



Année Universitaire : 2010-2011



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Optimisation du Plan de Maintenance et Mise en Place d'une G.M.A.O

Présenté par:

- GUEREMATCHI - MADENGA Armel-Junior
- SARR Omar Ngala

Soutenu Le 21 Juin 2011 devant le jury composé de:

- Mr. Mohammed EL HAMMOUMI (encadrant)
- Mr. Saïd HAGUITOU (encadrant)
- Mr. Mohammed CHERKANI (examineur)
- Mr. RJEB (examineur)

Lieu : Floquet Monopole

Référence : 5 /11-MGI



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom(S) et prénom(S):

- GUEREMATCHI - MADENGA Armel – Junior
- SARR Omar Ngala

Année Universitaire : 2010/2011

Titre: Optimisation du plan de maintenance et mise en place d'une GMAO

Résumé

Une bonne gestion des ressources au niveau de l'entreprise passe par une informatisation des services et une mise en place d'un plan de maintenance efficace. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet qui se scinde en deux volets :

- Optimisation du plan de maintenance qui consistait à faire une étude des pannes au niveau du service maintenance et de proposer un moyen de détection des causes premières en passant par une étude Pareto appuyée d'une matrice multicritère et d'un diagramme d'Ishikawa entre autres.
- Conception et réalisation d'une GMAO nommée FloMaint grâce aux outils informatiques Visual Basic 6, Microsoft Access et MySQL. Ce logiciel réussi est actuellement en application au niveau de la société Floquet Monopole.

Mots clés: Maintenance, GMAO, Informatisation, Pareto, Ishikawa, Visual Basic, Microsoft Access, MySQL, Optimisation



Table des matières.....	1
Première Partie : Présentation générale de la société et définition du cahier de charge.....	5
Chapitre1 : Présentation Générale	6
1 Historique	6
2 Fiche signalétique	6
3 Organigramme	7
Chapitre2 : les facteurs de production et cahier de charges	7
1 Facteurs de Production	7
..... 1.1 Bureau D'étude et de développement	7
1.2 Bureau de méthodes	7
1.3 Service Ordonnancement.....	7
1.4 Service Qualité.....	8
1.5 Service contrôle	8
1.6 Service Maintenance.....	8
1.7 Service Atelier Mécanique.....	8
1.8 Service Gestion produit Fini	8
1.9 Service Ressources Humaines	8
1.10 Atelier de Fonderie	8
1.11 Atelier Usinage : Ligne TU1.....	9
1.12 Atelier de Contrôle	10
2 Le Piston	11
..... 2.1 Définition	11
2.2 Description	12
2.3 Processus de fabrication	13
3 Présentation du cahier de charge	14
Deuxième Partie : Optimisation du Plan de Maintenance.....	16
Introduction.....	17
Chapitre 3 : Généralité sur la Maintenance	18
1.1 Définition	18
1.2 Objectifs	18
1.3 Les différents types de Maintenance	18
a. La Maintenance corrective.....	18
b. La Maintenance préventive	19
1.4 Les différents niveaux de Maintenance	19
Chapitre 4 : les outils d'optimisation du plan de Maintenance	20
1 La Méthode en cascade d'optimisation de coûts de maintenance.....	20
2 Analyse de Pareto	21
3 Matrice Multicritère	22



4 Digramme d'Ishikawa	23
5 Cascade de Pourquoi	24
6 La Méthode PDCA	24
Chapitre 5 : Application	26
1 Détermination de la machine critique par la méthode de Pareto.....	26
2 Etude de l'OP30.....	27
2.1 Présentation de machine	27
2.2 Décomposition du Système en Organe les plus élémentaires	28
3 Détermination du type de la panne critique	29
4 Détermination de la panne critique	31
5 Matrice multicritère	32
6 Digramme d'Ishikawa.....	34
7 Cascade des Pourquoi	35
8 Conclusion	36
9 Codification des pièces de rechange	37
a) Place de la gestion des stocks	37
b) Organisation du Magasin	37
c) Etude des pièces de rechange	37
Troisième Partie : Gestion de Maintenance assistée par ordinateur(GMAO).....	40
Chapitre 6: Généralité sur les outils informatiques utilisés	41
1 Base de données sous Access	41
2 Objet d'accès aux données : A.D.O	41
..... 2.1 Etablir une connexion avec ADO et l'Objet connexion	42
2.2 La connexion à une base de données Access	43
2.3 Réaliser des requêtes avec l'objet Recordset	43
2.4 Réaliser des requêtes avec l'objet Command	43
3 Visuel Basic 6.0	44
Chapitre 7 : Gestion de maintenance assistée par ordinateur et l'application FloMaint	46
1 Définition d'une GMAO	46
2 Les étapes de la mise en œuvre d'une GMAO	47
2.1 Réalisation de cahier de charges	47
2.2 Choix du logiciel	47
2.3 Mise en place	47
2.4 Formation du personnel	47
2.5 Utilisation/exploitation de la GMAO	48
3 Présentation du logiciel FloMaint	48
3.1 Fonctionnalité	48
3.2 Pilotage de FloMaint	49
a) Installation	49



b) Pilotage	49
b.1) Suivre des machines et du personnel	51
b.2) Gestion des consommations	57
b.3) Statistique et calcul des coûts	59
Conclusion générale.....	66
Bibliographie et Webographie.....	67
Lste des figures.....	68
Liste des tableaux.....	69
Annexe.....	70



Introduction Générale:

Les progrès de la technologie ne cessent de générer une concurrence acharnée sur la plupart des marchés entraînant ainsi certaines difficultés dans les entreprises. Cependant quelques-unes d'entre elles s'en sortent, se renforcent et se développent, en ayant su maîtriser les problèmes de marchés et en proposant un produit de qualité au prix raisonnable. Pour atteindre ces résultats ces entreprises ont généralement dû rationaliser leurs façons de fonctionner et optimiser leurs méthodes de production.

Dans ce contexte la maintenance occupe une place importante au sein de l'entreprise moderne, en effet, c'est à elle que revient la responsabilité de conserver les installations, les équipements de travail, les outils de production dans l'état optimal leur permettant de remplir leur mission.

La masse des informations quotidiennes disponibles dans un service maintenance implique des moyens de saisie, de stockage et de traitement que seul un système informatique de management de la maintenance peut assurer.

Dans le cadre de notre travail de fin d'études, nous avons effectué un stage de quatre mois au sein de la société Floquet monopoles à Fès. Le travail qui nous a été demandé consiste à optimiser le plan de maintenance et Mise en Place d'un progiciel de gestion de maintenance assistée par ordinateur.

Ce présent document est le rapport de la réalisation de ce travail. Il est reparti en trois grandes parties.

La première partie porte sur la présentation de l'entreprise qui nous a accueillis durant la période de notre Stage. Nous traitons dans la deuxième partie, le problème d'optimisation du plan de maintenance en mettant en exergue les outils et méthodes utilisés. Dans la troisième et dernière partie, nous abordons le développement et l'implantation du progiciel de gestion de maintenance assistée par ordinateur (G.M.A.O).

Première Partie :

PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ ET DÉFINITION DU CAHIER DE CHARGE



Chapitre 1 : Présentation générale de la Société Marocaine des Fonderies du Nord

1- Historique

Fondée en 1981, la Société Marocaine de Fonderie du Nord dont le siège se situe dans le quartier industriel de Sidi Brahim, lot 59 rue 813 de Fès, a comme 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 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 : 2008 et ISO TS/16949 ce qui montre son intégration à l'échelle mondial. 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 Dirahms et pouvant réaliser des chiffres d'affaires annuels de 80 millions de Dirhams. En 2002-2003, elle a produit plus de 500 000 pistons.

2- Fiche signalétique

Dénomination :	Société Marocaine des Fonderies du Nord(SMFN)
Forme juridique :	Société Anonyme
Capital :	33 500 000
C.N.S.S :	1117507
Certification :	ISO 9001 version 2008 ISO TS : 16949 Version 2000
Effectif :	50
Siège sociale :	Quartier Industriel Sidi Brahim , Lot 59 , Rue 812 Fès Maroc

Tableau 1 : fiche signalétique de l'entreprise

3- Organigramme

Afin de parvenir aux conditions optimales de production, la direction à la S.M.F.N. est structurée selon des niveaux hiérarchiques et fonctionnels comme l'illustre l'organigramme suivant :

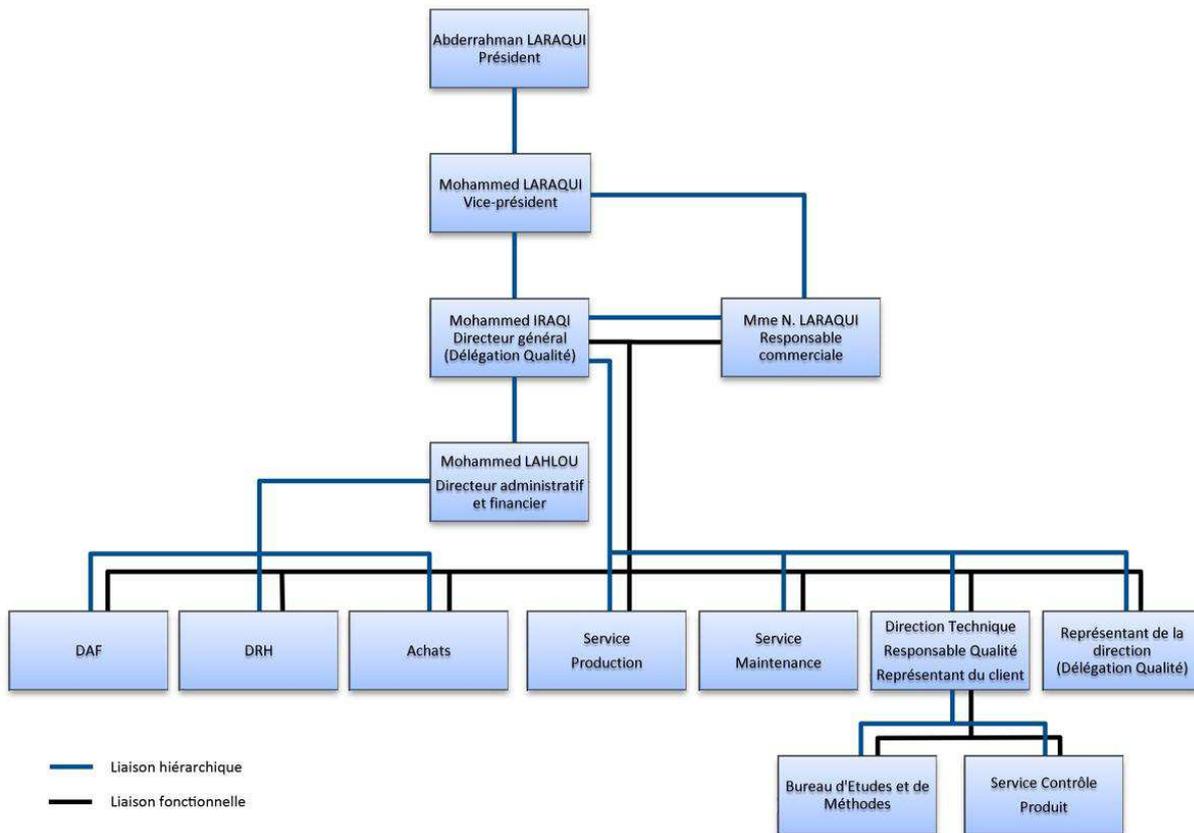


Figure 1 : organigramme de Floquet Monopole

Chapitre 2 : les facteurs de production et cahier de charge

1-Les facteurs de production de la S.M.F.N

Plusieurs services concourent au bon déroulement du processus de production contribuant ainsi au bon fonctionnement de l'entreprise.

1.1- Les Bureau d'études et de développement :

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.

1.2- Le Bureau des méthodes :

Ce service a pour fonctions 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'Etudes et de Développement.

1.3-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 prend en main le suivi de la production et définit à partir des données recueillies, les plans destinés à corriger les écarts éventuels pouvant amener au non respect des programmes établis.

1.4-Le Service qualité

Il a deux rôles principaux :

- Surveiller la qualité de la production et déceler les facteurs ayant causé les fluctuations de la qualité des produits. A partir de cette analyse, ce service détermine les actions correctives nécessaires ;



- 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.

1.5-Le Service contrôle

Ce service se charge de :

- La vérification de la conformité des échantillons avant de donner le feu vert pour le lancement d'une série ;
- Contrôler suivant un plan de surveillance la production. Ainsi, ce service réagit au moindre écart par rapport aux spécifications du produit ;
- Contrôler les pistons en sortie des postes d'usinage.

1.6-Le service maintenance :

La maintenance s'occupe de l'entretien de tous les équipements de la société et garantit à ces derniers un bon état de fonctionnement surtout 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 qui peuvent se présenter.

1.7-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 Développement et le Bureau de Méthodes ainsi que les pièces demandées par le service Maintenance.

1.8-Le Service gestion produit fini :

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

1.9-Le Service ressources humaines

Jouant un rôle important dans la société, ce service gère tout ce qui concerne le personnel de la société afin que cette dernière puisse disposer des ressources nécessaires garantissant ainsi son bon fonctionnement.

1.10-Atelier de Fonderie :

Dans cet atelier de fonderie, le travail à effectuer consiste à fondre les lingots d'aluminium, faire le moulage pour fabriquer les pistons bruts qui seront ensuite acheminer à la production pour produire les pistons finaux.

