

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Réorganisation De La Gestion De La Maintenance

Lieu : Floquet monopol

Référence : 25 / 13 GI

Préparé par :

- Legra Mahmoud Sow

Soutenu le 12 Juin 2013 devant le jury composé de :

- | | |
|----------------------|---------------------|
| - Pr.L'H.HAMEDI | (Encadrant FST) |
| - Pr. M.CHERKANI | (Examineur FST) |
| - Pr. N. EL OUAZZANI | (Examineur FST) |
| - Mr.S. HAGUITOU | (Encadrant Société) |

Dédicace

*A mes chers parents,
Dont l'amour, la tendresse et le soutien m'a toujours éclairé mon chemin,
que Dieu les gardes en bonne et parfaite santé*

*A mes frères et sœurs,
Pour leurs encouragements et leurs soutiens, je leur souhaite plein de
réussite et de succès dans la vie.*

*A tous mes amis je leur souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de
réussite.*

*A tous mes collègues de la Faculté des sciences et techniques de Fès que j'
espère qu'ils trouveront le témoignage de mon profond amour et respect.*

A toute personne qui m'a encouragé à faire ce travail.

Remerciements

J'adresse mes profonds remerciements :

En premier lieu à Mr. HAMEDI, mon encadrant et enseignant qui m'a fait bénéficier de ses connaissances et de son savoir faire durant toute la période de ma formation, et que

je salue en lui ses compétences et ses engagements.

À Mr. Abdellatif LARAQUI, Directeur général de la société Floquet Monopole (SMFN) qui m'a permis de réaliser ce projet, et pour ses qualités humaines et professionnelles.

Également à tout le personnel de la société Floquet Monopole (SMFN) et particulièrement du service Maintenance, ainsi que Mr Said HAGUITOU ET MDSLE ZINEB avec qui j'ai fait équipe pour réaliser ce travail.

À tous les enseignants de LICENCE Génie Industriel pour le temps qu'ils m'ont consacré et pour leurs compétences et leurs conseils.

Enfin, sans qu'il soit possible de les énumérer tous, à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

DEDICACE	2
REMERCIEMENT	3
SOMMAIRE	4
LISTE DES FIGURES	7
LISTE DES TABLEAUX	8
ITRODUCTION GENERALE	9
CHAPITRE 1 : Présentation De La SMFN	10
I . Généralité sur la SMFN.....	11
II. Fiche de présentation de la SMFN.....	12
III. Organigramme de la SMFN.....	13
IV. Organisation technique de la SMFN.....	14
1. <i>Le Bureau d'Etude et du développement</i>	14
2. <i>Le Bureau de Méthodes</i>	14
3. <i>Le service ordonnancement</i>	14
4. <i>Le service Qualité</i>	14
5. <i>Service contrôle</i>	14
6. <i>Le Service Maintenance</i>	15
7. <i>Le service Atelier</i>	15
8. <i>Le Service Gestion Des Produits Finis</i>	15
9. <i>Le service Ressources Humaines</i>	15
10. <i>Le service Fonderie</i>	15
V. Produits et marchés.....	15
CHAPITRE 2 : Processus De Fabrication Des Pistons A La SMFN	16
I . Introduction.....	17
II . Plan d'implantation des machines au sein de l'usine	17
III . Chaines A,B.....	18
IV . Chaîne C.....	19

V . La gamme de fabrication des pistons.....	21
1 . Demande du client.....	21
2 . Cout du travail.....	21
3 . Le bureau d'étude.....	21
4 . Le bureau des méthodes.....	21
5 . L'atelier mécanique.....	21
6 . Coulage de précision.....	22
7 . Démasselotage.....	22
8 . Contrôle destructif par tournage.....	22
9 . Stabilisation.....	22
10 . Zone d'attente.....	22
11 . Usinage.....	23
12 . Lavage.....	23
13 . Marquage.....	24
14 . Contrôle.....	24
15 . Etamage-Graphitage.....	24
16 . Super Contrôle.....	24
17 . Emballage.....	25
CHAPITRE 3 : Sujet Du Stage : Réorganisation de la Gestion de la Maintenance.....	26
I . introduction.....	27
II . Les méthodes de maintenance.....	27
1 . La maintenance corrective.....	27
2 . La maintenance préventive.....	27
III . Indicateurs de la gestion de maintenance	29
III-1. Type de maintenance.....	29
1 . Maintenance corrective.....	29
2 . Maintenance préventive.....	32
3 . Maintenance systématique journalière.....	37
4 . Maintenance prédictive.....	40
III-2 Cycle du fonctionnement de la machine.....	44
1 . Historique machine.....	44
2 . Suivie panne machine.....	44
3 . Taux de disponibilité.....	45
III-3Chek List.....	47
III-4 Consommation énergétique et d'huile.....	48
III-5 Planning des vidanges.....	51
III-6 Suivi d'outils de sécurité.....	54

III-7 Gestion de stock des pièces de rechange.....	56
1. Liste pièces de rechange.....	56
2. Suivre du stock mini et maxi.....	56
IV . Outil de la gestion de maintenance	57
1 . GMAO.....	57
2 . Les 5s.....	57
CONCLUSION GENERALE.....	59
Bibliographie.....	60
Webographie.....	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la SMFN.....	13
Figure 2 : Le plan d’implantation des machines	18
Figure 3 : Machine OP20.....	19
Figure 4 : Machine OP30.....	19
Figure 5 : Machine OP40.....	20
Figure 6 : Machine OP50.....	20
Figure 7 : Machine OP70.....	20
Figure 8 : Croquis désignant les termes technique.....	21
Figure 9 : Machine démasseloteuse	22
Figure 10 : Four de stabilisation.....	22
Figure 11 : Machine de lavage.....	24
Figure 12 : Machine d’emballage.....	25
Figure 13 : Exemple de bon d’intervention.....	30
Figure 14 : Exemples des paramètres significatifs et de domaine d’application.....	40
Figure 15 : Suivie des pannes machine par ligne C pour le mois de mars.....	45
Figure 16 : Calcul de la consommation mois d’électricité et d’eau pour de janvier.....	49
Figure 17 : Plan d’évacuation de l’usine et implantation des extincteurs.....	55
Figure 18 : Plan Description des 5s.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche de présentation de la SMFN.....	12
Tableau 2 : Tableau d'évaluation selon chaque critère.....	34
Tableau 3 : Récapitulatif du classement de la criticité.....	34
Tableau 4 : Plan de maintenance préventive annuelle pour l'année 2012.....	35
Tableau 5 : Maintenance préventive mensuelle pour le mois de juin.....	36
Tableau 6 : Plan de maintenance systématique journalière pour le mois de janvier 2012..	39
Tableau 7 : Planning annuel de la maintenance prédictive pour l'année 2012.....	43
Tableau 8 : Résultats obtenus du MTBF, MTTR et disponibilité.....	46
Tableau 9 : Check liste.....	47
Tableau 10 : Calcul de la consommation d'huile pour le mois de janvier.....	50
Tableau 11 : Plan des vidanges de lubrification pour l'année 2013.....	52
Tableau 12 : Planning de vidange de lubrification de l'année 2013.....	53
Tableau 13 : Liste de pièce de rechange pour la machine OP20.....	56

INTRODUCTION GENERALE

Naissant auparavant dans l'informel, aujourd'hui les entreprises ont une organisation structurelle très avancée. En effet, il existe en leur sein des services comme la production, la maintenance, les bureaux d'études, l'ordonnancement, ...etc. Même si ces fonctions prises individuellement existeront toujours, elles ne suffisent plus à elles-mêmes.

L'entreprise cherche plus d'innovation, d'efficience et de créativité. Pour ce faire, il est nécessaire de décloisonner cette organisation en déterminant les interactions entre les services pour des objectifs spécifiques à chaque entreprise. Ainsi, la performance industrielle dépend de la maintenance ainsi que de la capacité de l'entreprise à piloter dans un environnement toujours plus complexe.

Ainsi, pour la majorité des entreprises, la chaîne des équipements est classée en front de leurs ressources vu le potentiel important de l'investissement mobilisé pour son acquisition et les tâches qui lui sont confiées. La gestion de la maintenance prend une place considérable au sein de la société. Le service de maintenance s'occupe particulièrement de la mise en place de la maintenance de premier niveau, corrective, préventive et prédictive ainsi que les enregistrements liés à ce service et la gestion des pièces de rechange.

En effet, pour ce projet, il s'agit de **l'élaboration des indicateurs de la gestion de maintenance au sein de la SMFN.**

Mon travail comprend trois grandes parties liées entre elles d'une manière logique et chronologique :

D'abord, on procédera à une présentation de la société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN) dans le premier chapitre, par la suite on fera une description du processus de fabrication des pistons dans le deuxième chapitre.

Dans le dernier chapitre, on entamera, l'analyse des indicateurs de la gestion de la maintenance utilisés dans le service de maintenance.

CHAPITRE 1 :
PRESENTATION DE LA SMFN

- I. *Généralité sur la SMFN*
- II. *Fiche de présentation de la SMFN*
- III. *Organigramme de la SMFN*
- IV. *Organisation technique de la SMFN*
- V. *Produits et marches*

I. Généralité sur la SMFN

Fondée en 1981, dans le quartier industriel Sidi Brahim, lot 59 rue 813 de Fès, la Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN) , Floquet Monopole est une société ayant pour activité principale la production de pistons, de chemises et d'axes pour automobiles. Elle dispose de trois ateliers répartis entre deux sites à savoir :

Un site destiné à la production de pistons en alliage d'aluminium par moulage et usinage.

Un autre site où l'on produit par usinage des chemises en fonte et des axes en acier. Possédant la licence d'exploitation de Floquet Monopole, société française qui fait partie du groupe Dana Américaine, la S.M.F.N. est certifiée ISO 9001 : 2000 et qui être certifier ISO TS/16949 ce qui montre son intégration à l'échelle mondiale. En effet, elle produit pour des clients tels que Perfect Circle Distribution Europe, FAURECIA, Renault Maroc, ... Plus grande fonderie d'Afrique et du Moyen Orient, la S.M.F.N. est une société anonyme ayant un capital s'élevant à 21 800 000 Dirhams et pouvant réaliser des chiffres d'affaires annuels de 80 millions de Dirhams. En 2002-2003, elle a produit plus de 500 000 pistons.

