editions d'organisation 2008, p200.

## Annexes

### *Annexe 2.1 : Fiche descriptive des indicateurs de performance*

#### Taux d'alimentation du backlog

Ce taux peut être calculé sur une durée déterminée par la relation :

$$\text{taux d'alimentation du backlog} = \frac{\text{nombre de cases remplies}}{\text{nombre totale de cases}}$$

#### Taux de disponibilité opérationnel

Le taux de disponibilité est le rapport, exprimé en pourcentage, entre la durée pendant laquelle l'atelier de production est opérationnel, et la durée pendant laquelle ledit atelier aurait dû idéalement fonctionner, c'est-à-dire 100% du temps, si l'on excepte le temps de démarrage des machines.

Ce taux peut être calculé sur une durée déterminée par la relation :

$$\text{taux de disponibilité} = \frac{\text{temps opérationnel}}{\text{temps d'ouverture}}$$

#### Taux d'engagement et de satisfaction

Ce taux est une mesure de l'implication du salarié aux travaux de l'entreprise et sa satisfaction de son rôle au sein de l'organisation.

Il est calculé à l'aide d'un questionnaire comportant des questions à deux réponses (Oui ou Non) de la façon suivante :

$$\text{taux d'engagement et de satisfaction} = \frac{\text{Nombre de "Oui"}}{\text{Nombre total des questions}}$$





## Annexe 3.3 : Ordre de travail

		Description: Ordre de travail	
Date:		Identification intervenants:	
Heure:		Ordre de travail No.	
Emplacement:		Equipement No.	
Type d'intervention	<input type="checkbox"/> préventive	<input type="checkbox"/> Travaux neuf/amélioration	
	<input type="checkbox"/> Corrective	<input type="checkbox"/> Arrêt programmé	
Description intervention		Symptômes	
		Localisation	
		Causes de la défaillance	
<b>Commentaire :</b>			
Heure de début : ..... Heure de fin: ..... Temps de maintenance : ..... Temps d'arrêt: ..... Temps perte de production : ..... Temps arrêt équipement ..... Etat OT : <input type="checkbox"/> Terminé <input type="checkbox"/> En cours Vérifier par : .....           Visa : .....			



Stage effectué à : Société métallurgique d'Imiter



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Nom et prénom:** Elhajji Ilham

**Année Universitaire :** 2015/2016

**Titre:** Amélioration du processus maintenance électrique de l'usine de traitement

### Résumé

Dans l'objectif d'améliorer le processus du service maintenance électrique (ME) de la SMI, notre étude vise à mener un ensemble d'actions de structuration et d'amélioration des performances du service maintenance électrique. Notre démarche pour mener à bien ce projet, est basée essentiellement sur les principes et les outils du système de gestion opérationnel (SGO).

Nous avons établi, dans un premier temps, un diagnostic de l'état initial de l'usine de traitement de la société incluant les trois composantes de la productivité : la maintenance, la qualité et les ressources humaines.

Les résultats insatisfaisants du diagnostic nous ont menés, dans un deuxième temps, à mettre en place un plan d'action destiné à augmenter la performance de l'entreprise au niveau de chacune des composantes de la productivité.

Le plan d'action, ainsi engagé, a contenu les actions suivantes :

1. Mise en place de la maintenance autonome et préventive. De ce fait, nous avons pu réaliser des gains notables en augmentant le taux de disponibilité opérationnelle (TDO) de l'atelier de production de 71.55% à 89.88% enregistré vers la fin de la période de l'étude.
2. Le plan d'amélioration de la qualité en se basant sur le système de gestion opérationnel nous a permis d'augmenter le taux d'alimentation du backlog (TAB) de 5% à 89%.
3. Les ressources humaines ont été intégrées dans le plan d'amélioration à travers un programme de développement des connaissances et compétences du personnel. Ce qui a permis d'augmenter notablement le taux d'engagement et de satisfaction (TES) des ressources humaines.

**Mots clés:** SGO, TDO, TAB, TES, ME