Outillage de travail :

Cet atelier dispose de :

- ✓ FOURS
- ✓ Brique
- ✓ Resistance
- ✓ Creusets
- ✓ Thermocouple
- ✓ Moules métalliques semi-automatique
- ✓ Chape gauche et droit
- ✓ Anneaux supérieurs et inférieurs
- ✓ Clé central
- ✓ Atero gauche et droit
- ✓ Noyau
- ✓ Distributeurs
- ✓ Boutons des commandes



✓

Broches

Poste de fusion et de traitement

1°) Chargement du four

- ✓ 20% de masselottes
- ✓ 70% de lingots
- ✓ 10% de rebuts

Température de fusion 735°C (Notons que la température de fusion de l'aluminium est de 450°C et l'aluminium est du As 12 et As 18).

2°) Traitement

Lorsque le bain atteint la température demandée, on fait :

La désoxydation

Le décarassage

Le dégazage (avec de l'azote)

La Coulé dans le moule

Préparer l'échantillon pour l'analyse au bureau de contrôle et mesure.

1.11-ATELIER USINAGE : LIGNE TUI

Le travail dans cet atelier consiste à finaliser le produit passant du produit brut au produit final par le biais de l'usinage.

Il est constitué d'un ensemble de postes travaillant en chaîne de production. Ces chaînes sont codifiées de l'OP20 à l'OP100.

Chaîne numérique	
Code Poste	Description des opérations
OP20	Ebauche externe - Gorges segments - Finition du fond - Mise en longueur
OP30	Ebauche trou d'axe - Bains d'huile - Chambrage
OP40	Finition externe - Cassage des angles
OP50	Finition du trou d'axe.
OP60	Lavage
OP70	Contrôle dimensionnel : diamètre externe, diamètre trou d'axe Marquage diamètre et identification piston
OP80	Etamage
OP90	Contrôle visuel et contrôle dimensionnel
OP100	Super-contrôle



Chaîne Classique	
Code Poste	Description des opérations
	Gorge circlips
	Fraisage fente
	Finition externe - Cassage des angles
	Perçage sur bossage
	Finition fond
	Finition jupe
	Finition trou d'axe
	Cassage angle
	Graphitage - Etamage Contrôle visuel
	Contrôle Dimensionnel

Tableau 2 : Codes des postes et description

1.12- Atelier de Contrôle:

Ce service se charge de :

- La vérification de la conformité des échantillons avant de donner le feu vert pour le lancement d'une série.
- Contrôler suivant un plan de surveillance la production. Ainsi, ce service réagit au moindre écart par rapport aux spécifications du produit.
- Contrôler les pistons en sortie des postes d'usinage.

2-Le Piston :

2.1- Définition :

En mécanique, un piston est une pièce rigide de section généralement circulaire couissant dans un cylindre de forme complémentaire. Le déplacement du piston entraîne une variation de volume de la chambre, partie située au-dessus du piston, entre celui-ci et le cylindre. Un piston permet la conversion d'une pression en un travail, ou réciproquement.

Les pistons sont présents dans de nombreuses applications mécaniques. La plus courante est le moteur à combustion interne, notamment dans l'automobile. On trouve également un ou plusieurs pistons dans les compresseurs, les pompes, les vérins, les détendeurs, les régulateurs, les distributeurs, les valves, les amortisseurs, mais aussi les seringues médicales ou les instruments de musique à pistons.

Il existe deux types de pistons : les pistons à simple effet, où la pression n'agit que sur une face (seringues médicales), et les pistons à double effet, où la pression agit sur ses deux faces (locomotive à vapeur). Le déplacement du piston provoque ou est provoqué par une pression à l'intérieur de la chambre.

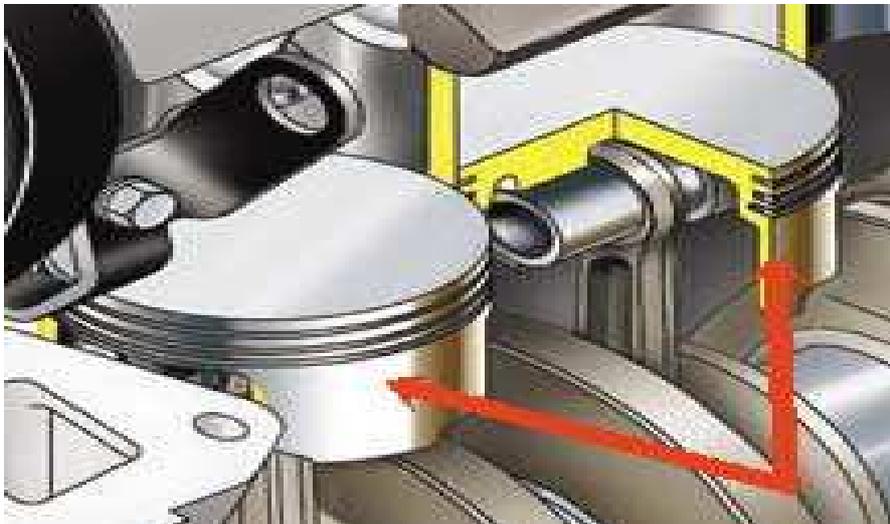


Figure 2 : Schéma descriptif du piston

2.2- Description :

Il coulisse dans le cylindre dans un mouvement alternatif et transmet la puissance recueillie à l'ensemble bielle/vilebrequin. Il doit être léger pour limiter les vibrations dues aux mouvements alternatifs et résister à des températures de 300°C sur sa partie supérieure. Pour ces raisons, il est

souvent en aluminium coulé, voire en aluminium forgé pour les contraintes les plus élevées. Il est refroidi par la partie en contact avec le cylindre, appelée jupe. En cas de contraintes élevées, un jet d'huile aide le piston à dissiper la température. Quelques pistons sont munis d'un circuit d'huile interne. Il peut aussi recevoir des inserts en acier pour modifier sa dilatation. Le piston a aussi une autre fonction : la forme de sa tête participe au mélange air/carburant, que ce soit pour le moteur diesel, le moteur à injection directe ou le moteur 2 temps.

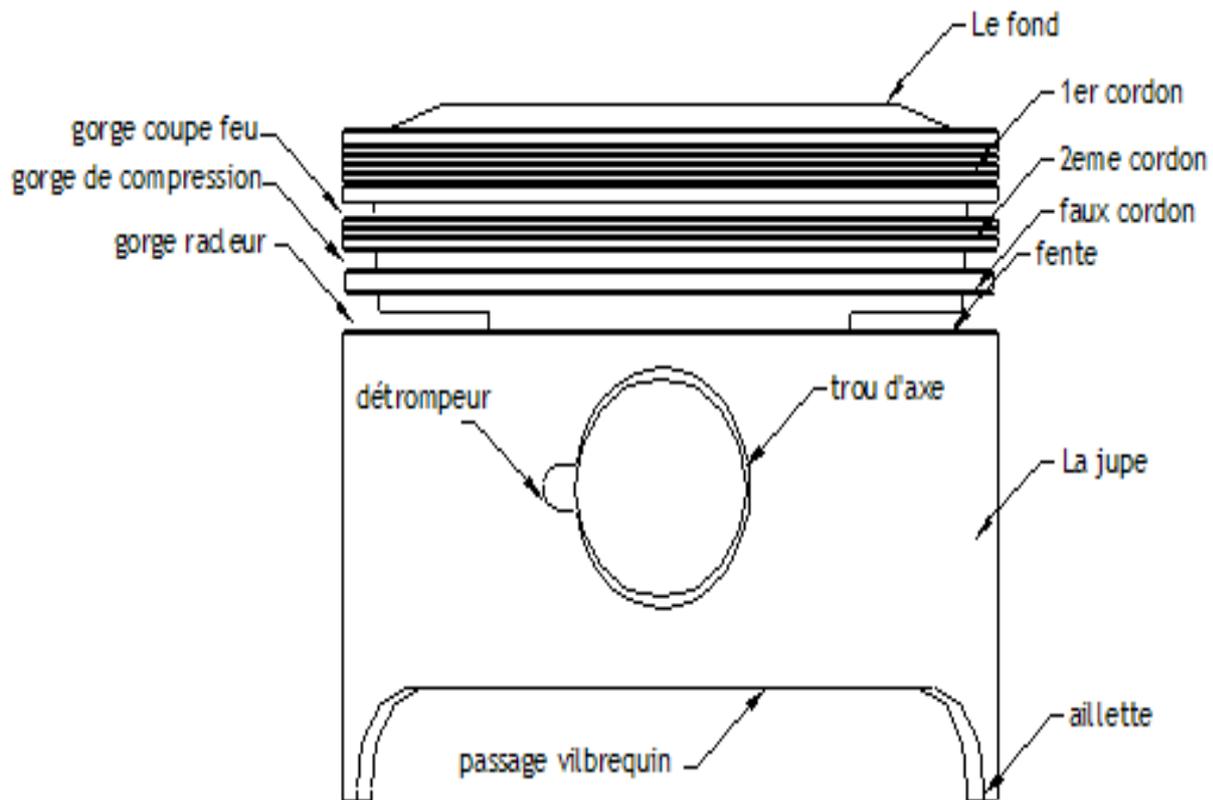
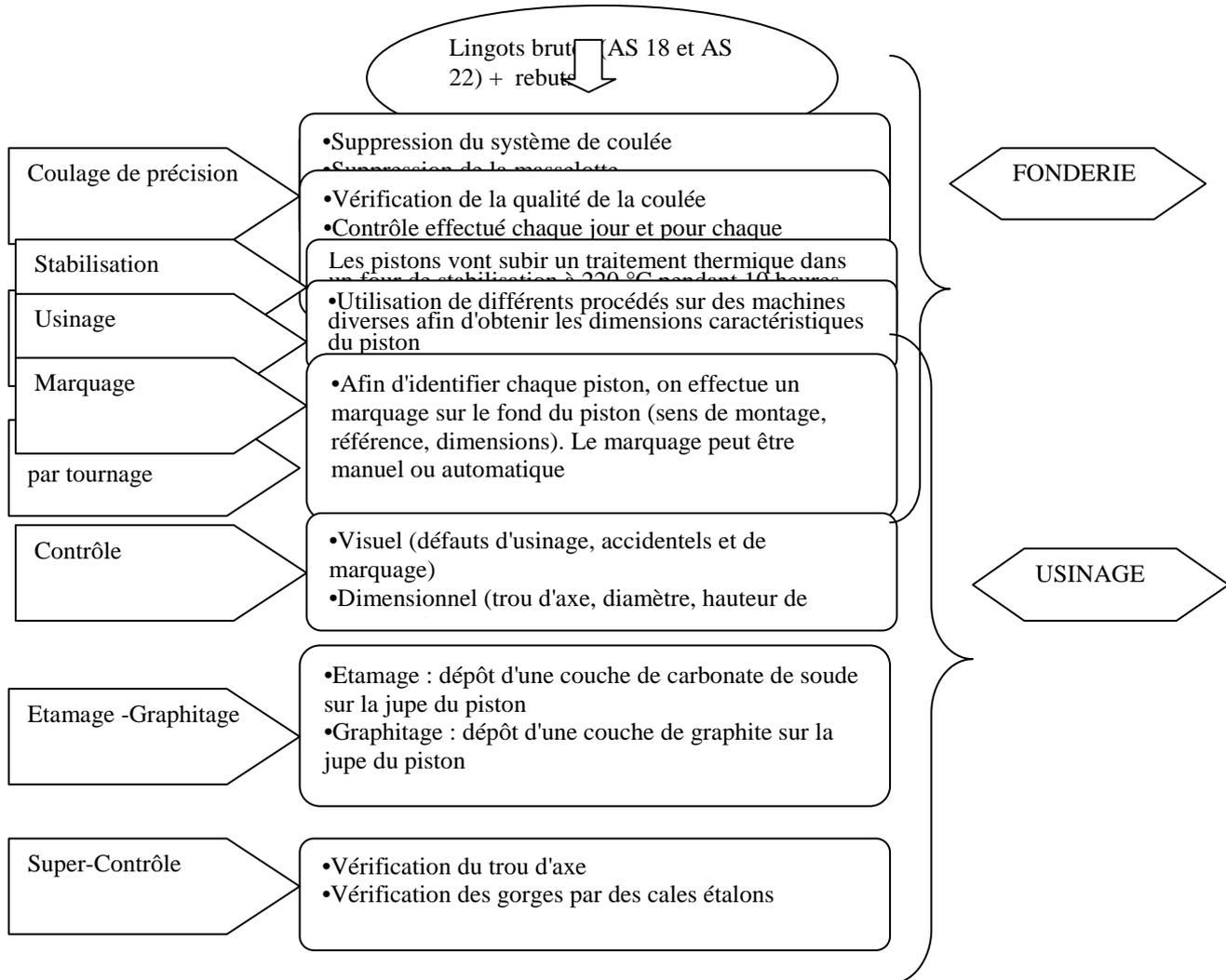


Figure3 Schéma descriptif du piston



2.3- Processus de Fabrication :

La fabrication du piston passe par plusieurs opérations comme le montre le digramme ci-dessous :





3-Présentation du cahier de charge :

Dans le cadre de notre projet, notre travail consiste dans un premier temps à optimiser le plan de maintenance dans le but de réduire les coûts des interventions de maintenance et de faciliter le travail des agents de maintenance. Cette étude pourra se faire grâce aux outils de la maintenance détaillés plus bas. La deuxième partie de ce projet consiste à gérer la maintenance via un poste numérique (ordinateur). Le travail dans ce cas consistera à établir une application par VB6 associée à une base de donnée Access dans laquelle on pourra trouver toutes les informations qui concernent le service de maintenance (stock PDR, personnel, machines, interventions...). Une fois ce travail effectué, il nous restera à implanter le progiciel au niveau de la société avec l'initiation du personnel concerné à l'utilisation de cette GMAO.