II. Fiche de présentation

Raison sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN) : Floquet Monopole (FM)
Forme	<ul style="list-style-type: none"> • Société Anonyme (S.A)
Date de création	<ul style="list-style-type: none"> • 1981
Siege	<ul style="list-style-type: none"> • Quartier industriel Sidi Brahim, Lot 59, Rue 813 Fès
Activité	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication par moulage des pistons en alliage d'aluminium
Capital	<ul style="list-style-type: none"> • 20.800.000 DHS
Chiffre d'affaire	<ul style="list-style-type: none"> • 80 millions DHS
Production	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de 500.000 pistons par an
Email	<ul style="list-style-type: none"> • fm@floquetmonopole.co.ma / fmi.sales@menara.ma / sales@floquetmonopole.co.ma
Tel	<ul style="list-style-type: none"> • (05 35 64 26 91 / 05 35 64 28 69) • (05 35 64 26 42)
Principaux pays d'exportation	<ul style="list-style-type: none"> • ALGERIE, FRANCE, LIBYE, MALI, NIGERIA
Principaux produits exportés	<ul style="list-style-type: none"> • Déchets et débris d'Aluminium (sauf SCORIES, MACHEFER, ECT, produits par la sidérurgie et contenant de l'Aluminium récupérable sous forme de silicates, les déchets ligotés et autres formes brutes en déchets ou débris d'Aluminium fondus, parties reconnaissables comme étant exclusivement ou principalement destinées aux moteurs à pistons à allumage par étincelles, N.D.A. • Parties reconnaissables comme étant exclusivement ou principalement destinées aux moteurs à piston à allumage par compression, N.D.A

Tableau 1 : Fiche de présentation de la SMFN

III. Organigramme de la SMFN

ORGANIGRAMME SMFN

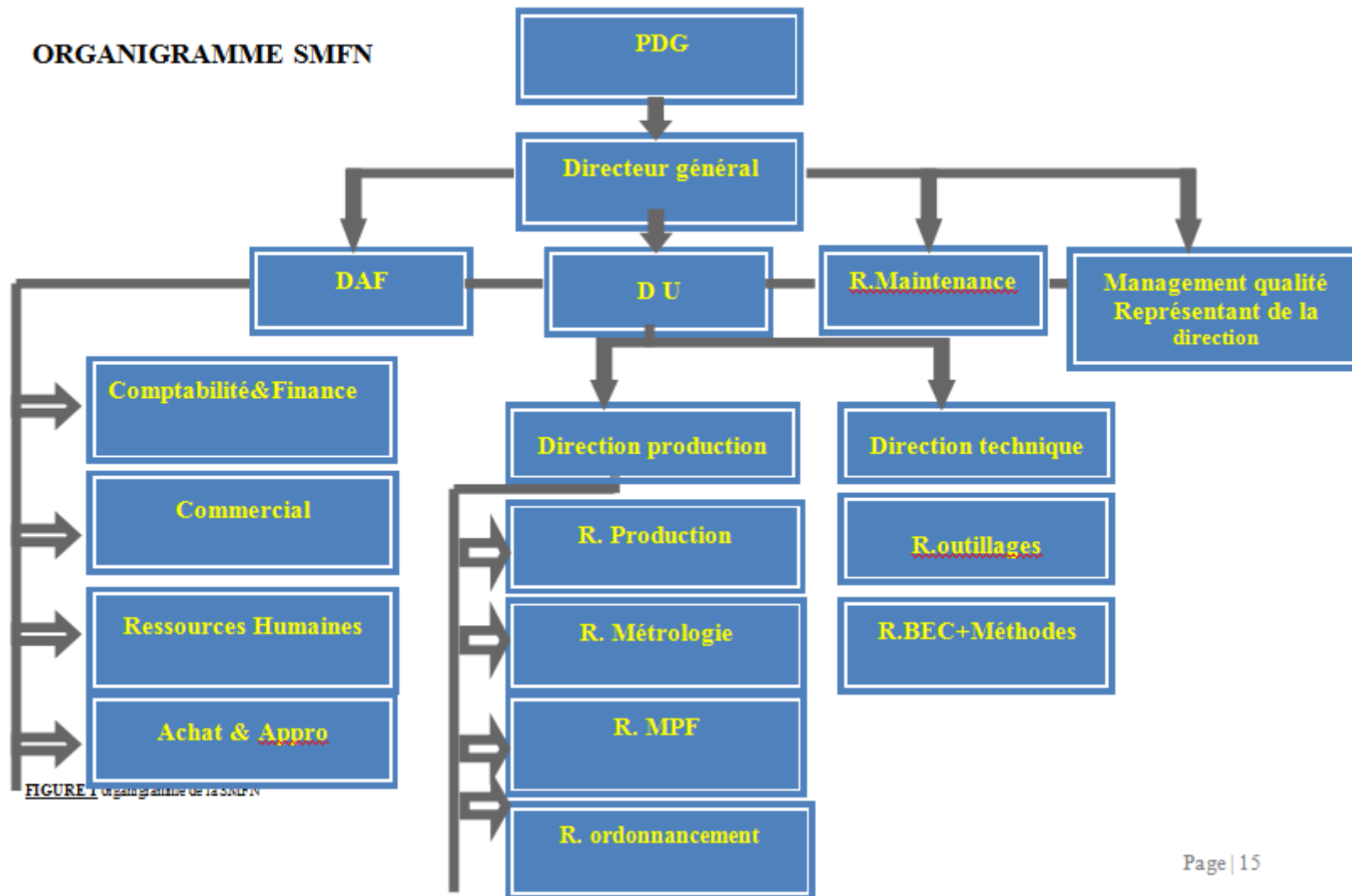


FIGURE 1 Organigramme de la SMFN

III. Organisation technique de la SMFN

Plusieurs services contribuent au bon déroulement du processus de production entraînant ainsi au bon fonctionnement de l'entreprise.

1. Le Bureau d'Etudes et de Développements

Se chargeant de la conduite des études de produits de l'entreprise, les projets sont développés au sein de ce bureau. Après une étude approfondie du produit à fabriquer notamment le mécanisme, les matériaux et les formes, le bureau va fournir les dessins techniques ainsi que la nomenclature du produit afin de passer à la fabrication à grande échelle.

2. Le bureau de méthodes

Ce service a pour fonction la préparation et le suivi de la production de l'entreprise. Il fournit les outils nécessaires pour garder une production optimale c'est-à-dire il définit les moyens, les temps ainsi que les coûts de production. Ce service collabore avec les autres services en particulier avec le bureau d'études et de développements.

3. Le service ordonnancement

Il organise dans le temps, le fonctionnement de l'atelier afin de respecter les délais fixés. En plus de l'organisation des tâches, ce service s'occupe du suivi de la production et définit à partir des données recueillies, des plans destinés à corriger les écarts éventuels pouvant amener au non-respect des programmes établis.

4. Le service qualité

Il a deux rôles principaux à savoir :

- Surveiller la qualité de la production et déceler les facteurs ayant causé des fluctuations sur la qualité des produits. A partir de cette analyse, ce service détermine les actions correctives nécessaires à entreprendre ;
- Assurer la mise en application et le maintien du système de management de la qualité ainsi que la tenue à jour des normes et certificats de la société.

5. Le service contrôle

Ce service est chargé de :

- La vérification de la conformité des échantillons avant le lancement d'une série ;
- Contrôler suivant un plan de surveillance la production. Aussi il réagit au moindre écart par rapport aux spécifications du produit ;
- Contrôler les pistons en sortie des postes d'usinage.

6. Le service maintenance

Ce service s'occupe de l'entretien de tous les équipements de la société en garantissant à ces derniers un bon état de fonctionnement en particulier aux machines servant à la production. Pour cela, les différentes politiques de maintenance : corrective, systématique et préventive sont adoptées par le service et appliquées en fonction des situations rencontrées.

7. Le service atelier mécanique

Il est chargé de réaliser des pièces unitaires d'après les dessins de définition fournis par le Bureau d'Etudes et de Développements et le Bureau de Méthodes ainsi que les pièces demandées par le service Maintenance.

8. Le service gestion des produits finis

Comme son nom l'indique, ce service gère les produits qui sortent de la production et qui vont être livrés aux clients.

9. Le service ressources humains

Il joue un rôle capital au sein de la société SMFN, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine afin de s'assurer qu'elles disposent de toutes les ressources nécessaires pour garantir le bon fonctionnement de l'entreprise.

10. Le service fonderie

Il est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que de la quantité, il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité travail.

IV. Produits et marchés

Les produits fabriqués sont : les pistons pour les moteurs thermiques à combustion et à explosion interne.

La SMFN commercialise sa production auprès des principaux agents de marque automobile et poids lourd, ainsi que les fabricants de moteurs industriels et les revendeurs des pièces détachées

Les clients sont :

- Perfect Circle Distribution Europe & FAURECIA (PEUGEOT France) ;
- Buses Trucks (IVECO LYBIE) ;
- VEGE;
- RENAULT MAROC
- Autres....

CHAPITRE 2 :
PROCESSUS DE FABRICATION DES
PISTONS A LA SMFN

- I. Introduction
- II. Plan d'implantation des machines au sein de l'usine
- III. Chaine A-B
- IV. Chaine C
- V. La gamme de fabrication des pistons

I. Introduction

La SMFN (Floquet monopole) est spécialisée en fabrication des pistons et les chemises des moteurs thermiques, les chemises sont fabriquées dans la société nommée, Floquet Motors Industriel (FMI), qui se trouve au quartier industriel de Doukkarat , et les pistons sont conçus au sein de l'entreprise mère qui se au quartier industriel de sidi Brahim.

Comme nous l'avons déjà mentionné auparavant, la société marocaine des fonderies de nord produit pour deux types de marchés : celui de premier montage, pour l'expédition vers des clients de grandes maisons de voiture comme la maison Peugeot, Renault..., et le marché des pièces de rechange. Pour satisfaire les différentes exigences de chaque marché, la SMFN a implanté sur son site trois chaînes de production : la chaîne C, chaîne de machine à commande numérique destinée à la production pour les fabricant mondiaux et deux chaînes classique A et B pour satisfaire les besoins des marchés de pièce de rechange.

II. Plan d'implantation des machines au sein de l'usine

Le plan ci-dessous nous montre comment les machines sont insérées sur l'atelier d'usinage et aussi les différentes machines par les quelles est passé le piston de la fonderie jusqu'à l'emballage.

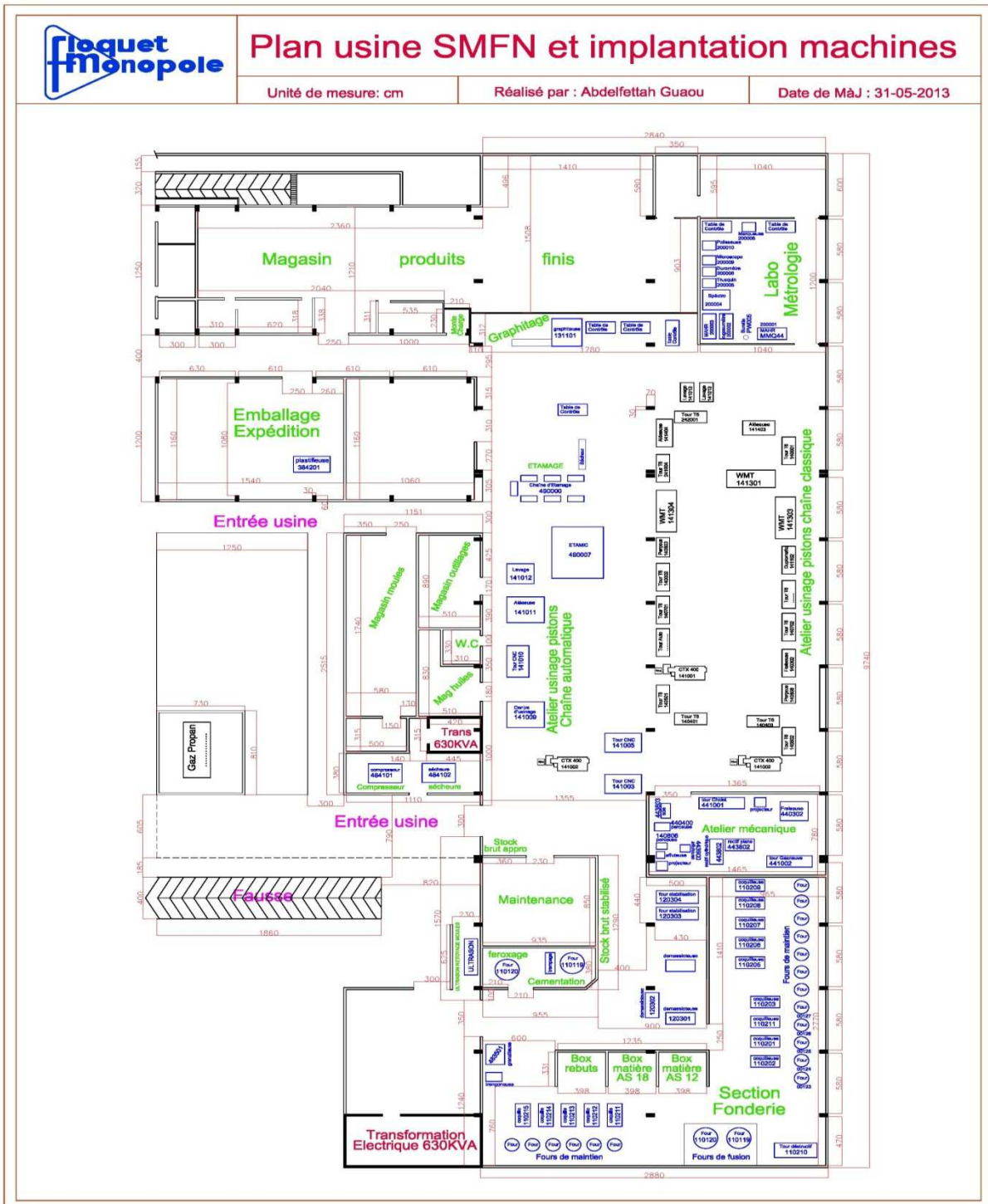


Figure 2 : Le plan d'implantation des machines

III. Chaîne A-B

Cette ligne est classique, elle comporte différentes machines (telles que perceuses, aléseuses, fraiseuse, tour semi Auto...) dont la plupart sont très anciennes. Dans cette ligne, le but c'est de fabriquer des pistons dès le moulage jusqu'au contrôle final, puis après

l'emballage, cette série est généralement en arrêt mais avec la réorganisation de la gestion de maintenance elle a été mise en fonction

IV. Chaîne C

Cette série comporte 9 machines qui sont : l'OP20A, OP20B, OP20C, OP30, OP40, OP50, OP60, OP70 et OP80. Ces machines sont très sophistiquées et sont commandées numériquement, et elles exécutent généralement plusieurs opérations en même temps.

- L'OP20 : permet de réaliser l'ébauche fond, jupe et cordon, l'ébauche et la finition des gorges segments, la finition du fond (bossette et trottoir), la mise en longueur et les cassages des angles. (l'OP20A, l'OP20B, l'OP20C sont identiques et réalisent les mêmes fonctions).



Figure 3 : Machine OP20

- L'OP30 : permet de réaliser l'ébauche trou d'axe, chambrage et bain d'huile trou d'axe.



Figure 4 : Machine op30

- L'OP40 : permet de réaliser la finition jupe et cordon du piston ainsi que les cassages des angles.



Figure 5 : Machine op 40

- L'op50 : fait l'opération de la finition trou d'axe.



Figure 6 : Machine op50

- L'OP60 : c'est le lavage.
- L'OP70 : fait l'opération de l'étalonnage et le marquage.



Figure 7 : Machine op 70

- L'OP80 : elle réalise l'opération de l'étamage

La chaîne numérique est conçue pour la fabrication des pistons de premier montage, pour l'expédition vers des clients de grande maison de voiture.

V. La gamme de fabrication des pistons

Le piston est le cœur du moteur, s'il est bien dimensionné et bien fabriqué, on aura donc un bon rendement du moteur, pour cela le but de l'entreprise est de fabriquer un piston de bonne qualité, contrôlé au micron. Pour cela il doit parcourir toutes les étapes du processus de fabrication.

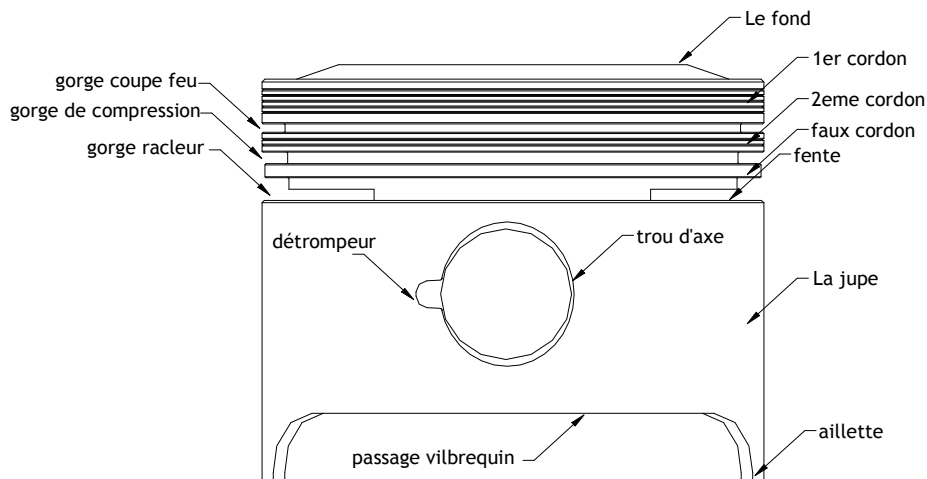


Figure 8 : croquis désignant les termes techniques du piston

1. Demande du client :

Il peut se faire avec un prototype ou avec un dessin du produit à fabriquer.

2. Coût du travail :

Pour déterminer le cout du travail ou de la fabrication du produit on effectue la gamme d'usinage afin de calculer le temps d'usinage et en tenant compte d'autre paramètre tels que : la consommation en énergie, l'emploi de la main d'œuvre. Après tous ces calculs, le devis est soumis au client et s'il est favorable alors la production est lancée.

3. Le bureau d'étude

Le bureau d'étude et de développement conçoit le moule pour la coulée. Les calculs sont effectués avec minutie sinon la moindre erreur pourrait avoir des conséquences graves au niveau de la production

4. Le bureau des méthodes :

Le bureau de méthode a pour rôle d'établir :

- Les gammes d'usinage.
- Les dessins des montages d'usinage et de contrôle
- Les dessins des outillages de production et de contrôle.

5. L'atelier mécanique :

Après les calculs et les dessins réalisés par le BED et le BM cet atelier se charge de réaliser le moule et les montages d'usinage et des contrôles.

6. Coulage de précision :

Le moule doit être testé afin de savoir s'il permet d'obtenir de bonnes pièces, pour cela on effectue la coulée, on vérifie les dimensions du brut s'ils sont conformes alors le feu vert est donné c'est-à-dire que la production peut commencer, sinon des retouches seront apportées au moule.

Après avoir testé l'efficacité du moule, on fait fondre la matière première qui est de l'aluminium (AS12 UNG ou AS22 UNG) et quelques alliages à une température très élevée qui peut atteindre plus de 900°C.

7. Démasselotage :

Après l'obtention du brut il faut enlever le système de coulé et la masselotte suivant les dimensions du piston.



Figure 9 : Machine démasseloteuse

8. Contrôle destructif par tournage :

Pour s'assurer de la qualité de la coulée, il est indispensable voire nécessaire de faire un contrôle destructif par tournage. Cette opération consiste à prélever des pistons pour chaque creuset et chaque moule à la fréquence d'une pièce par jour et par référence.

9. Stabilisation :

La fonderie est dotée de deux fours de stabilisation pour le traitement thermique des pistons. On introduit les pièces dans le four de stabilisation (220°C pendant 10 heures) pour réguler la dureté et rendre la structure homogène (température sur la surface extérieure égale à la température sur la surface intérieure du piston).



Figure 10 : Four de stabilisation

10. Zone d'attente

Après stabilisation, les pistons sont stockés en zone d'attente avant l'usinage. Ils sont mis dans des bacs avec des fiches d'identification indiquant leurs références et leurs quantités.

11. Usinage :

L'usinage se fait en plusieurs étapes à l'aide des contrats de phase élaborés par le bureau de méthode et est réalisé au niveau des chaînes (A-B) et de la chaîne classique C.

a) Emboitage

C'est la première opération subie par le piston, son rôle général est de faire un usinage au-dessous du piston pour assurer le bon maintien de la broche dans les autres opérations (créations d'une surface de référence).

b) Ebauches trou d'axe

C'est l'opération de l'usinage du trou d'axe. C'est un usinage primaire, il se fait avec une faible précision.

c) Cassage angle

Le but de cette opération est de casser les angles du piston pour éviter qu'ils soient trop affilés et aiguisés.

d) Gorges segments

Dans cette opération, on usine trois gorges segments à la tête du piston qui sert à porter les différents segments (coupe-feu, compression, racleur).

e) Finition fond

On fait usiner le fond du piston pour créer un fond bien plat. Toutes ces opérations déjà mentionnées sont faites dans certaines machines appelées des batteries CN et des tours.

f) Perçage racleur

Il consiste à faire des trous qui sont au nombre de 4 des deux côtés du piston en respectant le même angle de la ligne centrale

g) Rayons internes

Dans cette étape, on rend uniforme les rayons intérieurs du trou du piston.

h) Gorges, ciclips et chanfreins

Dans cette opération, on fait un petit usinage à l'intérieur du trou pour le circlips qui va bloquer l'axe.

i) Finition jupe

Cette opération se fait à l'aide des machines WMT. La finition se fait sur 2 parties. Chacune des parties sont différentes.

j) Finition trou d'axe

La finition trou d'axe se fait dans l'aléuseuse. Cette opération se fait avec une très grande précision, c'est à dire en micron.

12. Lavage

Après avoir fabriqué les pistons, ceux-ci vont être lavés dans le bac de lavage pour enlever le lubrifiant.



Figure 11 : *Machine de lavage*

13. Marquage

Le marquage se fait juste avant le contrôle suivant les exigences du plan. Il se fait soit manuellement, soit automatiquement.

14. Contrôle

Après l'usinage, on effectue le contrôle visuel et dimensionnel afin de vérifier qu'il n'y a pas de défaut sur la surface.

a) Contrôle visuel

Il permet de :

- Vérifier les défauts d'usinage
- Vérifier les défauts accidentels
- Vérifier les défauts de marquage

b) Contrôle dimensionnel

Il consiste à vérifier :

- Les trous d'axe : l'appareil utilisé pour cette opération est un montage de contrôle (comparateur + axe).
- Le diamètre
- La hauteur de compression.

15. Etamage-Graphitage :

- **L'étamage** : est une opération qui consiste à déposer une couche de carbonate de soude sur la jupe du piston.
- **Graphitage** : est une opération qui consiste à déposer une couche de graphite sur la jupe du piston.

16. Super Contrôle :

Après l'étamage et le graphitage les pistons sont expédiés au magasin pour y subir un super contrôle. Dans cette section on fait le contrôle :

- Du trou d'axe.
- Des gorges avec des cales étalonnées d'une grande précision.

17. Emballage :

Si les pièces ont passé l'étape du super contrôle on les emballe.



Figure 12 : *Machine d'emballage*

CHAPITRE 3 : sujet du stage : Réorganisation De La Gestion De La Maintenance

- I. Introduction
- II. Les méthodes de maintenance
- III. Indicateurs de la gestion de la maintenance
- IV. Outils de la gestion de maintenance

Au sein de la Société Marocaine des Fonderies du nord on nous a confiés d'élaborer l'inventaire des méthodes suivantes :

- ✓ Maintenance corrective
- ✓ Maintenance préventive
- ✓ Maintenance systématique journalière
- ✓ Maintenance prédictive
- ✓ Historique machine
- ✓ Suivi panne machine
- ✓ Taux de disponibilité
- ✓ Check liste pour intervention
- ✓ Consommation énergétique
- ✓ Planning des vidanges
- ✓ Suivi d'outil de sécurité
- ✓ Liste pièce de rechange
- ✓ Suivi de stock mini et maxi

De mettre à jour l'application GMAO

I. INTRODUCTION

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des usines aussi bien pour la qualité des produits.

Lorsque la politique ou la stratégie de maintenance est définie, on doit choisir ensuite la méthode la plus appropriée pour atteindre les objectifs fixés, le choix de cette méthode dépendra également d'autres paramètres à savoir :

- ✓ La connaissance du matériel, de son état et durée de vie de ces différents organes.
- ✓ La probabilité de pannes ; faible ou élevée.
- ✓ La facilité d'intervention.
- ✓ La possession en stock de pièces de rechange.
- ✓ Les moyens disponibles au moment de l'intervention.