Deuxième Partie :

OPTIMISATION DU PLAN DE MAINTENANCE



Introduction

La recherche des performances des systèmes de production devenus complexes mène la fonction maintenance à être responsable de la garantie de la disponibilité de tels systèmes. Cette garantie doit être assurée dans des conditions financières optimales. En effet la concurrence est devenue de plus en plus rude voir farouche, toutes les entreprises sont tenues à appliquer la maintenance grâce aux objectifs qu'elle présente :

- contribuer à assurer la production prévue,
- contribuer à maintenir le niveau de qualité du produit fabriqué,
- contribuer au respect des délais,
- respecter les objectifs humains : conditions de travail et de sécurité,
- préserver l'environnement.

Dans ce contexte, l'optimisation de la maintenance s'impose pour atteindre les objectifs prescrits avec des coûts optimaux. Elle est traitée de plusieurs manières, notamment par la simulation, la politique d'approvisionnement entre autres. Cette optimisation exige la maîtrise et l'optimisation des processus et des activités de production et de maintenance. Comme l'outil de production comporte plusieurs processus et activités, on ne peut pas leur réserver tous la même attention. Il convient donc d'identifier ceux qui sont critiques sur lesquels il faut agir en priorité. Dans cette étude, nous proposons une méthode d'optimisation de la maintenance en identifiant la minorité des processus et activités responsables de la majorité des coûts de maintenance.



Chapitre 3 : Généralité sur la Maintenance

1.1- Définition :

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

- D'après Larousse: La maintenance est l'ensemble de tous ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement.
- D'après L'Association française de Normalisation (AFNOR X 60-010-1994)

Ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités technique, administratives et de management.

NB : Le terme **maintenir** contient la notion de **prévention** sur un système en fonctionnement. Le terme **rétablir** contient la notion de **correction**, consécutive à une perte de fonction. Un **état spécifié** ou un **service déterminé** implique prédétermination des objectifs à atteindre avec quantification des niveaux caractéristiques.

1.2- Objectif :

Dans l'entreprise, la fonction « maintenance » consiste de moins en moins souvent à remettre en état l'outil de travail mais de plus en plus fréquemment à anticiper ses dysfonctionnements. L'arrêt ou le fonctionnement anormal de l'outil de production, et le non-respect des délais qui s'en suivent, engendrent en effet des coûts que les entreprises ne sont plus en état de supporter. Elles ne peuvent plus attendre que la panne se produise pour y remédier mais doivent désormais s'organiser pour procéder aux diverses opérations qui permettent de l'éviter.

1.3- Les différents types de maintenance

Il existe deux types de maintenance :

- ✓ La maintenance corrective
- ✓ La maintenance préventive

a) La maintenance corrective

Elle consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. Elle se subdivise en :

- **Maintenance palliative** : dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.
- **Maintenance curative** : réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.

b) La maintenance préventive

Elle consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. On interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). La maintenance préventive se subdivise à son tour en :

- **Maintenance systématique** : désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.) ;
- **Maintenance conditionnelle** : réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement.
- **Maintenance prévisionnelle** : réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.



Par ailleurs, il existe des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO), spécialement conçus pour assister les services de maintenance dans leurs activités.

1.4- Les niveaux de maintenance:

Pour mettre en œuvre une organisation efficace de la maintenance et prendre des décisions comme gestionnaire dans des domaines tel que la sous-traitance le recrutement de personnel approprié..., Les niveaux de maintenance sont définis en fonction de la complexité des travaux. L'AFNOR identifie 5 niveaux de maintenance dont en précise le service:

- NIVEAU 1:

Réglage simple prévu par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage pour ouverture de l'équipement. Ces interventions peuvent être réalisées par l'utilisateur sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

- NIVEAU 2:

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opération mineure de maintenance préventive, ces interventions peuvent être réalisées par un technicien habilité ou l'utilisateur de l'équipement dont la mesure ou ils ont reçu une formation particulière.

- NIVEAU 3:

Identification et diagnostic de panne suivi éventuellement d'échange de constituant, de réglage et de d'étalonnage général. Ces interventions peuvent être réalisées par un technicien spécialisé sur place ou dans un local de maintenance à l'aide de l'outillage prévu dans des instructions de maintenance.

- NIVEAU 4:

Travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ces interventions peuvent être réalisées par une équipe disposant d'un encadrement technique très spécialisé et des moyens importants adaptés à la nature de l'intervention.

- NIVEAU 5:

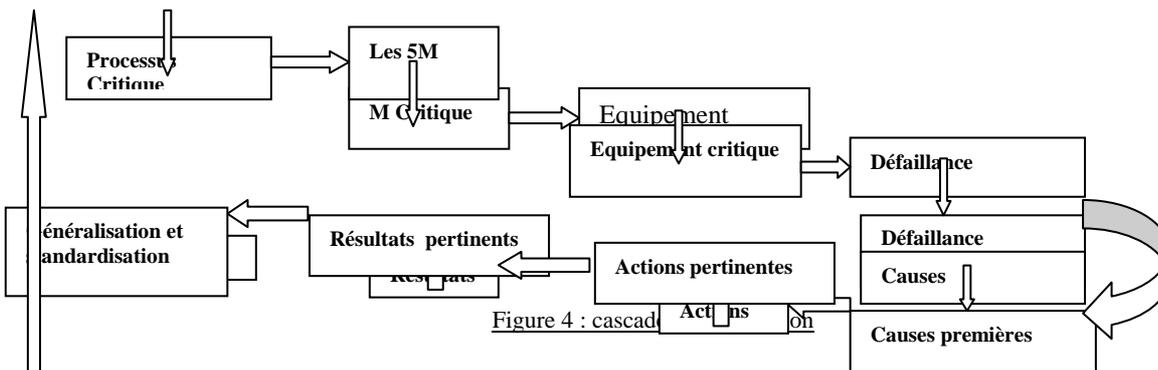
Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante confiée à un atelier central de maintenance ou une entreprise extérieure prestataire de service.

Chapitre 4 : Les outils d'optimisation du plan de maintenance :

1- La méthode en cascade d'optimisation des coûts de maintenance

La Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) apparaît au premier abord comme principalement destinée à élaborer un programme de maintenance préventive optimisé, ayant pour but la sûreté de fonctionnement et la sécurité des moyens de production en tenant compte des aspects économiques.

La méthode proposée est basée sur un raisonnement logique et simple qu'on peut vulgariser à l'intérieur de l'usine. Elle a pour consistance de voir le processus dans une approche globale puis descendre suivant une cascade jusqu'aux organes les plus élémentaires en utilisant des outils performants dans des emplacements convenables de la cascade. Au départ elle permet de maîtriser les processus, identifier ceux qui sont critiques puis identifier le ou les M de processus qui présentent des pertes financières énormes. A l'intérieur de ces M on localise les entités critiques. La suite de l'étude a trait à déterminer les défaillances et les dysfonctionnements critiques. La méthode a pour but non seulement de déterminer les causes d'origine mais aussi de chercher les solutions et engager les actions correctives appropriées pour les éliminer et enfin généraliser et standardiser les résultats a toutes les composantes similaires de processus. Ceci a pour seul souci, optimiser les coûts de maintenance. Ce qui est un manque à gagner qui différencie notre méthode en complétant l'optimisation de la démarche d'optimisation de la maintenance.



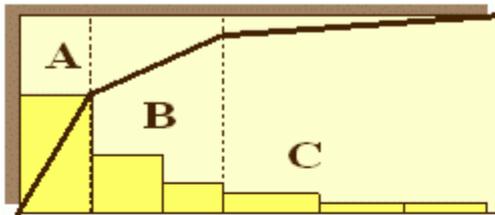
2- Analyse de Pareto :

Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance.

Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite. Une ligne de cumul indique l'importance relative des colonnes.

La popularité des diagrammes de Pareto provient d'une part parce que de nombreux phénomènes observés obéissent à la loi des 20/80, et que d'autre part si 20% des causes produisent 80% des effets, il suffit de travailler sur ces 20% là pour influencer fortement le phénomène. En ce sens, le diagramme de Pareto est un outil efficace de prise de décision.

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont quasi innombrables. On pourrait même améliorer indéfiniment, tout et n'importe quoi. Il ne faut cependant pas perdre de vue que l'amélioration coûte et par conséquent il faut en contrepartie une création de valeur ajoutée, ou une suppression de gaspillage.



L'analyse de Pareto ou méthode des 20/80 ou méthode ABC permet de classer les causes selon les effets qu'elles génèrent.

Résultats de l'Analyse de Pareto:

Classe A: 20% des causes responsables de 80% de l'effet.
Classe B: 30% des causes responsables de 15% de l'effet.
Classe C: 50% des causes responsables de 5% de l'effet.

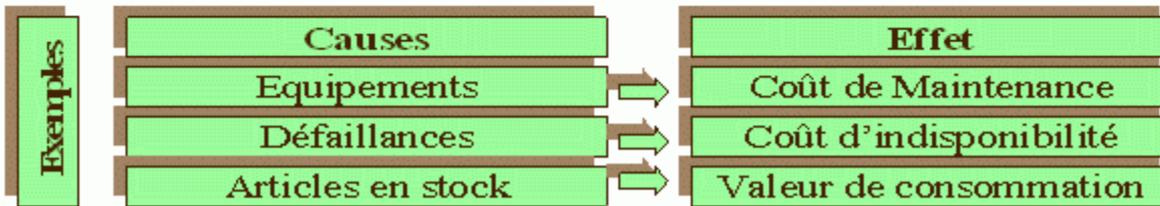


Figure5 : Analyse Pareto

3- Matrice multicritères :

❖ OBJECTIFS :

Permettre à un groupe de trouver un consensus sur un choix d'idées :
Problèmes, Solutions, Actions . . .

❖ PRINCIPE :

A chaque fois qu'une décision doit être prise en fonction de plusieurs critères, le groupe se met d'accord sur le choix des critères et leur poids

❖ MODALITES D'UTILISATION :

- Définir avec le groupe les critères de choix et les noter
- Etablir avec le groupe le barème de pondération pour chaque critère retenu en fonction de l'importance qui lui est accordée.
- Construire la matrice multicritère :
- Une ligne pour chaque critère de choix pondéré
- Une colonne pour chaque idée
- Recueillir et totaliser les notes :
- Chacun attribue une note de 0 à 3 à chaque idée en fonction des critères retenus
- Les notes sont affectées du coefficient de pondération du critère



- Le total des notes attribuées à chaque idée détermine le résultat global pour chaque solution, au regard de l'ensemble des critères.
- Retenir l'idée qui totalise le plus de points.

Critères	Pondération	Entité E1	Entité E2	.....	Entité En
C1	P1	A11	A12	.....	A1n
C2	P2	A12	A22	.....	A2n
C3	P3	A31	A32	.....	A3n
C4	P4	A41	A42	.....	A4n
Total Vj		V1	V2	.....	Vn

Pi: Coefficient de pondération du critère Ci
 Aij: Note donnée à l'entité Ej pour le critère Ci

$$V_j = \sum (P_i \cdot A_{ij})$$

Figure6 : Matrice Multicritère

On peut coupler cette méthode avec celle de Pareto. En effet, on peut déterminer les classes A, B et C de Pareto en utilisant comme critère de classement, donnée chiffrée, la note totale pondérée obtenue par la matrice multicritères.

4- Diagramme d'ISHIKAWA :

- **Definition :**

Le diagramme de causes-effets est un outil de recherche en groupe, de classement et de représentation de toutes les causes qui sont à l'origine d'un problème traité et des relations entre elles.

- **Finalité :**
 - Faciliter la recherche des causes possibles d'un problème ou d'un effet ;
 - Permettre la visualisation des causes d'un problème ou d'un dysfonctionnement ;
 - Présenter sous une forme graphique les relations entre causes et effets et les dépendances entre les causes ;
 - Structurer et faciliter le travail en groupe ;

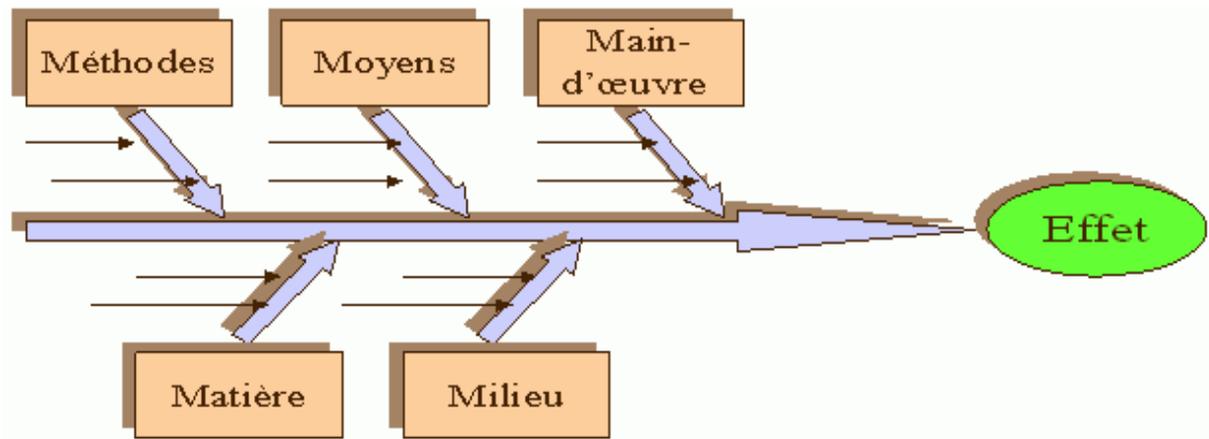


Figure7 : Diagramme Cause à effet

5- Cascade des pourquoi :

Celle qui est la première conduisant à l'anomalie, la cause radicale (root cause). En effet, une cause peut n'être qu'une conséquence d'une autre. Il ne faut donc pas s'arrêter à la cause intermédiaire et l'éradiquer car on risque ainsi de n'éliminer qu'un effet et que la cause première continue à se manifester. Pour cela, une bonne méthode consiste à poser la question pourquoi successivement jusqu'à se rendre compte qu'on ne peut plus trouver de cause antérieure.