II. Les méthodes de maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance (maintenance corrective, préventive,...) s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, des décisions politique de maintenance, mais il faut aussi connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels ; le comportement du matériel en exploitation ; les conditions d'application de chaque méthode ; les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

1. La maintenance corrective

- **Définition :** « Maintenance effectuée après défaillance. »
- **Défaillance :** « Altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise. »

On distingue deux formes de défaillance : la défaillance partielle et la défaillance complète.

- **Défaillance partielle :** « Altération de l'aptitude d'un bien à accomplir les fonctions requises. »
- **Défaillance complète :** « Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir les fonctions requises. »

La maintenance corrective a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaire à son utilisation.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés ou / et une dépréciation en qualité des services rendus.

2. La maintenance préventive

Définition : « Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu ». Elle doit permettre d'éviter des défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit Mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter

- **But de la maintenance préventive :**

- Augmenter la durée de vie des matériels ;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse ;
- Eviter les consommations anormale d'énergie, de lubrifiant, etc.... ;
- Optimiser les dépenses de la maintenance
- Réduire le taux d'accidents graves

Pour qu'elle soit efficace, il faut que la maintenance préventive soit maîtrisée et admise par les responsables de production et mise en pratique par tout le personnel.

Ces méthodes doivent être dans la mesure du possible standardisées entre les différents secteurs(production et périphériques).ce qui n'exclut pas l'adaptation essentielle de la méthode au matériel(par exemple à un exemple de machines, à une machine ou à un organe).avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être de plus en plus faible, la proportion des pannes accidentelles sera mieux maîtrisée.la maintenance préventive diminuera quantitativement d'une façon systématique mais s'améliora qualitativement par la maintenance conditionnelle.la maintenance préventive, hier expérimentale et subjective, tend aujourd'hui à devenir plus scientifique.

Dans notre cas de figure la société à travers le service maintenance, applique les indicateurs de la gestion de la maintenance suivante :

- ✓ Maintenance corrective
- ✓ Maintenance préventive
- ✓ Maintenance systématique journalière
- ✓ Maintenance prédictive
- ✓ Historique machine
- ✓ Suivi panne machine
- ✓ Taux de disponibilité
- ✓ Check liste pour intervention
- ✓ Consommation énergétique
- ✓ Planning des vidanges
- ✓ Suivi d'outil de sécurité
- ✓ Liste pièce de rechange
- ✓ Suivi de stock mini et maxi

En plus des indicateurs, le service maintenance applique des outils de la maintenance pour mieux gérer sa maintenance :

- ✓ GMAO

- ✓ 5S

Pour chacun de ces indicateurs, nous allons développer leur rôle et leur utilité au sein de la société.

III. Indicateurs de la gestion de la maintenance :

III-1 Type de maintenance

1. Maintenance corrective

Ces opérations peuvent être classées en trois groupes d'actions.

-Le premier groupe concerne la localisation de la défaillance ; il comprend les opérations suivantes : le test, la détection, le dépistage et le diagnostic.

-Le deuxième groupe concerne les opérations de la remise en état ; il comprend les opérations suivantes : le dépannage, la réparation et la modification soit et du matériel ou du logiciel.

-Le troisième groupe concerne la durabilité ; il comprend les opérations suivantes : la rénovation, la reconstitution et la modernisation.

a) la localisation de défaillance

C'est l'action qui conduit à rechercher précisément le (les) élément(s) par le(s) quel(s) la défaillance se manifeste.

- ✓ Le test : c'est une opération qui permet de comparer les réponses d'un système à une sollicitation appropriée et définie, avec celles d'un système de référence, ou avec un phénomène physique significatif d'une marche correcte.
- ✓ La détection : c'est l'action de déceler au moyen d'une surveillance accrue, continue ou non, l'apparition d'une défaillance ou l'existence d'un élément défaillant.
- ✓ Le dépistage : c'est une action qui vise à découvrir les défaillances dès leur début par un examen systématique sur des équipements apprenant en état de fonctionnement.
- ✓ Le diagnostic : c'est l'identification de la cause probable de la (ou les) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. Le diagnostic permet de confirmer, de compléter ou de modifier des hypothèses faites sur l'origine et la cause des défaillances et de préciser les opérations de maintenance corrective nécessaires.

b) La remise en état

La remise en état de fonctionnement peut consister à réaliser l'une des opérations suivantes.

- ✓ Le dépannage : C'est une action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement ; compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation hors règle de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Le dépannage, opération de maintenance corrective, n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps.

Souvent les interventions des dépannages sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses.

De ce fait les services de maintenance, soucieux d'abaisser leurs dépenses, tentent d'organiser les actions de dépannage. D'ailleurs certains indicateurs de maintenance, pour mesurer son efficacité, prennent en compte le problème du dépannage.

- ✓ La réparation : C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après défaillance.

L'application de la réparation, opération de maintenance corrective, peut être décidée, soit immédiatement à la suite d'un incident, ou d'une défaillance, soit après dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Tous les équipements sont concernés.

- ✓ La modification : C'est une opération à caractère définitif effectuée sur l'envie d'améliorer le fonctionnement, ou de changer les caractéristiques d'emploi.

La maintenance corrective au sein du service se traduit par l'ensemble des interventions faites sur les machines des lignes A, B et C.

A l'issue de chaque action de maintenance corrective, l'intervenant rédige un bon d'intervention qui contient la date début et de la fin de l'intervention, l'anomalie constatée ainsi que le rapport d'intervention comme est représenté dans la figure suivante :

Figure 13 : Exemple de bon d'intervention

En plus de la version papier, les interventions sont gardées également sous forme d'un fichier électronique, sous forme d'un historique de panne.

Le tableau suivant exprime le bilan des interventions réalisé au niveau des trois lignes, les anomalies constatées, le rapport d'intervention et la durée de cette intervention, et ceux pour les mois à conté du mois de Juillet 2012 jusqu'au mois de Mai 2013 (voir annexe 1)

c) Organisation d'une action de maintenance corrective

Au sein de la SMFN, on cherche à améliorer la qualité de l'intervention qui doit se traduire par une meilleure qualité du produit fabriqué et à diminuer le « temps propre d'indisponibilité » par une organisation appropriée et une mise en œuvre de moyens adaptés.

- **Organisation d'une intervention pour le dépannage**

L'organisation s'effectue à 3 niveaux afin de réduire les immobilisations des matériels :

- ✓ Avant la panne,
- ✓ Au déclenchement de la panne,
- ✓ Après la panne.

❖ **Organisation avant la panne**

Il faut pouvoir rassembler tous les moyens nécessaires à une intervention rapide. Connaissant l'organisation et la structure du service nous pouvons récupérer rapidement :

- **La documentation** : c'est-à-dire les dossiers techniques et historiques ; l'organigramme de dépannage ; le tableau de diagnostic ; les informations recueillies auprès de l'utilisateur.
- **Le matériel de première urgence** : matériel pour respect des règlements de sécurité ; matériel de contrôle ; matériel de mesure ; matériel de diagnostic ; etc.

❖ **Organisation au moment du déclenchement de la panne**

A ce niveau nous avons dégagé 3 phases importantes.

1^{ère} phase : enregistrement de l'appel

Il peut provenir d'une alarme, d'un coup de téléphone, d'un télex, d'une communication orale ou par écrit (demande de travaux de maintenance).

2^{ème} phase : l'analyse du travail

- Dans un premier temps, il faut appliquer ou faire appliquer les consignes pour une intervention immédiate. Elles peuvent être liées à la sécurité, aux arrêts de production, au nettoyage préalable des abords.
- Il faut ensuite organiser le poste de travail, rassembler les moyens matériels, constater les anomalies pouvant se présenter et voir le meilleur moyen d'y remédier.

3^{èmes} phase : la discussion au niveau de l'analyse

Nous pensons qu'à ce stade il faut se poser les questions de la méthode interrogative : « Quoi ? Quand ? Où ? Comment et Combien ? » afin de ne pas faire une intervention trop poussée et choisir entre le dépannage (intervention provisoire) et la réparation (intervention définitive).

❖ **Organisation après la panne**

Après l'intervention en dépannage le technicien a plusieurs tâches à effectuer :

- Faire le compte rendu de l'intervention,

Déclencher éventuellement une remise en service du matériel pour le Personnel utilisateur,

- Mettre à jour le stock de pièces détachées,
- Exploiter les résultats des dépannages.

- **Organisation d'une intervention pour la réparation**

Comme pour le dépannage l'organisation d'une intervention s'effectue à 3 niveaux :

- ✓ Avant l'intervention
- ✓ Au déclenchement
- ✓ Après l'intervention

❖ **Organisation avant l'intervention**

Cela concerne toute activité liée à la préparation de la réparation.

❖ **Organisation au moment du déclenchement de l'intervention**

Contrairement au dépannage, la réparation se fait le plus souvent dans l'atelier central plutôt que sur le site .le travail est ainsi réalisé dans de meilleures conditions.

Une réparation méthodique passe nécessairement par les étapes suivantes :

Diagnostiquer les causes de panne, expertiser le matériel, décider si l'intervention doit se faire sur le site ou dans l'atelier de maintenance ; préparer le poste de travail ; respecter les consignes de sécurité et rassembler les moyens matériels et humains.

❖ **Organisation après l'intervention**

Nous avons les mêmes étapes que celles du dépannage, c'est à dire : compte rendu de l'intervention, remise en main du matériel, mise à jour du stock, correction de la préparation et exploitation des résultats.

Pour résumer, la maintenance corrective au sein de la SMFN est un ensemble d'interventions réalisées suite à des pannes ou arrêts de la machine et qui peuvent être résolus par intervention de dépannage ou de réparation.

2. La maintenance préventive

Elle peut être classée en quatre groupes d'actions :

- Le premier groupe concerne l'entretien ; il comprend plusieurs opérations à savoir :le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface.
- Le second groupe concerne la surveillance ; il comprend les opérations telles que l'inspection, le contrôle et la visite.
- Le troisième groupe concerne la révision ; il comprend les opérations comme la révision partielle et la révision générale.
- Le quatrième groupe concerne la préservation ; il comprend les opérations suivantes : la mise en conservation, la mise en survie et la mise en service

a. L'entretien

L'entretien comprend certaines opérations courantes et régulières de la maintenance préventive tels que le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface qu'ils soient externes ou internes. Par exemple, on peut signaler pour le nettoyage extérieur l'existence de divers types de nettoyage en fonction de la structure et de l'état d'un bien, des produits utilisés et de la méthode employée (les solutions alcalines aqueuses, les solvants organiques, le soufflage aux abrasifs, etc.).Il faut aussi préciser que le retraitement de surface inclut les opérations suivantes de la lubrification et de graissage.

b. La surveillance

Les termes définis ci-après sont représentatifs a des opérations nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

- ✓ **L'inspection** : c'est une activité de surveillance s exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée a la comparaison avec des données préétablies. Cette activité peut s'exercer notamment au moyen de ronde.
- ✓ **Le contrôle** : c'est une vérification de la conformité a des données préétablies suivi d'un jugement. Le contrôle peut :
 - Comporter une activité d'information
 - Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement,
 - Déboucher sur des actions correctives
- ✓ **La visite** : c'est une opération consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou une partie (visite limitée) des différents éléments du bien et pouvant impliquer des opérations de maintenance du 1 er niveau.

c. La révision

C'est l'ensemble des actions d'examens, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donne.il est conseiller de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles ou les révisions générales. Dans les deux cas, cette opération implique la mise en œuvre des différents sous-ensembles. Ainsi le terme de révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections, etc... les deux types d'opération définis (révision partielle ou générale) relèvent du 4 eme niveau de la maintenance.

d. La préservation

Elle comprend les opérations suivantes :

- ✓ **La mise en conservation** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de non utilisation.
- ✓ **La mise en survie** : c'est l'ensemble des opérations devant être effectuées pour assurer l'intégrité du bien durant les périodes de manifestations de phénomènes d'agressivité de l'environnement a un niveau supérieur a celui défini par l'usage de référence.
- ✓ **La mise en service** : c'est l'ensemble des opérations nécessaires, après l'installation du bien à sa réception, dont la vérification de la conformité aux performances contractuelles.

Au niveau de la documentation, la maintenance préventive ce traduit par **un planning annuel et mensuel, avec analyse des différentes machines des lignes (A, B et C).**

En ce qui concerne le planning annuel, il contient pour chaque mois le ou les machines qui seront contrôlées et le planning mensuel est réalisé à la fin de chaque mois pour signaler si la maintenance préventive liée à une machine a été réalisé ou pas et selon quel taux ainsi qu'une analyse des actions réalisées.

Le planning annuel est établi après le calcul de la criticité liée a chacune des machines afin de déterminer les machines les plus critiques et donc ce sont ces machines qui vont subir la maintenance préventive en premier lieu.

Le calcul de la criticité se fait comme suit :

On remplit pour chaque équipement les cases correspondantes a l'incident des pannes, le taux d'utilisation, la difficulté de réparation et son influence sur la qualité avec les poids correspondants.

On calcul ensuite le produit des quatre critères pour avoir la criticité Cr.

$$Cr = P * U * R * Q$$

Le Cr permet de classer les équipements en trois catégories :

- 1 Critique si $0 \leq Cr \leq 3$
- 2 Ordinaire si $4 \leq Cr \leq 24$
- 3 Banal si $25 \leq Cr \leq 256$

Point d'indice	0	1	2	3	4
Incidence des pannes p	Répercutions grave sur : -la sécurité -la chaîne de production -l'environnement	Influence Importante sur la chaîne de production	Influence Moyenne	Arrêt de ce poste uniquement	Aucune influence
Taux d'utilisation U	Saturé	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Difficulté de réparation R	*****	Difficile	Difficulté Moyenne	Facile	Très facile
Influence sur la qualité Q	*****	Décisive	Sensible	Faible	Très facile

Tableau 2 : tableau d'évaluation selon chaque critère.

A partir de ce tableau, on calcul la criticité de chaque machines des différentes lignes d'usinages A, B et C en utilisant la formule cite ci-dessus, puis ces machines sont classées selon le critère cite et rassemble dans ces types de tableau suivant :

Machine	Code	P	U	R	Q	Cr

Tableau 3 : Récapitulatif du classement de la criticité machine

SMFN	<i>Planning des vidanges annuelle Des Machines Critiques Usinage</i>	Code : ER008
		Date : 01/01/2013

Année 2013

<i>Machine</i>	<i>Code</i>	<i>JA</i>	<i>FE</i>	<i>MA</i>	<i>AV</i>	<i>MI</i>	<i>JU</i>	<i>JL</i>	<i>AO</i>	<i>SE</i>	<i>OC</i>	<i>NO</i>	<i>DE</i>
<i>CNC OP20/A</i>	141004					|||||			|||||				|||||
<i>TOUR emboîtement / A</i>	140403			|||||					|||||				
<i>TOUR T.A/A</i>	140502						|||||		|||||				
<i>Perceuse jupe</i>	140808								|||||			|||||	
<i>Fraisage fond</i>	140302	|||||							|||||				
<i>Aléseuse</i>	141403				|||||				|||||				
<i>TOUR emboîtement / B</i>	140401		|||||						|||||				
<i>TOUR T.A/B</i>	140501			|||||					|||||				
<i>CNC CTX/B</i>	141001	|||||							|||||		|||||		
<i>CNC OP20C/C</i>	141003					|||||			|||||				|||||
<i>CNC CTX/C</i>	141002		|||||						|||||			|||||	
<i>CNC OP20B/C</i>	141005				|||||				|||||		|||||		
<i>OP40 TOUR d'ovale</i>	141010			|||||			|||||		|||||				

||||| Maintenance prévue

Tableau 4 : plan de maintenance préventive annuelle des machines critiques usinage

SMFN	<i>Plan Maintenance Préventive Mensuelle Des Machines Critiques usinage</i>	Code : ER008
		Date : 01/01/2012

JANVIER 2013

TAUX	OP40 TOUR d'ovale	141010		100%
	CNC OP20B/C	141005		
	CNC CTX /C	141002		
	CNC OP20C/C	141003		
	CNC CTX /B	141001		
	TOUR T.A/B	140501		
	TOUR emboîtage /B	140401		
	Aléseuse	141403		
	Fraisage fond	140302		
	Perceuse jupe	140808		
	TOUR T.A/A	140502		
	TOUR emboîtage/ A	140403		
	CNC OP20/A	141004		
CODE				
JANVIER				
ANALYSE	<p><i>Taux de réalisation de la maintenance préventive =100%</i> <i>(maintenance réalisée / maintenance prévue)X100</i> <i>-Les actions prévues pour ce mois ont été réalisées.</i></p>			

VISA :

Tableau 5 : Maintenance préventive mensuelle pour le mois janvier 2013



Maintenance prévue



Maintenance réalisée



Maintenance non réalisée

3. Maintenance systématique journalière

- **Définition :** « Maintenance préventive effectuée selon un échéancier Établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage. »

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète.

Remarque : Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués ; la longueur de produits fabriqués ; la distance parcourue ; la masse de produits fabriqués ; le nombre de cycle effectué ; etc.

- **Cas d'applications :** La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :
 - Equipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementée), par exemples : appareil de levage, extincteur (incendie), réservoir sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte charge, etc.
 - Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves. Par exemples : tout le matériel assurant le transport en commun des personnes, avion, trains, etc.
 - Equipements ayant un de défaillance élevé. Par exemples : élément d'une chaîne automatisée, systèmes fonctionnant en continu.
 - Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevés au cours de leur temps de service. Par exemples : consommation excessive d'énergie, allumage et carburation déréglés pour les véhicules à moteurs thermiques.
- **La mise en œuvre** d'une maintenance systématique suppose :
 - Une étude préalable pour en déterminer le coût,
 - Le choix d'une fréquence fixe d'intervention en fonction du temps moyen de bon fonctionnement,
 - Une planification de tâches à exécuter et des mesures de sécurité à prendre,
 - Une préparation des documents nécessaires,
 - La rédaction des rapports de visite,
 - L'exploitation des résultats pour dresser l'historique des interventions et réajuster la fréquence d'intervention.
- La maintenance systématique a plusieurs avantages :
 - Elle est facile à gérer, les périodes d'intervention étant fixes,
 - Elle permet d'éviter les détériorations graves,
 - Elle diminue les risques d'avarie imprévue.
- **L'inconvénient** d'une telle stratégie est qu'elle repose sur l'hypothèse d'un temps moyen de bon fonctionnement constant, ce qui implique un taux de défaillance constant, alors qu'en réalité un équipement vieillit (phénomène d'usure), ce qui se traduit par une diminution du temps moyen de bon fonctionnement.

Ces opérations étant parfaitement stabilisées dans le temps, permettent une organisation rationnelle. Cependant elles doivent être utilisées à bon escient, le critère « coût » étant un élément déterminant dans le choix de cette méthode. La répétitivité de ces tâches permet de rentabiliser facilement l'aspect méthode. Le

compte rendu d'intervention est très important notamment pour les opérations de surveillance (inspection et visite) et permettra une exploitation ultérieure.

Dans la SMFN, la maintenance systématique est réalisées quotidiennement sur l'ensemble des machines des lignes A, B et C car elles sont très sollicitées et doivent être d'une grande précision au micromètre près. Cette maintenance est réalisée en vérifiant avant chaque démarrage journalier le groupe hydraulique, la concentration du lubrifiant qui doit être de 5 à 7%, l'état de la machine, le circuit de l'air comprimé, le contrôle mécanique nécessaire de la machine et le contrôle de l'armoire électrique. La maintenance systématique journalière est réalisée au niveau de ces éléments cité car ces eux qui conduisent le plus souvent à l'arrêt de la machine.

Le tableau suivant montre les points cités ci-dessus, où, pour chaque jour, on indique « ok » si la maintenance systématique à été réalisé (ce tableau est identique pour l'ensemble des machines et pour chaque mois de l'année). Ce document reste au niveau du terrain accroché à la machine qui la concerne.

SMFN	Maintenance Systématique Journalière	Code : ER 007
		DATE :

Période du :au.....Code machine :
141001/141002

PISTON TU 1

Jours	Intervention						Intervenant
	Groupe hydraulique	Concentration Lubrifiant 5 à 7%	Etat de la machine	Circuit air comprime	Contrôle Mécanique	Contrôle Armoire	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

Tableau 6 : Plan maintenance systématique

4. Maintenance prédictive

La méthode repose sur la mesure de paramètres représentatifs (en principe, sans aucun démontage et en cours de production), de l'état d'un équipement ou d'un sous-ensemble, tels que vibration, température, vitesse de rotation, etc.... Les valeurs obtenues sont comparées à des valeurs de référence, dites seuil d'alarme.

Cela permet :

- ✓ D'écouter et de mieux connaître les équipements productifs,
- ✓ De limiter les opérations d'entretien systématique,
- ✓ D'augmenter la disponibilité des équipements,
- ✓ D'améliorer la qualité de production,
- ✓ De réduire les coûts de maintenance,
- ✓ De réduire les coûts des consommables.

Les opérations de maintenance ne sont déclenchées que de façon spécifique en fonction du résultat de cette analyse qui permet soit le constat d'une dégradation dans le comportement de la machine, soit un calcul de tendance par une extrapolation des valeurs relevées dans le temps.

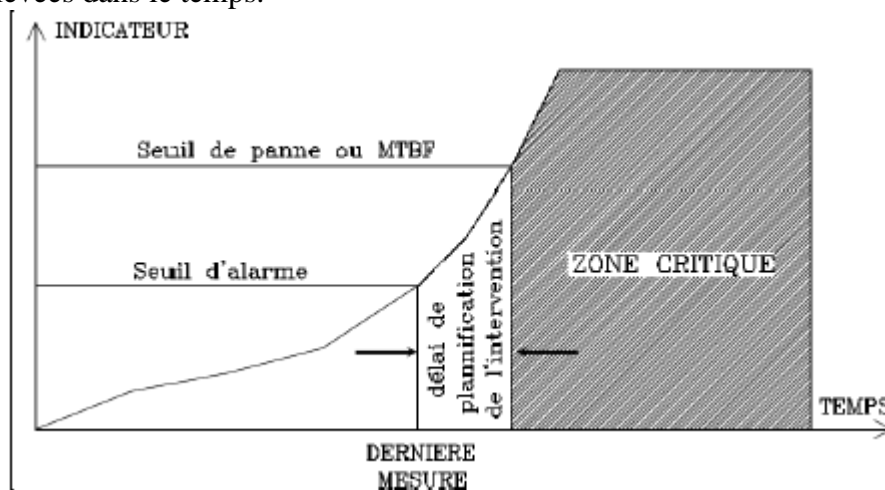


Figure 14 : Exemples de paramètres significatifs et de domaine d'application

Il existe plusieurs techniques de prédictif comme l'analyse thermique (les infrarouges), l'analyse des fluides (le métrique, le viscométrique, le chromatographique, le spectrométrique, l'optique...), l'analyse vibratoire (les vibrations...), le contrôle endoscopique (l'optique) et l'échographie (les ultrasons).