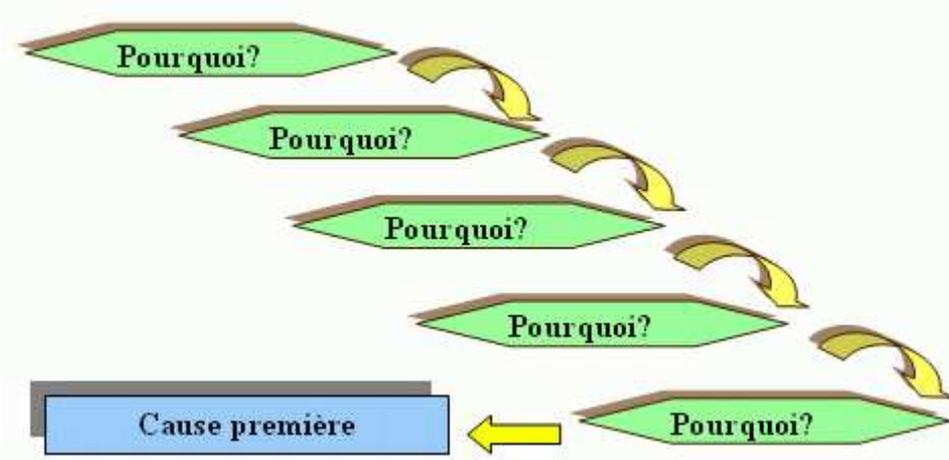


Figure 8 : Cascade des Pourquoi

6- La méthode PDCA :

La méthode comporte quatre étapes, chacune entraînant l'autre, et vise à établir un cercle vertueux. Sa mise en place doit permettre d'améliorer sans cesse la qualité d'un produit, d'une œuvre, d'un service :

- **Plan** : Programmer, préparer une méthode pour résoudre un problème ou améliorer une procédure.
- **Do** : Faire, agir suivant le plan que l'on vient de préparer à l'étape précédente.
- **Check** : Vérifier, valider l'effet de la solution mise en œuvre.
- **Act** : Intégrer la solution si elle a été validée par l'étape précédente.

Cette méthode est souvent illustrée par la Roue de Deming :

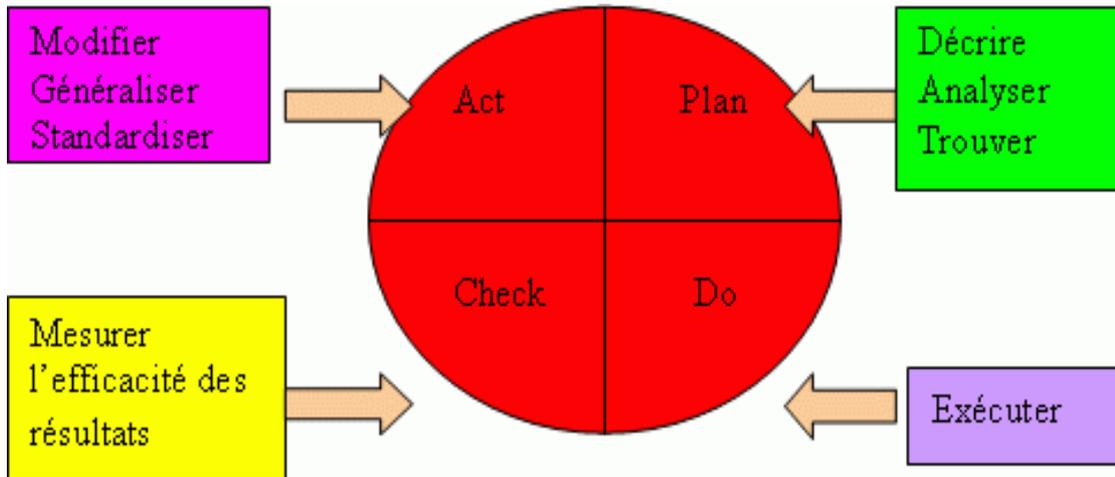


Figure 9 : Roue de Darling

Chapitre 4: Application

Dans cette section, nous allons appliquer les méthodes précitées pour l'optimisation du plan de maintenance de la ligne TU1.

Pour se faire nous allons déterminer la machine la plus critique de la ligne grâce à une étude Pareto. Ensuite nous déterminerons le type de panne le plus fréquent par même la méthode. Grâce à la matrice multicritère, nous allons mettre en évidence la panne critique et pour finir déterminer les causes de cette panne par le biais du diagramme d'Ishikawa. La cascade des pourquoi nous permettra de remonter à la cause première de cette panne.

Le travail qui va s'effectuer dans cette application se base sur l'historique des pannes du service maintenance.

1- Détermination de la machine critique par la méthode Pareto :

Le tableau suivant regroupe les pannes par machine de la période allant du 03 janvier 2010 au 21 mars 2011(15 mois).

Machines	OP20A	OP20B	OP20C	OP30	OP40	OP50	OP60	OP70	OP80	OP90	OP100
Pannes en H	25:45	7:30	26:55	86:30	26:25	56:25	1:20	85:20	23:15	1:00	00 :25
Pannes en Min	1545	450	1615	5190	1585	3385	80	5120	1395	60	25



Tableau 3 : regroupement de pannes par machines

Le tableau qui suit donne le calcul des temps d'intervention en pourcentage et en pourcentage cumulé rangeant les machines par ordre décroissant.

	OP30	OP70	OP50	OP20C	OP40	OP20A	OP80	OP20B	OP60	OP90	OP100
Temps Intervention (Min)	5190	5120	3385	1615	1585	1545	1395	450	80	60	25
Pourcentage	25,38	25,04	16,55	7,89	7,750	7,55	6,82	2,20	0,39	0,29	0,12
Cumulé	25,37	50,41	66,96	74,86	82,61	90,17	96,99	99,19	99,58	99,87	100

Tableau 4 : calcul de temps d'intervention en pourcentage cumulé

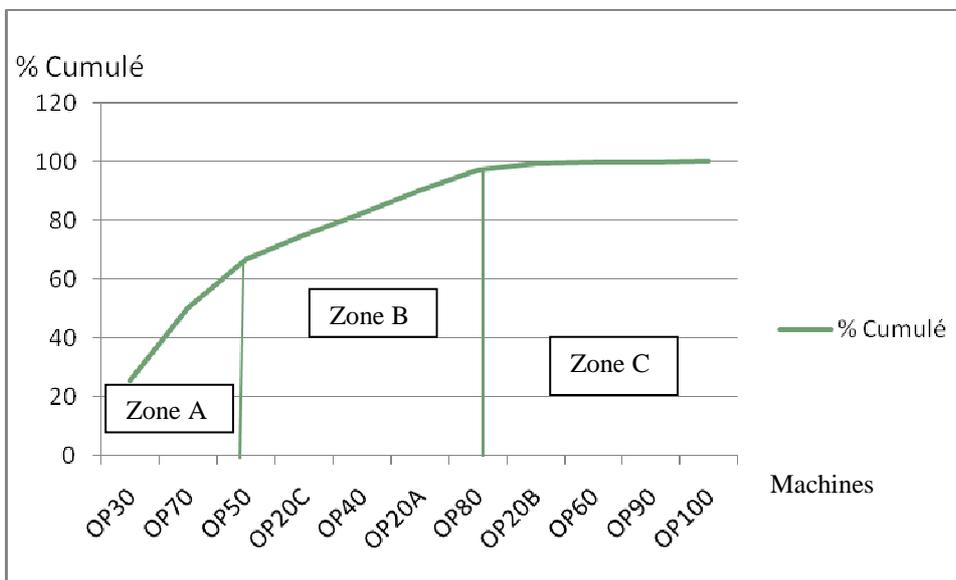


Figure 10 : Diagramme de Pareto de la ligne TU1

On remarque qu'environ 20 pourcent des machines occupent 80 pourcent des heures d'interventions. Ces machines sont regroupées dans la zone A, dans laquelle on trouve l'OP30, l'OP70 et l'OP50. La machine la plus critique étant l'OP30 qui fera l'objet de la suite de notre étude.

2- ETUDE de l'OP30

2.1- Présentation de la machine :

Cette machine permet de réaliser :

- L'ébauche trous d'axe.
- Chambrage.
- Bain d'huile trous d'axe



2.2- Décomposition du système en organes les plus élémentaires :

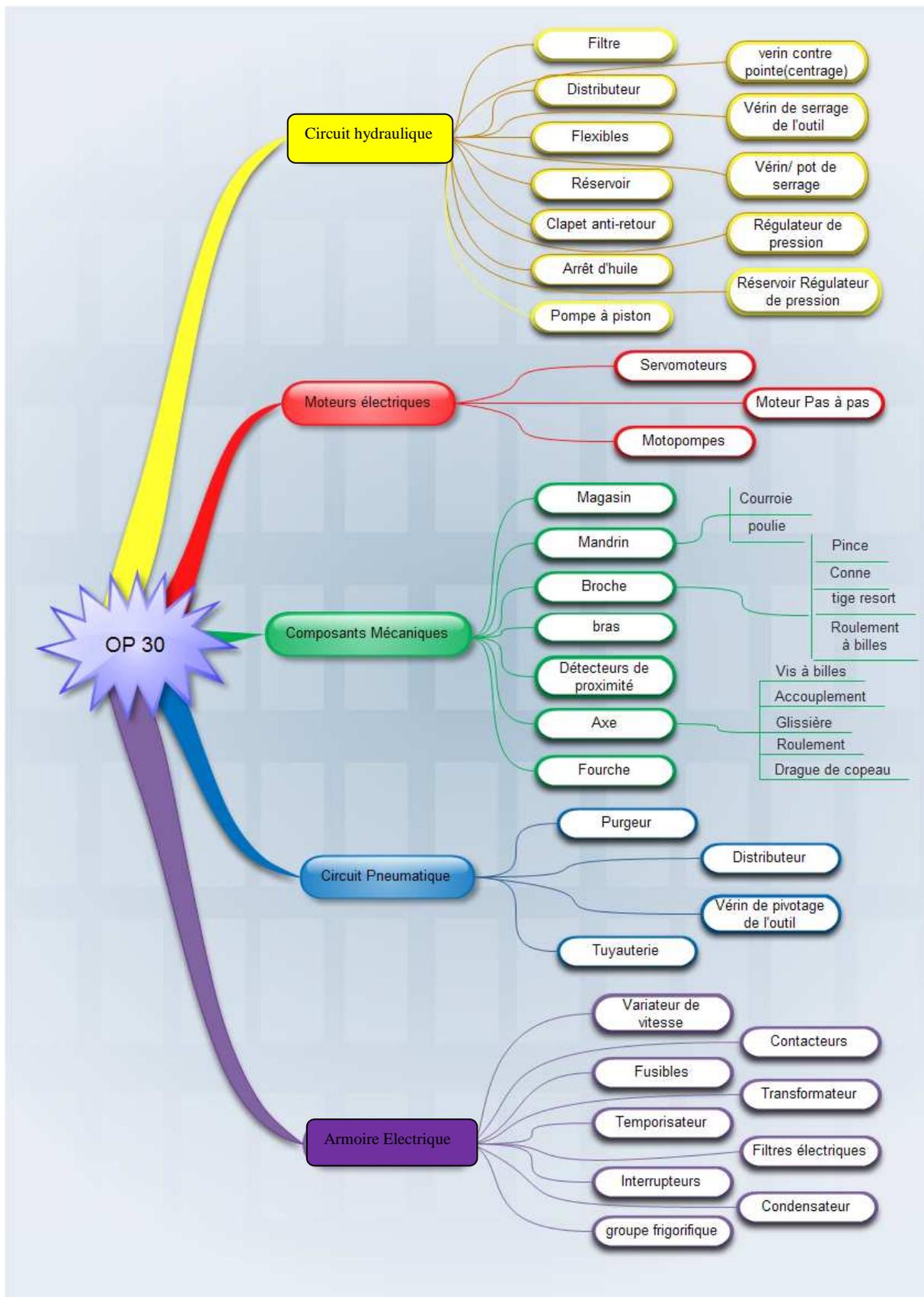




Figure 11 : Décomposition de l'OP30

3- Détermination du type de panne critique

Le tableau qui suit récapitule les pannes, les durées d'intervention et le classement en types de pannes (Mécanique : M, Electrique : E, Hydraulique/Pneumatique : H) sur la machine OP30.

Pannes	Durée d'Interventions en Min	Type de pannes
Vibration d'outil et Problème de contrepointe	55	M
Problème au niveau du groupe hydraulique	420,5	H
Problème du Magasin, de détection et d'emplacement	240,09	M
Problème de Fusible	120	E
Blocage de Contrepointe	150	E
Positionnement incorrect du Magasin	175	M
Arrêt de la Machine au cours du cycle signalisation du défaut	45	E
Problème du Détecteur d'arrosage	15	H
Problème d'arrêt Machine et d'alarme d'arrêt d'urgence	60	E
Problème d'Arrosage	20	H
Problème d'arrosage	90	H
Problème de Contrepointe	90	E
Problème de contrepointe	30	E
Problème De la pompe d'arrosage	180	H
Coincement du Bras au cours du cycle	30	M
Arrêt d'urgence	20	H
Problème du mandrin et de contrepointe	110	M
Problème de l'axe A	25	M
Problème de la pompe d'arrosage	60	H
Problème de contrepointe	220	E
Problème au niveau du pince bras	300	M
Positionnement incorrect du magasin	210	M
Positionnement incorrect du magasin	195	M
Positionnement incorrect du magasin	60	M



Positionnement incorrect du magasin	120	M
Blocage du bras	90	M
Usinage décalé au niveau du trou d'axe	115	M
Positionnement incorrect du Magasin	20	M
Positionnement incorrect du magasin	80	M
Problème de contrepointe	30	E
Arrêt Machine, problème de contacteur	60	E
Problème du Réservoir d'arrosage	120	H
Problème magasinage incorrect	310	M
Problème de serrage du More	30	E
Problème de contrepointe	20	M
Problème d'arrosage	15	H
Blocage de la contrepointe	30	M
Problème du bouton Marche	40	E
Problème des mores	15	M
Maintenance Préventive	120	H
Problème de Détecteur du réservoir de réfrigérant	30	E
Arrêt machine	35	M
Problème au niveau de l'axe Z	20	M
Déformation de la pince	90	M
Blocage du bras et arrêt machine	30	M
Arrêt machine au cours du cycle et blocage de la contrepointe	35	M

Tableau 5: Historique des pannes de l'OP30

Le tableau suivant regroupe les types de pannes avec leurs durées d'intervention.

Type de pannes	Durée Intervention en Heure
Mécanique	42:42
Hydraulique / Pneumatique	17:50
Electrique	15:25

Tableau 6 : Répartition des pannes par type

L'essentiel des interventions concerne les pannes mécaniques, ce qui amène notre choix à porter sur ces dernières.



4- Détermination des coefficients de durée d'interventions des pannes mécaniques

Au niveau des pannes mécaniques on a la répartition suivante :

Pannes	Durée d'Interventions en Heure
Problème de Contrepointe	6
Problème de magasin	25
Problème du Flotteur	0,78
Blocage du Flexible	0,5
Blocage du bras	7
Positionnement du mandrin	0,92
Usure du Courroie	0,42
problème Détecteur d'arrosage	0,3
Graissage	0,28
Pince	1,5

Tableau 7 : Répartitions des pannes mécaniques

Le tableau suivant résume les coefficients choisis pour les durées. Le principe du choix est le suivant : nous choisissons comme coefficient max 10 correspondant à la somme des durées (42,7 h) et par une règle de trois on en déduit les autres coefficients.

Coefficient = (durée d'intervention / somme des interventions) * 10

Pannes	Coefficient de Durée d'Interventions
Problème de Contrepointe	1,41
Problème de magasin	5,85
Problème du Flotteur	0,18
Blocage du Flexible	0,12
Blocage du bras	1,64
Positionnement du mandrin	0,21
Usure du Courroie	0,1
problème Détecteur d'arrosage	0,07
Graissage	0,07
Pince	0,4

Tableau 8: Coefficient de durée d'interventions des pannes mécaniques

Dans la suite nous allons essayer de déterminer quelle panne mécanique est la plus critique. Pour se faire nous utilisons en premier lieu la matrice multicritère.

5- Matrice Multicritère

a) Les Critères :

Pour faire le choix des coefficients de pondération nous avons consulté les chefs d'équipe et les employés de la maintenance afin de recueillir leurs avis sur la priorité à donner aux critères. C'est ainsi qu'on pu donner les coefficients.

Nous avons choisi comme critère :

- la durée d'intervention (coefficient de pondération 6)
- la fréquence d'apparition des pannes (coefficient de pondération 4)
- La gravité (coefficient de pondération 8)



-la détectabilité (coefficient de pondération 2)

La fréquence de chaque panne est donnée par le nombre d'apparition durant la période de notre étude.

La gravité et la détectabilité sont données la grille de cotation AMDEC Suivante :

site: Atelier usinage										
Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités- AMDEC Moyen de production										
G IND	FSTF	Système: Tour d'ovale OP30			Phase de fonctionnement: en cours de production					
SMFN		sous système: Moteurs électriques			Date d'analyse :					
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Causes	Effets	Détection	Criticité				Action à engager
						F	G	D	C	
Servomoteur Broche	Faire tourner la broche	Fonctionnement irrégulier	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du servomoteur	Visuel	4	3	1	12	respecter sa durée de vie de 3ans
Servomoteur Axe X	Entraîner la vis à billes axe X	Fonctionnement irrégulier	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du servomoteur	Visuel				0	
Servomoteur Axe Z	Entraîner la vis à billes axe Z	Fonctionnement irrégulier	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du servomoteur	Visuel	1	2	1	2	-pièces de rechange en stock.
Servomoteur Axe Y	Entraîner la vis à billes axe Y	Fonctionnement irrégulier	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du servomoteur	Visuel				0	
Servomoteur Axe A	Entraîner le vis à billes axe A	Fonctionnement irrégulier	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du servomoteur	Visuel				0	
Moteur du Magasin (Pas à pas)	changer les outils	Grillage	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du moteur	Visuel	1	2	1	2	-pièces de rechange en stock.
Motopompe hydraulique	Assurer le débit de l'huile du centre hydraulique	-Baisse débit	Usure abrasive de l'engrenage	Diminution de la durée de vie du système	Bruit	3	2	1	6 0 0	-assurer le niveau d'huile. -changer filtre d'aspiration chaque 2ans.
		-Irrégularité du débit	cavitation	Détérioration des parties flottantes						
		-Arrêt du débit	Rupture de la clavette	Grippage des engrenages						
Motopompe pour la lubrification	Assurer le débit du lubrifiant	-Baisse débit	Usure abrasive de l'engrenage	Diminution de la durée de vie du système	Bruit				0 0 0	-extension du réservoir bien filtrer le coupeau
		-Irrégularité du débit	cavitation	Détérioration des parties flottantes						
		-Arrêt du débit	Rupture de la clavette	Grippage des engrenages						
Motopompe pour le fluide frigorigène	Assurer le débit du fluide frigorigène	-Baisse débit	Usure abrasive de l'engrenage	Diminution de la durée de vie du système	Bruit				0 0 0	-assurer le niveau de fluide.
		-Irrégularité du débit	cavitation	Détérioration des parties flottantes						
		-Arrêt du débit	Rupture de la clavette	Grippage des engrenages						



Tableau 9 : AMDEC de l'OP30

Finalement Nous obtenons le tableau de la matrice multicritère suivant :

Panne	Coef de pondération	Contre Pointe	Flotteur	Flexible	Bras	Mandrin	Pince	Courroie	Détecteur	Graissage	Magasin
Durée Intervention	6	1.41	0.18	0.12	1.64	0.21	0.4	0.1	0.07	0.07	5.85
Fréquence	4	8	2	1	4	1	1	1	1	1	10
Gravité	8	2	1	2	3	1	3	2	2	1	3
DéTECTABILITÉ	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Total		58.46	22.8	22.72	51.84	15.26	32.4	24.6	24.42	14.42	101.1

Tableau 10 : Matrice multicritère

Selon cette matrice multicritère, l'élément magasin qui totalise un poids de 101.1 ($6 \times 5.85 + 4 \times 10 + 8 \times 3 + 2 \times 1$) est le plus critique de l'OP30. La suite de l'analyse sera concentrée sur cet élément.

6- Le Diagramme d'Ishikawa

Pour définir les causes de défaillances de cet élément, le diagramme causes - effets est un outil puissant qui organise les relations combinatoires entre ces causes.

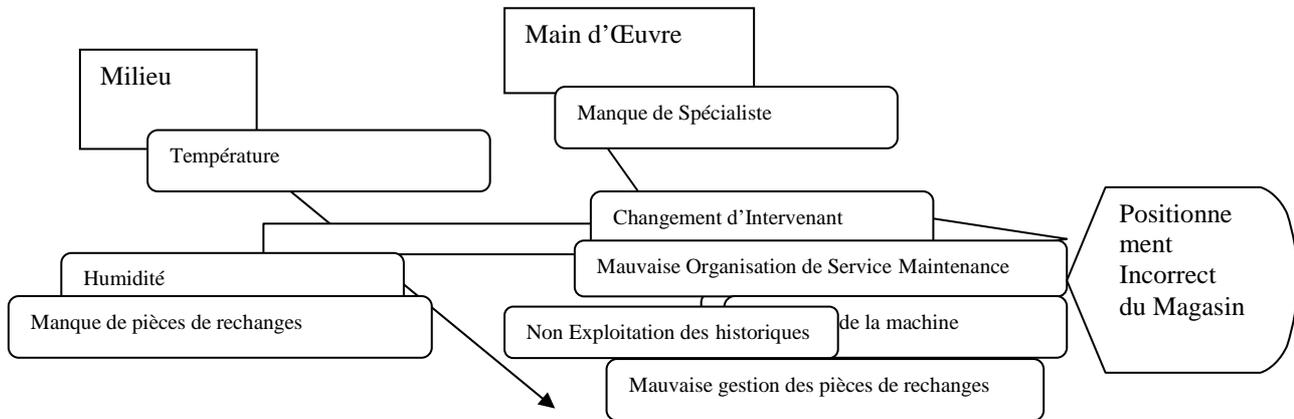


Figure12 : Diagramme des causes à effet du mauvais positionnement du magasin.

4 Pourquoi

Afin de remonter à la cause première du positionnement incorrect du magasin, nous utilisons la cascade des pourquoi. Le schéma qui suit décrit l'ensemble des éléments qui interagissent directement avec le magasin. Rappelons que le magasin est un plateau rotatif qui contient 24 outils permettant d'armer la pince avec l'outil désiré.

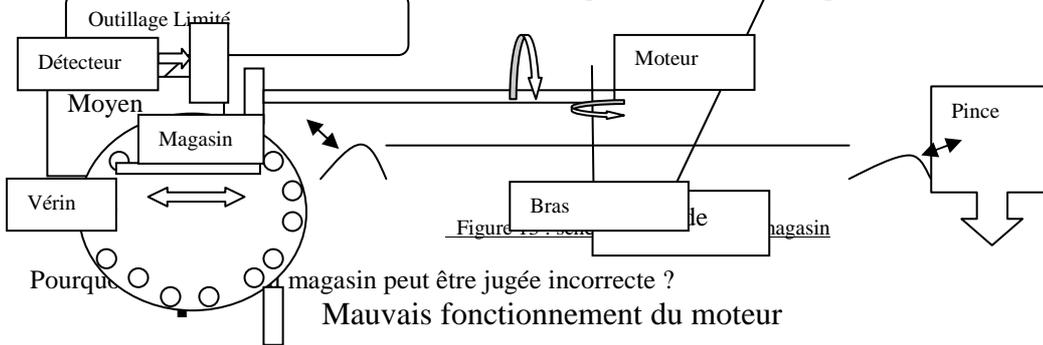


Figure 13 : Schéma du magasin

Pourquoi le magasin peut être jugé incorrecte ?
 Mauvais fonctionnement du moteur

Cause : usure entre le contact moteur-magasin
 Cause usure : temps de fonctionnement élevé

- Problème au niveau du vérin

Vérification du vérin : Ok



- Problème au Niveau du bras
- Vérification du bras : Ok
- Problème au niveau de la pince
- Vérification de la pince : Ok
- Problème au niveau du détecteur
- Vérification : le grand problème réside à ce niveau
- Cause : usure du détecteur
- Solution : Changement du détecteur

8- Conclusion :

Le présent travail appliqué sur la Ligne Tu1, nous a permis de déterminer la machine qui cause le plus de problème en termes de défaillance. Cette machine est le centre d'usinage OP30 et l'organe qui engendre ce dysfonctionnement est le magasin dont nous avons décrit précédemment le rôle et qui constitue l'élément central de la ligne d'usinage. La cause de défaillance étant connue, reste donc à appliquer une maintenance préventive systématique pour ne plus retomber sur cette anomalie. Pour apporter plus de clairvoyance sur la démarche que nous avons appliquée, nous proposons le résumé ci-dessous :