Le service maintenance de la SMFN applique la maintenance prédictive au niveau de trois volés : l'analyse vibratoire, l'analyse des huiles et l'analyse harmonique.

a) L'analyse vibratoire

Les vibrations dans une machine tournante peuvent causer des dommages assez importants :

- Arrêts machine
- Manque de fiabilité
- Diminution de disponibilité
- Perte de production
- Coûts de maintenance importants
- Nuisances sonores

Les causes d'une vibration peuvent être diverses comme un problème d'équilibrage de rotor, des défauts de lignage ou de jeux excessifs, l'usure précoce des engrenages ou l'écaillage des roulements.

C'est pourquoi il est nécessaire de surveiller chaque vibration dans une machine. Ainsi l'analyse vibratoire permet d'analyser, de diagnostiquer et de prévenir d'éventuelles pannes dues aux vibrations dans vos machines.

Une analyse vibratoire pertinente permet systématiquement de porter un jugement sur l'état mécanique d'un équipement. En cas de défaut, c'est une aide précieuse pour identifier les phénomènes en jeu, localiser l'organe mécanique (ou électrique) concerné et en évaluer la défaillance.

L'analyse vibratoire des machines de l'usine de la SMFN est réalisé en externe en envoyant une demande à l'Ecole Supérieure de technologie qui effectue cette analyse et envoi en retour un rapport détaillé des machines critiques et celles qui sont en bon état de fonctionnement.

b) L'analyse des huiles

D'une manière générale, tous les mécanismes lubrifiés, à la condition que le graissage ne se fasse à fond perdu, sont susceptibles d'être surveillés dans leur fonctionnement par analyse de leur lubrifiant en service. Les résultats permettent de déceler des anomalies caractéristiques telles que :

- La contamination par des particules internes à l'équipement ;
- L'évolution par comparaison des résultats obtenus entre chaque analyse ;
- Le type d'usure ;
- La pollution par des agents extérieurs entraînant une détérioration du lubrifiant et / ou une usure par abrasion (poussière atmosphérique).

En tout état de cause, une attention particulière doit être portée sur le stockage des lubrifiants neufs d'une part et sur la technique d'échantillonnage d'autre part. L'expérience montre que les lubrifiants sont très sensible aux pollutions externes, source d'altération majeure de la durée de vie des installations et des perturbations forte des résultats des analyses futures.

Les analyses réalisées sont les suivantes :

- ✓ La mesure du TAN (indice d'acide)
- ✓ Masse volumique,
- ✓ Couleur,
- ✓ Viscosité à 100°C,
- ✓ ...

Les analyses des huiles en service ont pour objectif de s'assurer qu'ils sont toujours performants et assurent toujours leur rôle de lubrifiant.

Le résultat de l'analyse effectué permet de déterminer si le fluide peut être maintenu en service, s'il nécessite un traitement spécifique tel que épuration, filtration, déshydratation ou bien s'il faut vidangée définitivement la charge.

Comme pour l'analyse vibratoire, l'analyse des huiles est également réalisée en externe dans un laboratoire par la compagnie AFRIQUIA qui, aussi, suite à la demande, envoi un rapport détaillé des huiles qui doivent être impérativement changées.

c) L'analyse harmonique

La présence d'harmoniques est synonyme d'une onde de tension ou de courant déformée. La déformation de l'onde de tension ou de courant signifie que la distribution de l'énergie électrique est perturbée et que la qualité de l'énergie n'est pas optimale.

Les courants harmoniques sont générés par les charges non linéaires connectées au réseau. La circulation des courants harmoniques créent des tensions harmoniques à travers les impédances du réseau, et donc une déformation de la tension d'alimentation.

Il existe des indicateurs permettant de quantifier et d'évaluer la distorsion harmoniques des ondes de tension et de courant. Ce sont :

- ✓ Le facteur de puissance
- ✓ Le facteur de crête
- ✓ La puissance de distorsion
- ✓ Le spectre en fréquence
- ✓ Le taux de distorsion harmonique.

Ces indicateurs sont l'outil indispensable à la détermination des actions correctrices éventuelles.

L'ensemble de ces trois analyses sont appliquées selon le planning représenté par le tableau suivant :

SMFN	Plan Maintenance Prédicative Mensuelle Des Machines Critiques usinage	Code : ER008
		Date : 01/01/2012

Machines	Analyse des huiles	Analyse vibratoire	Analyse harmonique
<i>CNC OP20/A</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>TOUR emboîtage/</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>TOUR T.A/A</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>Perceuse jupe</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>Fraisage fond</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>Aléseuse</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>TOUR emboîtage/B</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>TOUR T.A/B</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>CNC CTX/B</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>CNC OP20C/C</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>CNC CTX/C</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>CNC OP20B/C</i>	07/2013	07/2013	.....
<i>OP40 TOUR d'ovale</i>	07/2013	07/2013	.....
	07/2013	07/2013	.....

Tableau 7 : *planning annuelle de la maintenance prédictive : année 2013*

III-2. Cycle de fonctionnement de la machine

1. Historique machine

L'historique machine est un fichier électronique que le service maintenance garde et qui est mis à jour régulièrement. Ce document est une sorte de fiche de vie des machines. Il contient l'ensemble des interventions réalisées sur chaque machine des trois différentes lignes d'usinages (un fichier est consacré à une machine). Ce document contient la date d'intervention, sa durée, le rapport d'intervention, l'intervenant et les pièces de rechange nécessaires lors de cette intervention (extrait de ce document : voir annexe 3)

2. Suivi panne machine

En ce qui concerne le suivi des pannes par secteur A, B et C, il s'agit de classer ces pannes selon le nombre total d'heures de panne par nature, c'est à dire nombre d'heures de pannes électriques, mécaniques ou d'attente composant ainsi le nombre d'heures consacré à la maintenance corrective ou préventive (ceci concerne l'ensemble des pannes de toutes les machines des chaînes d'usinages A, B et C). un exemple de ce document dans la figure 15 qui représente le suivi des pannes machines de la chaîne d'usinage (A-B) pour le mois de janvier.

SMFN/Sce maintenance	Suivi des pannes machines	ER 099	1/2
		Date :	

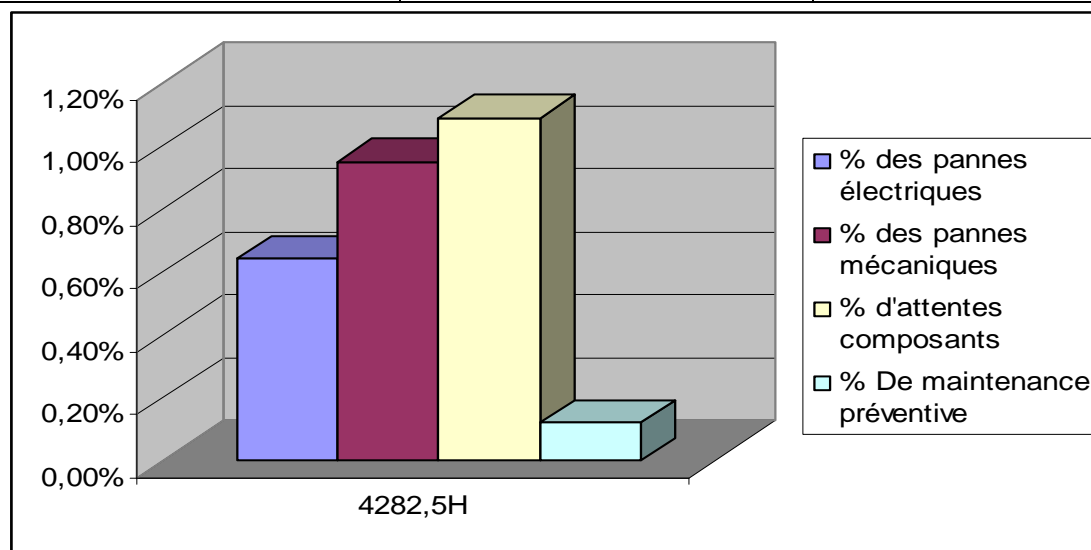
Suivi des pannes par secteur Tu1

Période du suivi : MARS 2011

	Machines		pourcentage%
	Ebauche	Finition	
Total d'heures de travail	4282.5H		100%
heures de pannes électriques	27.75h		0.64%
Heures de pannes mécaniques	40.85H		0.95%
Heures d'attentes composantes	47H		1.09%
TOTAL d'heures des pannes	115.6h		2.7%
Maintenance corrective	115.6h		2.7%
Maintenance préventive	5h		0.12%

La disponibilité : 97.00 %

Taux mensuel	Objectif	Ecart
97.30%	97%	+0.3%



Analyse des données	Action à engager	responsable	Date de vérification
-Le taux de disponibilité de ce mois est 97.30% ce qui est satisfaisant pour le service. -prévoir une autre marqueuse électrique.	-Suivre le planning de la maintenance préventive du mois suivant.	-service maintenance.	AVRIL 2011

Figure 15 : Suivie des pannes machine par ligne C pour le mois de Mars

3. Taux de disponibilité

Un dispositif est disponible s'il est en mesure d'accomplir la fonction ou la mission qui lui a été requise. Le concept de disponibilité permet de mettre en évidence l'aptitude à la réparation d'une installation en mesurant l'efficacité de sa maintenance.

- La disponibilité dépend à la fois de la fiabilité (MTBF / nombre de défaillances), de la maintenabilité (MTTR / rapidité pour réparer ou remettre en état) et de la logistique de maintenance (processus d'entretien et de réparation, moyens en personnel, stock de composant...) avec **MTBF** : mean time between failures (temps moyen entre pannes) et **MTTR** : Mean Time To Repair (temps moyen jusqu'à la réparation)

Aussi la disponibilité est l'aptitude d'un dispositif à être en état de fonctionner dans des conditions données.

Une haute disponibilité exige une excellente fiabilité mais aussi une bonne maintenabilité.

La disponibilité est aussi à prendre de manière relative. Les systèmes n'ont pas la même importance suivant les moments, l'impact n'est pas le même suivant qu'on a absolument besoin du système à ce moment ou alors qu'on est dans une période de moins grand besoin

- ✓ Formule de la disponibilité

La disponibilité est le plus souvent estimée à partir de sa valeur asymptotique définie par la formule :

$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

- ✓ MTBF (temps moyen de bon fonctionnement)

Le temps moyen de bon fonctionnement (MTBF) est une des valeurs qui indique la fiabilité d'un composant, d'un produit ou d'un système. C'est la moyenne arithmétique du temps entre les pannes d'un système réparable.

- **Formule de calcul du MTBF**

$$\text{MTBF} = (\text{temps de fonctionnement} - \text{temps d'arrêt}) / \text{nombre d'arrêt}$$

- ✓ MTTR (temps moyen jusqu'à la réparation)

Le temps moyen de réparation (MTTR) est une mesure de base de la maintenabilité des machines réparables. Il représente la moyenne du temps nécessaire pour réparer une panne de composant ou périphérique. Exprime mathématiquement, c'est le temps de maintenance

corrective totale divisée par le nombre total des actions de maintenance corrective au cours d'une période de temps donnée.

➤ **Formule de calcul du MTTR**

$MTTR = \text{temps d'arrêt} / \text{nombre d'arrêt}$

Les temps de fonctionnement et les temps d'arrêt sont calculés à partir des historiques des pannes pour les trois différentes chaînes

Le document suivant exprime un exemple des résultats obtenus en ce qui concerne les calculs du MTBF, MTTR et la disponibilité, en appliquant les formules citées ci-dessus.