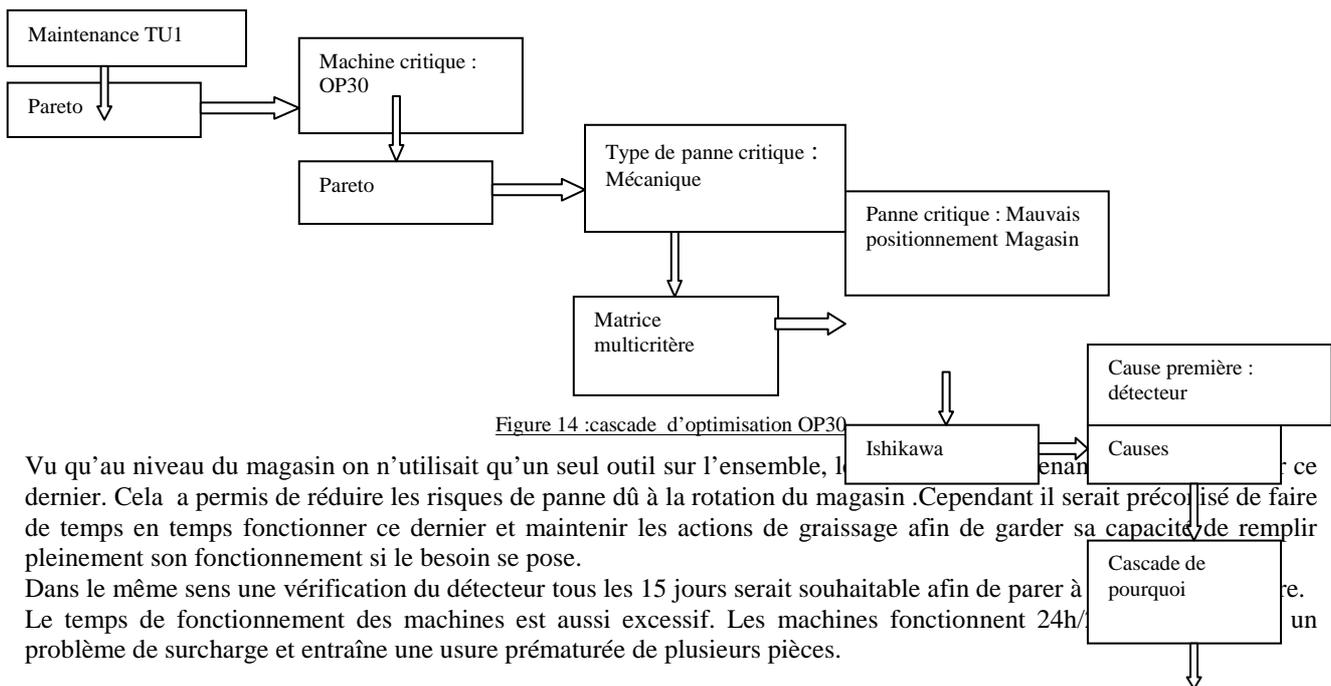


Figure 14 : cascade d'optimisation OP30

Vu qu'au niveau du magasin on n'utilisait qu'un seul outil sur l'ensemble, l'usage de cet outil pendant un certain temps a permis de réduire les risques de panne dû à la rotation du magasin. Cependant il serait préconisé de faire fonctionner ce dernier et maintenir les actions de graissage afin de garder sa capacité de remplir pleinement son fonctionnement si le besoin se pose.

Dans le même sens une vérification du détecteur tous les 15 jours serait souhaitable afin de parer à l'usure prématurée de ce dernier. Le temps de fonctionnement des machines est aussi excessif. Les machines fonctionnent 24h/24 ce qui entraîne un problème de surcharge et entraîne une usure prématurée de plusieurs pièces.

9-Codification des PDR :

Rappelons d'abord que cette intervention s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la maintenance.

La connaissance des PDR et leur analyse permettent d'entamer des mesures organisationnelles pour une gestion économique des stocks.

Mais avant d'aborder cette analyse, il y a lieu, tout d'abord de voir la place de la gestion de stock au sein de l'organigramme de l'entreprise et les précautions à prendre avant sa réorganisation.

a) Place de la gestion de stocks

La place de la gestion de stocks des PDR et son rattachement à la maintenance ou à un autre service a toujours constitué un sujet de controverse, dû en particulier :



- à l'interdépendance des tâches et à la multiplicité des interfaces qu'elle présente avec les autres fonctions dans l'entreprise.
- au fait que chaque fonction considère ces stocks de son propre point de vue et tend à ignorer les interactions et à privilégier ses propres objectifs.

Le rattachement de la gestion du stock des PDR à la maintenance peut se justifier par l'importance des PDR et leur influence sur les performances de la maintenance.

Cette solution offre la possibilité d'optimiser le coût global de la maintenance .elle a également pour avantage de rendre la maintenance responsable sur l'ensemble de ses moyens, y compris les PDR.

b) Organisation du magasin

L'organisation actuelle du magasin ne permet pas de connaître d'une manière simple et rapide l'emplacement de stockage d'un article cette situation entraîne :

- une perte de temps du magasinier lors de la recherche d'un article
- l'augmentation des articles en stock
- la complexité des inventaires périodiques
- l'augmentation des volumes de stockage et la réduction des emplacements vides

Donc l'organisation du magasin a comme objectif d'améliorer sa gestion.

c) L'étude des pièces de rechange

Il s'agit d'identifier les PDR à mettre en stock afin de répondre au mieux aux besoins de la maintenance.

Cette étude sera réalisée zone par zone en commençant par les machines –clés de chaque zone (op. 20, op. 30, op. 40, op. 50)

La documentation technique constitue la source principale de cette étude .les principaux documents à consulter sont :

- la nomenclature des équipements
- la liste des PDR recommandées par les constructeurs
- les dossiers machines
- les composants des machines

📌 Nomenclature

La nomenclature doit être le langage commun de tous ceux qui utilisent ou qui doivent connaître les articles en stock. Elle consiste à donner à chaque article un numéro de code et une désignation.

Pour confectionner une nomenclature, il faut :

- mettre en place un système de codification pour l'ensemble des PDR
- définir la meilleure façon pour designer la pièce

📌 Système de codification recommandé

Le système de codification que nous choisissons se base sur une codification par nature et consiste à attribuer un numéro de code, composé de 8 chiffres, a chaque PDR.

Le plan général de la codification adapté est le suivant :

La Classe : 01 : mécanique 02 : électrique 03 : pneumatique	La Famille :(par machine) -OP20 :020 -OP30 : 030 -OP40 -OP50	Le Nom de PDR : (De 001 jusqu'à 073) Voir le tableau ci-dessous
--	---	--

Exemple : Le code **01 020 001** : c'est une pièce mécanique de la machine op20 qui s'appelle la vis à bille.

Remarque :

- Il y a 185 types de pièces mais on a seulement 073 noms de PDR.
- le code doit se lire de gauche à droite.



Nom PDR	Code	Nom PDR	Code
-Vis à billes	001	Lubrificateur/ Purgeur	038
-Conne	002	Magasin	039
-Pince	003	Mandrin (Tobler)	040
-Butée	004	Modules d'automates (Entrées/Sorties)	041
-Table	005	Moog	042
-Roulement à billes	006	moteur Broche	043
-Roulement à buté	007	Moteur du Magasin (Pas à pas)	044
-Accouplement élastique	008	Motopompe deux corps pour l'huile du centre hydraulique	045
-Courroie	009	Motopompe hydraulique	046
-Drague de copeau	010	motopompe pour la lubrification	047
-Glissière	011	Motopompe pour le fluide frigorigène	048
-joint d'étanchéité	012	Motopompe pour l'huile du centre hydraulique	049
-Poulie	013	PILLEZ	050
-Roulement	014	Pompe à palette	051
-Roulement Oblique	015	Pompe à piston	052
Arrêt d'huile	016		
Axe X:	017	Régulateur de pression/ étrangleur	053
boite d alimentation	018	Réservoir	054
bras	019	Servomoteur Axe A	055
Broche	020	Servomoteur axe X :	056
Clapet anti-retour	021	Servomoteur Axe Y	057
collecteur	022	Servomoteur Axe Z	058
compensateur	023	Servomoteur Broche	059
Condensateur	024	Servomoteur Tourelle	060
Contacteurs/Relais	025	Temporisateur	061
decteur de proximité	026	tige resort	062
Distributeur	027	Tourelle:	063
Distributeur double effet	028	Transformateur	064
Ecrou à billes	029	Tuyauterie	065
électrovanne	030	Variateur de vitesse	066
filtres	031	verin contre pointe(centrage)	067
Filtres électriques	032	Vérin de crabotage/décrabotage	068
flexibles	033	Vérin de la coiffe	069
fourche	034	Vérin de pivotage de l'outil	070
Fusibles	035	Vérin de serrage de l'outil	071
groupe frigorifique	036	Vérin/ contre pointe	072
Interrupteurs	037	Vérin/ pot de serrage	073

Tableau 11 : codification des PDR



Troisième Partie :

GESTION DE LA MAINTENANCE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR



Chapitre 6: Généralité sur les outils informatiques utilisés

1- Base de données sous Access

Access 2003 est un produit Microsoft de type SGBDR (Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles). Il permet de décrire et manipuler des données stockées sous forme de tables dans une base de données relationnelle.

Les opérations effectuées sur une base de données sont :

- La **définition de la base** de données qui consiste à déclarer la structure des différentes tables et les relations entre les tables. C'est lors de cette définition que sont mises en place les contraintes d'intégrité de domaine, de clef, de référence ;
- La **saisie des n-uplets** dans les tables en respectant les contraintes précédemment définies ;
- La **manipulation des données de la base**. Access propose deux types d'outils pour consulter et mettre à jour la base de données : d'une part un outil interactif d'interrogation par requêtes, d'autre part des outils d'automatisation de tâches que sont le langage de macrocommandes et le langage de programmation ;
- **La présentation des données de la base**. Access propose deux modes de présentation : le formulaire pour un affichage à l'écran et l'état pour créer un document éditable.

La base de données Access et les manipulations qui lui sont appliquées constituent une application Access. Elle se définit à l'aide d'**objets**. Access propose six catégories d'objets :

- **Table** : une table est une relation entre attributs, chaque attribut ou **champ** est une colonne de la table, chaque ligne d'une table est un n-uplet ou **enregistrement**. L'ensemble des tables forme le schéma relationnel de la base avec les relations définies entre ces tables. La définition des relations s'effectue dans le *menu Edition par la commande Relations* ;
- **Requête** : Une requête est une interrogation appliquée sur une table ou un groupe de tables de la base, elle permet de manipuler les données de la base de manière interactive. Elle se construit en mode QBE (Query By Example), c'est-à-dire grâce à un utilitaire graphique ;
- **Formulaire** : un formulaire est un dessin d'écran permettant de présenter des données de la base ainsi que des traitements effectués sur ces données ;
- **Etat** : un état est un document, destiné à une édition papier, permettant de présenter et de mettre en forme des données de la base ainsi que des traitements effectués sur ces données ;
- **Macro** : une macro-commande décrit une action ou un ensemble d'actions destinés à être exécutés et à s'enchaîner automatiquement ;
- **Module** : un module de programmation est une procédure ou une fonction écrite dans le langage de programmation Visual Basic. Un module est exécuté en réponse à un événement déclenché sur l'objet auquel il est attaché (formulaire ou état par exemples).

2- Objet d'accès aux données : ADO

ADO (ActiveX Data Object) est un composant ActiveX permettant d'accéder aux bases de données de façon beaucoup plus facile sans se soucier de tout ce qui est allocation des environnements de travail. ADO fournit des objets qui permettent de se connecter à une base et de réaliser des requêtes SQL sur cette base.

Pour pouvoir utiliser ADO dans un projet Visual Basic, il existe deux solutions pour y parvenir :

- La première est de créer un **Projet de données**.
- La seconde est de rajouter dans le menu Projets - Références, **Microsoft ActiveX Data Objects 2.x Library**.

ADO propose les objets suivants :

- **Command** : permet d'exécuter des requêtes
- **Connection** : connexion à une source de données (aussi bien un fichier texte, qu'un fichier Excel, ou une base de données)
- **Error** : ensemble des erreurs retournées par le SGBD



- Parameter : permet de définir un paramètre d'une requête
- Recordset : jeu d'enregistrements retournés lors de l'exécution d'un SELECT

2.1- Etablir une connexion avec ADO et l'objet Connection:

Pour établir une connexion à une base de données avec ADO, on utilise l'objet Connection.

Une connexion à une base de données se définit par :

- l'hôte sur lequel se trouve la base de données
- le nom de la base de données
- le nom de l'utilisateur
- le mot de passe

L'ensemble de ces champs est appelé *chaîne de connexion*. Les champs "hôte" et "nom de la base de données" peuvent soit être définis dans le programme soit dans un DSN (Data Source Name). Un DSN se configure dans le panneau de configuration avec l'outil *Source de données (ODBC)*.

Comment réaliser une connexion ? Tout d'abord il faut déclarer la variable associée à la connexion.

```
Dim cnx As New ADODB.Connection
```

Ou alors

```
Dim cnx As ADODB.Connection  
Set cnx = New ADODB.Connection
```

L'étape suivante consiste à écrire la chaîne de connexion. Comme il a été vu précédemment, il existe deux possibilités soit en utilisant un DSN soit en mettant les informations nécessaires dans la chaîne de connexion.

2.2- Connexion à une base de données Access :

```
'Déclaration de la variable de connexion  
Dim cnx As ADODB.Connection  
Set cnx = New ADODB.Connection  
  
'Définition du pilote de connexion  
cnx.Provider = "Microsoft.Jet.Oledb.3.51"  
'Définition de la chaîne de connexion  
cnx.ConnectionString = "C:\maBase.mdb"  
'Ouverture de la base de données  
cnx.Open
```

Le pilote 3.51 permet d'accéder à Acces 95 et 97. Pour Access 2000, il faut utiliser la version 4.0.