SMFN	Taux de disponibilité machines	ER 105
		Date : 02/01/2012

Machine	Temps de fonctionnement (en min)	Temps de Temps d'arrêt total (en min)	Nombre d'arrêt	MTBF (en min)	MTTR (en min)	D (%)
CNC OP20A CINCINATI	9000	135	1	8865	135	98.5
CNC OP20B CINCINATI	9000	165	2	4417.5	82.5	98.167
CNC OP20C CINCINATI	9000	0	0	450	0	100
CENTRE D'USINAGE OP30	9000	120	1	8880	120	98.667
TOUR D'OVAL OP40	9000	200	3	2933.34	66.67	97.778
ALESEUSE OP50	9000	190	1	8810	190	97.889
Lavage Op 60	9000	0	0	450	0	100
ETAMIC OP 70	9000	0	0	450	0	100
ETAMAGE Op 80	9000	60	1	8940	60	99.333
Moyenne				4910.65	72.68	98.541

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus du MTBF, MTTR et disponibilité pour le mois de juin 2012

III-3. Check liste

Un check liste pour intervention est un document où on trouve pour chaque secteur (électrique, mécanique, hydraulique, pneumatique ou autre) les interventions qui doivent être réalisées, les organes qui doivent être changés ou vérifiés et selon quel échéancier (c'est à dire la fréquence de vérification et de changement).ci joint un exemple de check liste de la TOUR CNC OP20A de la chaîne d'usinage A.

SMFN	CHECK-LIST	Code : ER 010
		Date :

Machine : Tour CNC Cincinnati
Code : 141004

Organe	Intervention	Fréquence de changement	Confirmation de la vérification	Observation
Electrique	-Armoire : -voir câblage -vérifier les relais de commande -nettoyage des cartes entrées sorties -nettoyage ou changer le filtre du climatiseur -nettoyage général de l'armoire et serrage -Nettoyer les ventilateurs des radiateurs du variateur et entretien -changement des piles de sauvegarde de la CNC	-1/ans -1/2ans -1/ans -1/ans -1/ans -1/ans -1/3ans		
Mécanique	-changer courroie broche -vérification accouplement des axes -voir le collecteur de graissage de la coulisse tuyauterie et pompe -aligner la tourelle axiale et radiale -changement des roulements des axes en cas de bruit anormale ou variation -Voir état la clé de la porte et nettoyage -Vérification de serrage et de desserrage -Toblaire : démontage nettoyage et changement des ressorts -graissage vis à bille et glissière	-1/2ans -1/ans -2/ans -1/ans -1/5ans -1/mois Mensuelle -1/ans -1/mois		
Hydraulique	-changer les filtres hydrauliques -voir état des distributeurs -voir état des flexibles -vérifier niveau d'huile -vidange d'huile	-1/2ans -1/ans -1/ans -Journalier -1/2ans		
Pneumatique	-nettoyer ou changement du filtre l'huileuse -changement de distributeur -voir état tuyauterie	-1/5ans -1/7ans -1/ans		
Autres	-nettoyer l'évacuateur copeau -graisser les paliers -changement du filtre d'arrosage -mise en état des cataires machines	-1/3mois -1/3 mois -1/ans -1/ans		
Date Visa				

Tableau 9 : Check liste de la CNC OP20A de la chaîne

III-4. Consommation énergétique et d'huile

La consommation énergétique de l'entreprise concerne le suivi d'électricité, d'eau. Elle est calculé chaque mois.

Pour le calcul de la consommation d'électricité, on distingue entre trois compteurs qui divise l'énergie électrique de l'entreprise, T1, T2 et T3 chaque compteur a des heures spécifiques de travail et a un coût différents; T1 c'est le temps normal, de 7h à 18h, T2 est temps de pointe, de 18h à 23h et T3 est temps creux, de 23h à 7h .

Pour le coût de l'eau il est obtenu à partir de la formule suivante:

un exemple de ces calculs pour le mois d'avril sont représenté dans le tableau suivant: on a la consommation de T1, T2 et T3 pendant ce mois la production et la quantité d'eau consommé ce qui nous donne la consommation par piston en kW et en litre et à partir du prix de T1, T2 et T3 on trouve le coût d'électricité et celui de l'eau par piston

SMFN	Suivie de l'énergie 2013	Code :
		Date : 15/04/2013

MOIS	Consommation en T1	Consommation en T2	Consommation en T3	Total en KW	production	L'eau en m ³	Consommation Piston en KW	Consommation Piston en Litre	Objectif	Ecart
JANVIER	18380	8316	12752	39448	5625	88	7.01	15.64	2.8KW 9L	-4.21 -6.64

T1 : temps normal

T2 : temps creux

T3 : temps de pointe

	T1	T2	T3	Total	Par piston
Cout d'électricité (dh)	0.71	0.46	1.08	30647.32	5.45
Cout de l'eau (dh)	735.68				0.13

Analyse :

On remarque que Les écarts en L et en KW sont négatifs. En effet cela est dû à la mauvaise suivie de la consommation d'électricité et d'eau.

Figure 16 : Calcul de la consommation d'électricité et d'eau pour le mois de janvier

SMFN	CONSOMMATION D'HUILE EN (L)/ MOIS	1/1	Date : 17/04/2013
------	-----------------------------------	-----	-------------------

Consommation Mois	Coleridge en (L)	DS 46 en (L)	Polithilise 68 en (L)	Spin Elf 10 en (L)	Consommation en (DH)	production	Consommation / Piston DH	Objectif	Ecart
JANVIER	80	20	40	0	3961	5625	0.70	0.30	-0.40

(Consommation en DH/production = Consommation /piston)

Analyse :

La consommation de ce mois est supérieure à l'objectif à cause des vidanges qui ont été réalisé sur les chaines d'usinages A et B.

Tableau 10: Exemple de calcul de la consommation d'huile pour le mois de janvier

III-5. Planning des vidanges

Le planning des vidanges consiste à élaborer un planning pour l'ensemble des machines des chaînes d'usinages A, B et C. On déterminera en premier le planning des machines les plus critiques puis celui des machines les moins critiques. Aussi ce planning est réalisé selon le volume du réservoir de lubrification et la durée de leur contamination (bactéries...)

SMFN	<i>Planning des vidanges Mensuelle Des Machines Critiques usinage</i>	Code : ER008
		Date : 01/01/2013

JANVIER 2013

TAUX													
	OP40 TOUR d'ovale	141010											
	CNC OP20B/C	141005											
	CNC CTX /C	141002											
	CNC OP20C/C	141003											
	CNC CTX /B	141001											
	TOUR T. A/B	140501											
	TOUR emboîtage /B	140401											
	Aléseuse	141403											
	Fraisage fond	140302											
	Percuse jupe	140808											
	TOUR T. A/A	140502											
	TOUR emboîtage/ A	140403											
	CNC OP20/A	141004											
CODE													
JANVIER													
ANALYSE	<p><i>Taux de réalisation des vidanges =100%</i> <i>(vidange réalisée / vidange prévue)X100</i> <i>-L'intervention des vidanges prévues pour ce mois a été réalisée.</i></p>												

VISA :



Vidange prévue



Vidange réalisée

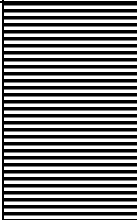
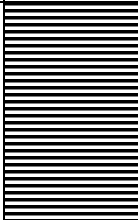
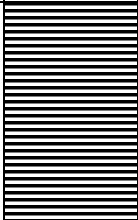


Vidange non réalisée

Tableau 11 : Exemple du plan des vidanges de lubrification des machines critiques des chaînes A, B et C pour l'année 2013

SMFN	<i>Planning vidange Annuelle pour chaque machine</i>	Code : ER008
		Date : 01/01/2013

Année 2013

Machine	Code	JA	FE	MA	AV	MI	JU	JL	AO	SE	OC	NO	DE
CNC OP20/A	141004												

VISA :


 Vidange prévu

Tableau 12 : planning vidange de vidange de lubrification de l'année 2013

III-6. Suivi d'outil de sécurité

La sécurité industrielle est de plus en plus complexe, en raison des interactions croissantes des groupes humains, avec les facteurs culturels associés, et des interconnexions techniques.

Les besoins en nature de sécurité industrielle sont sans cesse en évolution. Il est reconnu aujourd'hui que les employés d'une entreprise bénéficiant d'un cadre de travail inspirant et sécuritaire permettent une croissance importante des gains en élémentaire pour promouvoir et maintenir la stabilité en milieu de travail.

Au sein de la SMFN, le port des équipements de protection individuelle (E.P.I) est nécessaire. Les ouvriers de l'usine porte des lunettes de protection, une blouse, des chaussures de sécurité adaptées et des gants.

On trouve aussi dans l'usine l'implantation des robinets d'incendie armé (R.I.A). Le R.I.A est un dispositif de lutte contre l'incendie installé dans l'établissement. Il s'agit d'un dispositif de première intervention, permettant d'attaquer un feu naissant avant son extension. Les RIA, dont dispose l'entreprise, sont des RIA qui comprennent un tuyau semi-rigide, enroulé sur un dévidoir et qui varie entre 20 ou 30 mètres, il est alimenté en permanence en eau, avec une pression et un débit de 2.5 bars minimum. Les RIA sont disposés de façons à ce que leurs lances couvrent une grande surface de l'établissement. Plus précisément, dans les locaux présentant un risque important d'incendie, les RIA sont disposés de manière à ce que tout point de la surface des locaux protégés soit couvert au moins deux jets en position diffusée. Dans la société, on trouve un nombre important de RIA, et ce au niveau des deux entrées, de l'emballage, et dans différent emplacement de l'usine. Une vérification des RIA est réalisée chaque semaine et une fiche consternant ces vérifications est remplie.

Les extincteurs ont leur place également dans l'usine. En effet, l'extincteur est un appareil de lutte contre l'incendie capable de projeter ou de répandre une substance appropriée afin d'éteindre un début d'incendie. Les extincteurs utilisés au sein de l'usine sont des extincteurs portatifs de type :

- ✓ Extincteur à neige ;
- ✓ Extincteur à poudre ;
- ✓ Lance eau.

L'identification des extincteurs est réalisé sur ces dernières où sur chaque extincteur est cité son code, son type et sa nature d'utilisation.

La disposition des ces extincteurs est comme présentée dans la figure ci-dessous (figure 17).

Les plans d'urgence permettent de faire face aux situations critiques, tant sur le site qu'à l'extérieur de l'usine.

Une zone bien distincte et réservée aux affiches liées à la sécurité. Dans cette zone on y trouve un document (format A0) (voir figure 17) qui exprime le plan d'évacuation de l'usine (en cas d'incendie par exemple), les issues de secours et l'emplacement des différents types d'extincteur.