2.3- Réaliser des requêtes avec l'objet Recordset

Comme pour l'objet Connection on commence par déclarer une variable de type Recordset.



```
Dim rst As New ADODB.Recordset
```

Ou alors

```
Dim rst As ADODB.Recordset  
Set rst = New ADODB.Recordset
```

Une fois ces lignes de code tapées, on exécute notre requête. Pour cela nous avons utilisé la méthode **Open** de l'objet Recordset. Cette méthode prend en paramètre :

- la requête
- la connexion sur laquelle on souhaite exécuter la requête
- le type du curseur
- le type de blocage
- le type de requête

2.4- Réaliser des requêtes avec l'objet Command

Comme pour les autres objets, nous devons commencer par déclarer une variable de type Command.

```
Dim rst As New ADODB.Command
```

ou alors

```
Dim rst As ADODB.Command  
Set rst = New ADODB.Command
```

L'objet Command est un peu plus complexe que le Recordset quoique. L'avantage de l'objet Command par rapport à l'objet Recordset est de pouvoir facilement paramétrer les requêtes mêmes les SELECT.

Pour pouvoir utiliser des requêtes paramétrables il faut utiliser le symbole ? Dans la requête SQL puis rajouter un objet Parameter à l'objet Command.

3- Visual Basic 6.0

Visual Basic sert à concevoir des programmes Windows. Visual Basic est l'un des outils de programmation les plus conviviaux. Le développement d'une application consiste en grande partie à disposer des objets graphiques et à en régler le comportement à l'aide de propriétés.

L'environnement de développement se présente comme suit :

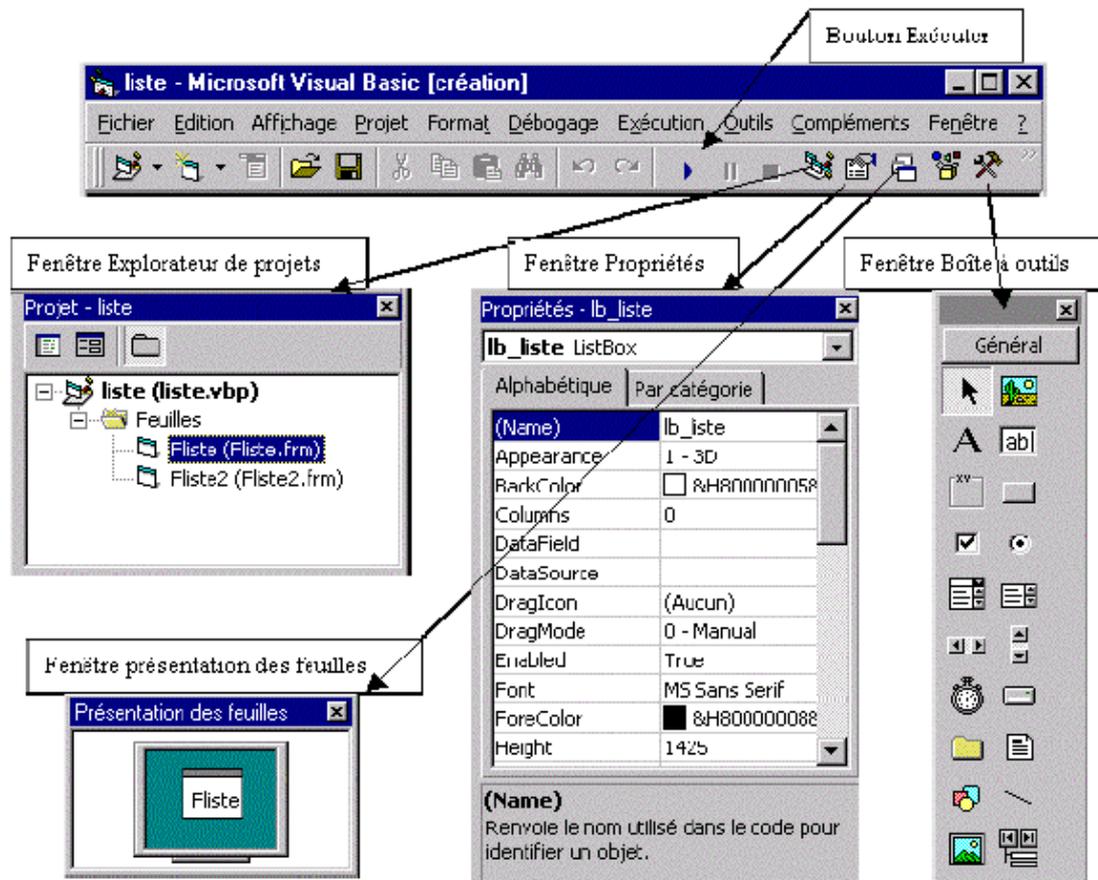


Figure15 : interface Visual basic 6.0

La partie supérieure de la fenêtre est formé du **système de menus** et d'**une barre**

D'outils, tout comme d'autres logiciels (Office, Lotus,...).

- La partie de gauche est constitué de la **boîte à outils**. (Attention, ne confondez pas barre d'outils avec boîte à outils. La barre d'outils est une version simplifiée du système de menus. Elle permet d'accéder plus rapidement aux sous-commandes du système de menus.) Quant à la boîte à outils, elle permet de sélectionner les contrôles (ou si voulez "objets"), puis ensuite de les placer sur la partie centrale de la fenêtre. **Pour placer un contrôle, sélectionnez d'abord un contrôle dans la boîte à outils, puis, tracez une zone rectangulaire sur la feuille qui se trouve au milieu.** Si vous voulez ajouter de nouveaux contrôles dans la boîte à outils, appuyez sur le bouton droit de votre souris dans la boîte à outils pour faire apparaître le menu contextuel. Appuyez sur la sous-commande "Composants" pour faire apparaître la liste de tous les contrôles mis à votre disposition.

- Cette feuille située au centre, n'est autre que la future **interface graphique** de votre application (appelé aussi "**interface utilisateur**").

- Enfin, la partie de droite est constituée de 3 boîtes de dialogue :

1. La 1ère est la boîte de dialogue "**Projet**" qui donne la liste de toutes les feuilles qui constituent votre future application.
2. La 2ème est la boîte de dialogue "**Propriétés**". Elle donne accès aux propriétés du contrôle sélectionné.
3. Enfin, le 3ème est la boîte dialogue "**Présentation des feuilles**". Elle permet de modifier la position de la feuille de travail actuellement sélectionnée.



Chapitre 7 : Gestion de la Maintenance assistée par Ordinateur avec l'application FloMaint

1 .Définition de la GMAO :

G.M.A.O signifie Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur. Il s'agit d'un logiciel spécialisé pour effectuer la gestion d'un service technique. La GMAO peut être définie comme un progiciel qui permet une aide à la décision dans une entreprise pour:

- Maîtriser les coûts des installations à maintenir.
- Optimiser les moyens techniques et humains de la maintenance.
- Maîtriser les interventions, leurs plannings et leurs coûts.
- Optimiser les stocks des pièces de rechange.
- Décrire en détail les installations techniques ainsi que toute leur documentation.
- Formaliser et capitaliser le retour d'expérience pour obtenir des mesures précises sur les temps des pannes, leurs causes premières et les temps nécessaires à leur réparation.

La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via un formulaire. La base de l'historique est l'inventaire des équipements.

Les professionnels de la maintenance sont confrontés à trois familles de technologies utilisant l'informatique.

- L'informatique industrielle, qu'ils sont chargés de maintenir en état de service, se présente sous la forme de cartes d'automates programmables, de commandes numériques.
- L'informatique de diagnostic leur permet de rechercher les causes initiales de défaillances, grâce aux cartes de diagnostic ou aux systèmes experts.
- L'informatique de gestion des activités de la fonction maintenance analyse les incidents, prépare le préventif et assure le suivi des dépenses de fonctionnement.



2. Les étapes de la mise en œuvre d'une GMAO

2.1 - Réalisation du cahier des charges (surtout définir le besoin)

- ❖ Volume de l'inventaire Matériels à maintenir et documents d'équipement à informatiser
 - Degré de sophistication du logiciel (plus il est performant plus il est complexe à utiliser)
- ❖ Statistiques : calculs à réaliser, niveau de diagnostic souhaité, exportation du fichier vers Excel par exemple, etc.
- ❖ Personnes qui sont appelées à l'utiliser : situation géographique, niveau en informatique, service de rattachement
- ❖ Définir les éditions que l'on souhaite réaliser
- ❖ Niveau de complexité de l'environnement industriel: simple ou multi-site, un ou plusieurs magasins, etc.
- ❖ Mise en réseau souhaitée (SQL, SAP, etc.)
- Définir le budget à allouer (hard –matériel- et soft –logiciel-, formation, maintenance)
- Définir le temps alloué à la mise en place (installation, formation, soutien extérieur)
- Définir le préventif à suivre (plan de maintenance)
- Définir le suivi Magasin à réaliser
- Définir les documents (et leurs contenus) utiles au déroulement du processus de maintenance (Avis, DT, AT, etc.), y compris sécurité .
- Recenser les outils en place (GMAO existante, saisie papier ou Excel des interventions), définir s'il faut les exploiter
- Définir le suivi informatique pour la bonne exploitation du logiciel (mise en place, maintenance hard et soft)
- Définir les moyens de sauvegarde et d'archivage

2.2- Choix du logiciel

- Développement spécifique ou achat d'un logiciel
- Orientation vers un logiciel ou un ensemble de logiciels (GMAO, graissage, gestion stock) avec les interfaces nécessaires
- Choisir un prestataire de services informatiques si pas de compétences informatiques en interne

2.3 - Mise en place

- Installation hard et soft
- Essais

2.4- Formation du personnel

Les formations à prendre en compte sont les suivantes :

- Formation générale à l'informatique (système d'exploitation Windows par exemple)
- Formation spécifique au logiciel
- Remise d'un cours à chaque personne
- Veiller à ce que les personnes exploitent leurs nouvelles connaissances très rapidement après la formation, prévoir période d'accompagnement



2.5 - Utilisation / Exploitation de la GMAO

Au préalable:

Saisie de l'inventaire COMPLET du matériel

Utilisation de la GMAO:

Saisie des Demandes d'Intervention et des Ordres de Travaux

- Saisie des comptes rendus d'intervention et clôture
- Saisie des alarmes pour les interventions préventives
- Autres saisies
- Réalisation / éditions des statistiques (indicateurs, Pareto, etc.)
- Archivages/sauvegardes

Ayant pris connaissance de ce que c'est que la GMAO et les différentes phases de la conception, nous allons présenter le logiciel **FloMaint** que nous avons développé au cours de notre stage.

3-Présentation du Logiciel FloMaint

FloMaint (Floquet Maintenance) est un logiciel conçu pour répondre aux besoins spécifiques du service maintenance. Il découle de quatre mois de stage. Durant cette période nous avons essayé de cerner les besoins les plus pressants du service maintenance afin de faciliter leur résolution informatique à travers un progiciel.

3.1 Fonctionnalité de FloMaint :

FloMaint nous offre une panoplie de fonctionnalités :

- **Gestion des interventions de maintenance :**

Dans cette partie FloMaint permet d'enregistrer le rapport d'intervention. Grâce à cet enregistrement nous pourrions recueillir dans la base les données nécessaires aux calculs de certains indicateurs.

- **Gestion des pièces de rechange :**

Ici le logiciel Gère l'ensemble des PDR, permet de contrôler les stocks et nous prévient quand le stock alerte est atteint.

- **La suivie des pannes à travers les historiques :**

Grâce à l'enregistrement des interventions dans la base de données, le logiciel permet de disposer des historiques d'intervention pour une éventuelle analyse.

- **La gestion du parc machine :**

A ce niveau on gère l'ensemble des machines. Le logiciel nous permet de définir les fiches signalétiques des machines, leurs emplacements entre autres.

- **Réalisation et édition des statistiques (indicateurs, Pareto...)**

Cette partie est d'une grande importance car nous permettant d'avoir un aperçu concret des enregistrements établis. C'est une résultante de toutes les données enregistrées dans la base.

- **La gestion du personnel**

Ici, on prend en main la gestion de l'ensemble de personnels au sein du service.

- **Gestion des consommations (eau, huile, énergie)**



La production des pistons nécessite la consommation d'eau, d'énergie et d'huile. La gestion de ces derniers permet de connaître leurs coûts sur la fabrication du piston.

3.2 Pilotage de FloMaint

Nous allons expliquer le principe de fonctionnement et d'utilisation du logiciel.

a) Installation de FloMaint

Pour l'installation vous disposez d'un setup qui se présente comme celui qu'on a l'habitude de voir dans la plupart des logiciels. On y verra des étapes simples, faciles à suivre. Cependant pour accéder au logiciel un mot de passe et un nom d'utilisateur vous seront demandés. Ces informations sont à la possession de la société.

b) Pilotage



En cliquant sur l'icône de démarrage créée à la suite de l'installation on accède à la fenêtre de démarrage suivante.

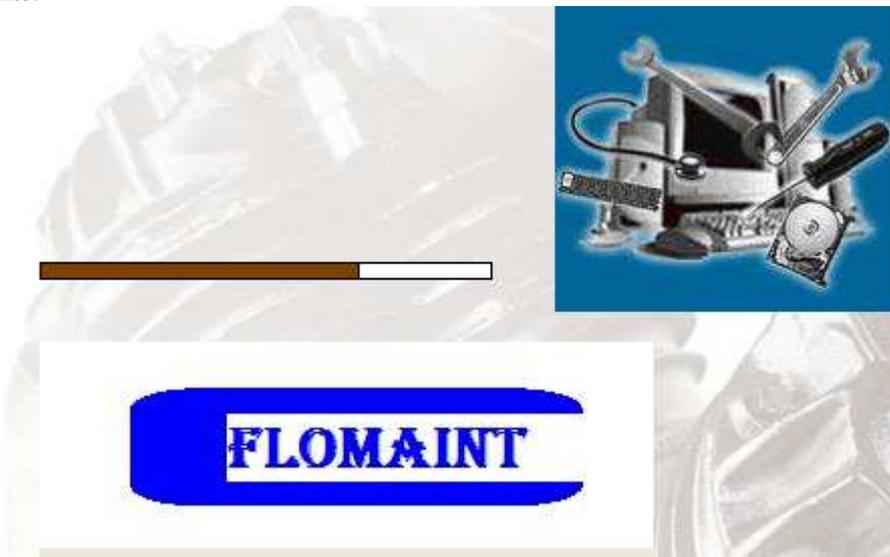


Figure16 : Fenêtre de chargement

Une fois le chargement terminé, la fenêtre d'identification s'affiche et demande à l'utilisateur d'entrer son nom d'utilisateur ainsi que son mot de passe.