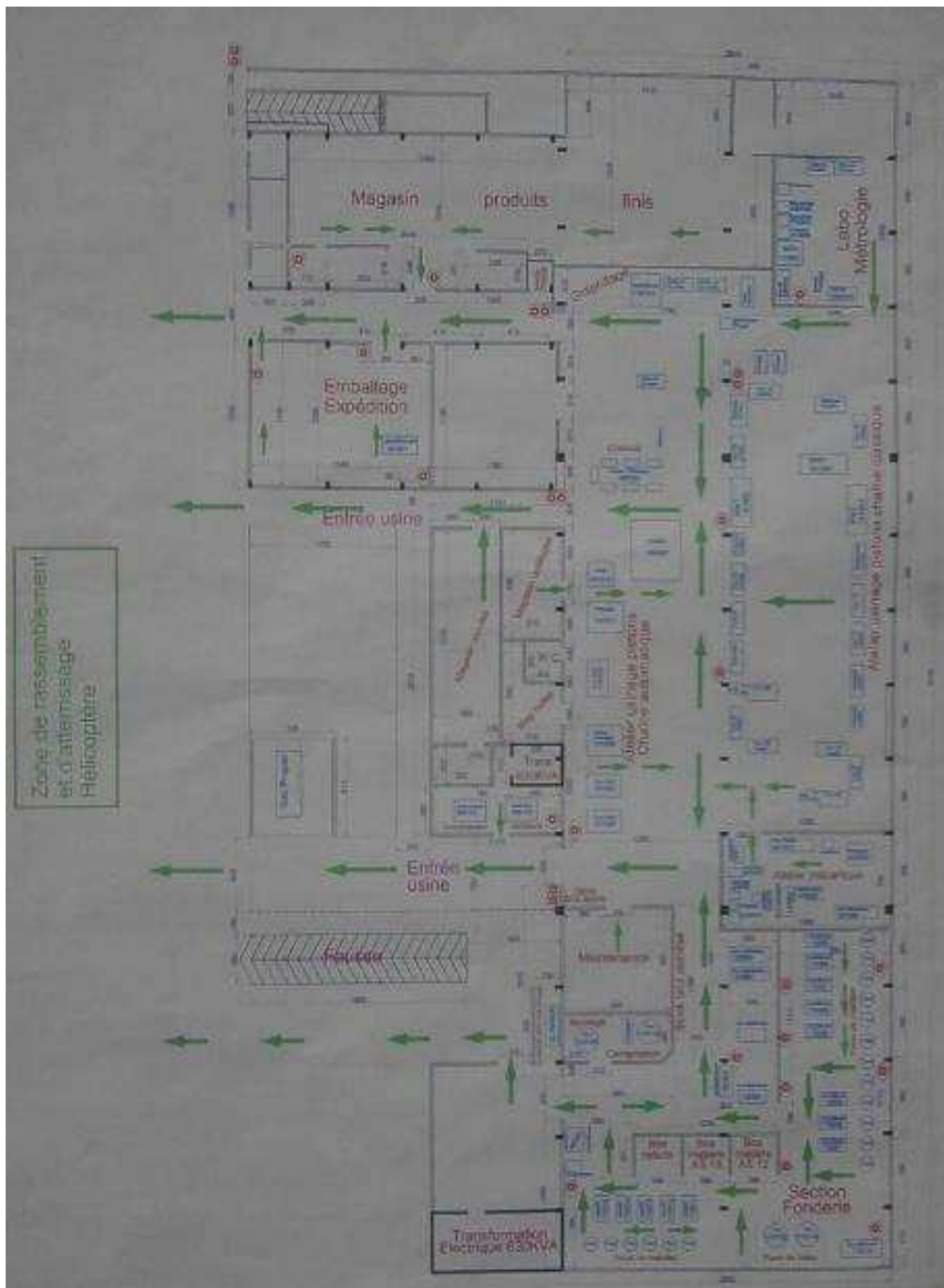


Figure 17 : Plan d'évacuation de l'usine (issus de secours) et implantation des extincteurs

Ce document n'est pas représenté uniquement au niveau de l'espace réservé à la sécurité mais elle est établie dans toutes les installations à risques d'accident majeur (atelier de maintenance par exemple).

Aussi dans cette zone réservée à la sécurité on trouve d'autres affiches liées à cette dernière comme un plan d'urgence en cas d'incendie, plan d'urgence en cas de blessure, accidents, chutes ou problème de santé (mineur ou majeur)...

III-7. Gestion de pièces de rechange

1. Liste pièces de rechange

Pour la liste des pièces de rechange, un inventaire est réalisé pour chacune des machines des chaînes d'usinages A, B et C. On dresse la liste des pièces nécessaires à ces machines ainsi que la quantité de ces pièces se trouvant dans le magasin et leurs quantités commandées. Dans le tableau ci-joint un exemple d'une liste de pièce de rechange pour la machine OP20 de la chaîne d'usinage A.

SMFN	Liste des pièces de rechange ligne A	1/1	Code
			Date : 20/10/2005

Emis par : Saïd Haguitou

Pièces de rechange pour OP20

Désignation	Référence	Stock	Quantité commandée	observation
Fusible feras 1-2-3-4-6-32 A	10.3 [*] 38	10 paquette	0	
Pile de sauvegarde	CR 17450 ^{SE} -R (3V)	1	0	
Siemens Relais de commande 24DC	V ₂ 3092 ^A	0	3	
Lampe éclairage machine	3 ^{6W/21-8} ₄₀	1	0	
Filtre hydraulique		0	0	
Filtre de lubrifiant	GM	0	0	
Roulement oblique axe x				
Huile hydrauliques	46	1	0	
Graisse glissière	BARDAL	0	0	

Tableau 13 : liste des pièces de rechange pour la machine OP20

2. Suivre du stock mini et maxi

La suivre de stock mini et maxi est la quantité de pièces à avoir impérativement au maximum ou au minimum dans le magasin. Ces seuils sont déterminés selon la fréquence de changement de ces pièces. Les pièces utilisées fréquemment doivent être dans le magasin en quantité assez importante et les pièces rarement utilisées peuvent être stockés en quantité minimale. La suivre de stock minimal et maximal est établie chaque année selon l'historique des pannes de l'année précédente

IV. Outil de la gestion de la maintenance

1. GMAO

On a instauré au sein du service maintenance une application GMAO (en cours d'élaboration).cette application a été réalisé avec le logiciel visuel basic (VB).dans cette application il y a été intégré un menu qui contient l'ensemble des employés du service maintenance, les fournisseurs de la société, la liste des machines qui se trouve dans l'usine, la liste des pièces de rechange selon chaque machine, la consommation d'énergie (consommation moyenne en KW / mois et en KW / pièces),la consommation d'eau, la consommation d'huile , la fiche de présentation de la société, le rapport d'intervention sur chaque machine, le cout de maintenance par machine par mois ou par année(qui est calculé par l'application selon la production, les gains, les arrêts, le cout de main d'œuvre et le cout de pièce de rechange),la disponibilité des machines (aussi calculée par l'application selon le nombre d'arrêt par mois, les arrêts en minute par mois et la production par mois) et enfin l'historique des pannes pour chaque machine (comme il a été expliqué dans le 5^e axe de cette partie).

2. Les 5S

- **Présentation de la méthode 5S** : les 5s sont considères comme une technique de management révolutionnaire pour introduire ordre et rigueur dans l'entreprise. Ils permettent de construire un environnement de travail fonctionnel régi par des règles simples, précises et efficaces. Bien appliquée, elle accroît la productivité et optimise le fonctionnement de l'entreprise.



Figure 18 : plan Description des 5s

Les 5s représentent les cinq premières lettres des mots japonais :

- ✓ Seiri : Eliminer l'inutile ;
- ✓ Seiton : Ranger ;
- ✓ Seiso : Nettoyer ;
- ✓ Seiketsu : Standardiser avec des outils visuels ;
- ✓ Shitsuke : Suivre le maintien des activités.
- **En quoi consiste les 5 S ?**
- ✓ Eliminer (Seiri) : Trier, garder le stricte nécessaire sur le poste de travail et se débarrasser du reste.
- ✓ Ranger (Seiton) : c'est un moyen pour réduire les recherches inutiles.il consiste à disposer les objets utiles de manière fonctionnelle, donner un nom et une place bien

définie aux outils, réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils rapidement et plus largement, définir les règles de rangement.

- ✓ Nettoyer (seiso) : c'est nettoyer régulièrement .car dans un environnement propre, toute anomalie se détecte facilement et plus rapidement. Après le premier grand nettoyage, étape obligée de l'introduction des 5s, il faut en assurer la continuité. Le nettoyage régulier est une forme d'inspection. Pour cela, nous pouvons : diviser la zone en parties avec un responsable pour chacune d'elles, nettoyer le poste de travail et son environnement (machines, sols, allées, outils...), identifier et si possible éliminer les causes de salissures, définir ce qui doit être nettoyé et les moyens pour y parvenir et la fréquence de nettoyage
- ✓ Standardiser (Seiketsu) : les 3 premiers S sont des actions à mener. Elles sont le plus souvent exécutées sous la contrainte. Afin que le maintien de la propriété et l'élimination des causes de désordre deviennent normaux, naturels, il est indispensable de les inscrire comme des règles ordinaires, des standards.il vaut mieux formaliser les règles et définir les standards avec la participation du personnel, ceci afin de vaincre la résistance au changement, garantir l'appropriation du projet et faciliter l'adhésion au projet.
- ✓ Respecter (Shitsuke) : c'est la dernière étape, elle vise à faire respecter les méthodes par l'ensemble du personnel afin qu'elle devienne une sorte d'habitude dans leur vie quotidienne, et ceux en les convaincant de son utilité et des pertes en temps et en qualité dans le cas de son absence.

➤ **Mise en pratique des 5S**

Les 5 étapes à suivre sont :

- ✓ Promouvoir les 5S, former le personnel ;
- ✓ Inclure les 5 S dans les objectifs et la politique de l'entreprise ;
- ✓ Informer l'ensemble du personnel de la zone concernée qu'une action 5S va être lancée
- ✓ Etablir un plan de mise en place et déploiement des 5S
- ✓ Pour faciliter la compréhension de la méthode 5s, il est parfois nécessaire de programmer une séance de formation pour les agents attaches au poste du travail en illustrant par des images très simples ;

CONCLUSION GENERALE

Au terme de mon projet de stage technique, la mission de réussir la réorganisation de la gestion de la maintenance était parfaitement achevée. L'ensemble des objectifs cités au début du rapport ont été tout atteint.

En effet, j'ai effectué ce travail dans au sein d'une équipe dynamique sérieuse qui était composée de : monsieur Said Haguitou, mademoiselle Zineb, monsieur Yacoub Traoré et moi monsieur Lagara sow à réussir grâce aux indicateurs qu'on a élaboré pour chaque machine telle que :

Taux de criticité machine, historique des machines, taux de disponibilité, check List, suivi de pannes, coût et consommation d'énergie et d'huile etc. à améliorer le rendement des équipements ; diminuer les heures d'arrêts ; améliorer la qualité des services ; assurer la sécurité des biens et du personnel ; diminuer les coûts.

La SMFN sera audité pour l'ISO TS 16949 durant le mois de juin 2013 et on espère avec le travail qui a été accompli grâce à la bonne étude élaborée par l'ensemble des pilotes et des membres des équipes de la société qu'elle réussira à obtenir cette certification qui sera audité par un auditeur français.

Ce projet m'a été très bénéfique. En effet, il m'a permis de connaitre différent aspect de la maintenance, la méthode de son application sur le terrain et les méthodes de calcul de certain de ses indicateurs. De plus, il m'a permis également de prendre connaissance de l'importance d'un audit, des étapes afin de la réussir et de mener ce projet à terme surtout sous des contraintes de temps et de manque d'information très restreinte et limité.

D'autre part, ce projet m'a permis aussi d'apprendre beaucoup d'un point de vue relationnel. De plus de l'aspect technique très complet que j'ai pu acquérir, il ne faut pas oublier que les relations avec les ouvriers, le personnel et les cadres de l'entreprise est d'une grande importance. La sympathie et la gentillesse de ces derniers à beaucoup facilité cet aspect du stage.

Pour finir, j'espère que ce rapport perdura, évitera tout travail inutile aux étudiants qui s'y référeront et sera utile à toute personne qui en aura besoin.

Bibliographie :

Méthode et technique de maintenance, définitions, méthodes et opérations de maintenance.
Cours de stratégie de maintenance, de A. BELHOMME, BTS maintenance industrielle, forges
les eaux.

Plan de maintenance préventive (PMP), guide de mise en oeuvre.

La maintenance prédictive, *expert FAVI : PIERRE BESSON*.

Disponibilité et fiabilité des services et des systèmes, Anthony BUSSON.

Guide pratique des 5s pour les managers et les encadrants, EYROLLES, Edition
d'Organisation.

GMAO (gestion de la maintenance assisté par ordinateur) réalisé par monsieur Lahlou
Mohamed encadré par monsieur M.Cherkani Hassani.

Web graphie :

-wikipedia