FloMaint : Indentifiez vous svp

Nom d'Utilisateur

Mot de Passe

Valider Annuler

Figure17: Fenêtre d'identification

Pour une bonne utilisation de FloMaint nous avons conçu une fenêtre principale simple et facile à utiliser. Cette interface nous permet d'accéder à tous les formulaires et de faire des recherches grâce aux fenêtres de recherche:

Fichier Machine Personnel Maintenance Coût de maintenance Recherche ?

Gestion de la Maintenance

mai 2011

lun.	mar.	mer.	jeu.	ven.	sam.	dim.
25	26	27	28	29	30	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	1	2	3	4	5

Aujourd'hui: 18/05/2011

10 : 20 : 11

Formulaire :

Employé Machine Pièce de rechange Rapport d'Intervention consommation Huile Historique des Pannes

Consommation Eau consommation Energie Coût Maintenance Fiche de la société Fournisseur Disponibilité

Floquet Monopole

Figure18 : Fenêtre principale :

b-1) Suivre des Machines et du Personnel :

Pour se faire nous disposons de quatre formulaires :

❖ Employé

On peut accéder à ce formulaire en cliquant directement sur le bouton employé du formulaire principal ou en allant sur le menu Personnel.



Figure19 : Accès au formulaire employé

Ainsi on accède au formulaire employé qui permet de gérer toutes les informations relatives à un employé. Il permet d'enregistrer, de supprimer, de modifier et de consulter les données attribuées à un employé.



Figure 20 : Interface de gestion employé

Un ensemble de boutons nous permet de gérer cette interface :

Pour l'accès au dernier enregistrement



Pour l'accès au dernier enregistrement

Aller à la machine précédente



Aller à la machine suivante

Notons que ces boutons jouent le même rôle au niveau de tous les formulaires.

Pour ajouter un employé on appuie sur le bouton ajouter en premier temps  ensuite on commence la saisie des données.

Une fois les données remplies, on peut effectuer l'enregistrement par le bouton enregistrer :

Si l'enregistrement est bien effectué un message box s'ouvre et nous confirme la sauvegarde des données :



Figure21 : Message ajout employé

On peut aussi modifier les données relatives à notre employé en faisant d'abord un clic sur le bouton modifier . Une fois que les modifications effectuées on peut faire la sauvegarde en appuyant sur le bouton enregistrer-modifier qui s'est au par avant substitué au bouton enregistrer. Ces deux boutons on la même texture.



Figure22 : Message modification employé

Pour faciliter la consultation de la base de données, un formulaire recherche a été mis en place. On peut y accéder en faisant un simple clic sur l'icône « rechercher » :

Le Formulaire de recherche propre aux employés s'ouvre :

Figure23 : Formulaire recherche employé

On pourra ainsi faire une recherche par nom, prénom ou fonction.

Si l'employé correspondant se trouve dans la base, les informations qui le concernent seront affichées sur le formulaire Employé.



Un employé peut être supprimé de la base grâce au bouton « supprimer »
On vous demandera alors de confirmer la suppression de l'employé.

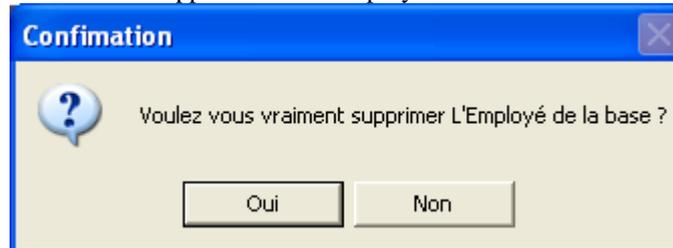


Figure24 : Formulaire demande de confirmation suppression

Si vous décidez de supprimer l'employé, ce dernier sera effacé de la définitivement de la base :

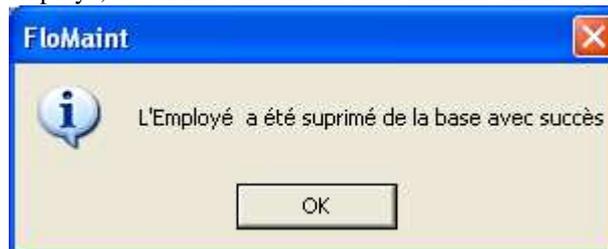


Figure25: Formulaire confirmation suppression

On peut aussi quitter l'application par le bouton « quitter »  ou simplement retourner à la fenêtre principale par le bouton « menu principal » 

❖ **Machine:**

Une machine est décrite par un code, un nom, une fiche signalétique, un emplacement, une date d'acquisition et une date de mise en service.



Figure 26 : Accès Formulaire Machine

L'interface machine sert à gérer toutes les données relatives aux machines de manière identique au formulaire employé. Voici un exemple d'enregistrement d'une machine :



Liste des Machines

Nom Date d'acquisition

Code Date de mise en service

Fiche signalétique

Cincinnati Machine Birmingham England Serial N° 7069 F00 K00053	Emplacement	LigneTU
Année de fabrication 2004 Immatriculation 7069 F00 K00053		

Figure

27 : Interface de gestion Machine

Pour ajouter une machine on appuie sur le bouton ajouter et l'icône «enregistrer» devient visible.

Si on veut cependant modifier les données d'une machine, on clique sur le bouton « modifier » et l'icône « enregistrer-modifier» apparait.

On peut faire la recherche par machine grâce au formulaire associé :

Chercher Machine

choisir un critère de recherche :

Entrer du Texte

Figure 28 : Interface Recherche Machine

La recherche pourra se faire par nom de machine ou par code de Machine.

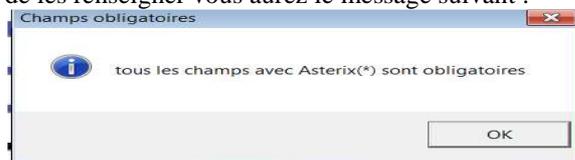
❖ Fournisseur :



Le logiciel FloMaint permet de gérer les fournisseurs de l'entreprise. Peut se faire, à partir du menu principal présenté précédemment (fig), en cliquant sur **Fournisseur** ou à partir de la barre de menu, dans le menu personnel en choisissant fournisseur. On accède au formulaire ci-dessous :

figure 29 Formulaire de gestion des fournisseurs

Ici, on peut enregistrer un nouveau fournisseur en entrant ces données après avoir cliqué sur le bouton **Ajouter** car au démarrage de ce formulaire, vous disposez les données du dernier enregistré effectué. Il est possible de modifier les données d'un fournisseur existant à l'aide de la commande **modifier**, supprimer ce dernier grâce au bouton **Supprimer**, rechercher un fournisseur à l'aide du bouton **chercher** qui ouvre la fenêtre de recherche donnant la possibilité de retrouver un enregistrement. Le bouton **quitter** permet d'arrêter l'application directement à partir de ce formulaire tandis que la commande **menu principal** permet de retourner au menu de démarrage pour un choix éventuel d'un autre formulaire. Il est à noter que lors de l'enregistrement d'un nouveau formulaire les données en Astérix sont obligatoires, à défaut de les renseigner vous aurez le message suivant :



❖ Pièces de Rechange :

Ce formulaire est d'une très grande importance, car permettant de gérer les PDR ainsi que leurs stocks. Comme dans les autres formulaires on peut ajouter de nouveaux PDR, modifier les quantités stockées et en plus déclencher un message d'alerte lorsque la quantité atteint le stock alerte :



Liste des PDR

Désignation	<input type="text" value="Module de variation"/>	Fournisseur	<input type="text" value="Ftah"/>
Référence	<input type="text" value="67YHGG"/>	Code	<input type="text" value="02 020 087"/>
Marque	<input type="text" value="Renault"/>	Machine	<input type="text" value="0P20"/>
Type	<input type="text" value="Armoire électrique"/>		
Quantité en Stock	<input type="text" value="0"/>		
Stock Minimum	<input type="text" value="0"/>		
Stock Alerte	<input type="text" value="0"/>		
Prix	<input type="text" value="0"/>		

Vous avez atteint le stock. Alerte

Premier
Enregistrement

Précédent

Suivant

Dernier
Enregistrement

Quitter

Menu Principal

Enregistrer

Supprimer

Modifier

Chercher

Ajouter

Annuler

Figure 30 : Interface de gestion des PDR

b-2) Gestion des consommations :

Dans cette partie, on gère les consommations d'eau, d'énergie et d'huile qui entrent dans la fabrication des pistons car ils seront d'une grande utilité dans le calcul de coût de production.

❖ Consommation d'eau :

Ce formulaire permet de chiffrer la consommation en eau en litre par pièce ainsi que le coût en DH par pièce.



Figure 31 : Interface de gestion de consommation d'eau

Connaissant le prix en litre, le formulaire vous demande d'introduire la production de pièce par mois et la consommation d'eau du mois.

La case consommation sera générée automatiquement par la formule suivante :

$$\text{Cons_Pièce} = \text{Consommation} / \text{Production}$$

Le champ DH/Pièce est donné par :

Voici l'exemple de consommation

Sur cet exemple on peut lire le message

l'optimale on aura dans ce cas un message en rouge

$$\text{Cons_Pièce} * \text{Prix_Litre}$$

male. Si il ya un dépassement de nous indiquant l'excès.



A l'aide du bouton , on peut consulter l'historique des consommations.

Ce dernier formulaire offre la possibilité d'imprimer sur une feuille Excel l'historique en faisant un clic sur le bouton **Imprimer**.

❖ Consommation d'énergie :

Le principe de fonctionnement et de calcul reste le même que pour le formulaire consommation d'eau

❖ Consommation d'huile :

Ce formulaire répond au même principe, sauf que dans ce cas il faut choisir le type d'huile. Cela permet de générer le prix du litre ainsi que la consommation moyenne.



figure 32 : Formulaire de consommation d'huile

b-3) Statistique et Calcul des coûts :

❖ Coût de Maintenance:

Le calcul des coûts de maintenance dans cette partie prend seulement en considération les coûts :

✓ **Les coûts relatifs aux pièces de rechange :**

Pour avoir ces informations le programme parcourt la table intervention et répertorie les pièces de rechange utilisées lors de l'intervention et leur associe les prix.

✓ **Les coûts relatifs à la main d'œuvre :**

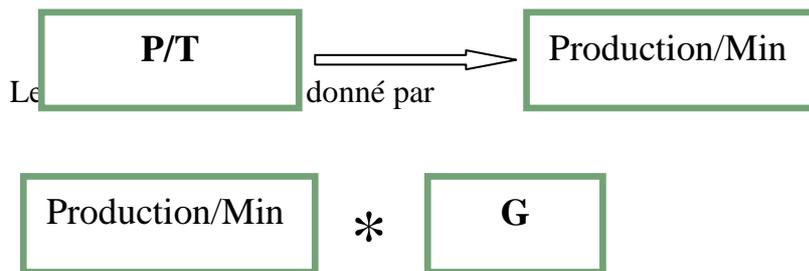
Rappelons que chaque employé est caractérisé entre autres par son salaire, et le nombre d'heure de travail par mois. Cela nous permet d'avoir son salaire par heure.

La durée de l'intervention permet donc de connaître le coût de la main d'œuvre.

✓ **Les coûts d'indisponibilité :**

a) La première chose à déterminer est le Gain de chaque produit en minute :

Si durant un temps T, on produit P pièce et le pour chaque pièce on gagne un gain G



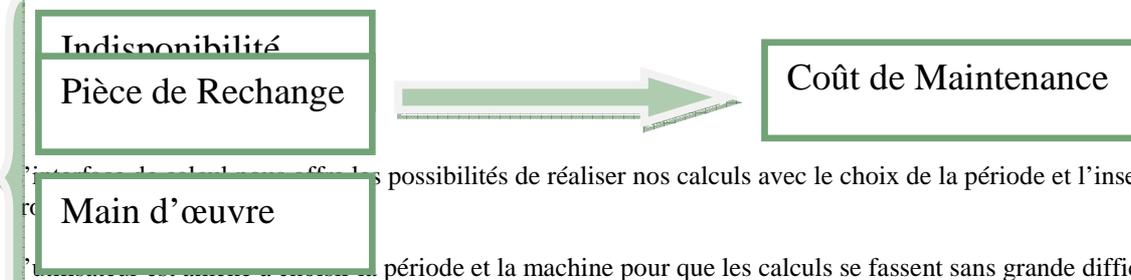
Remarque : pour la machine OP20, on divise le tout par 3, parce qu'on a la somme de la production de 3 machines OP20 qui produisent la même quantité que les autres machines.

Ensuite il faut déterminer le temps d'arrêt en minute selon la date choisi :



Ce travail sera effectué par FloMaint en se collectant les données au niveau de la base et plus précisément dans la table intervention. Il fera la somme et la conversion en minute.
 Il ne lui restera qu'à faire le produit pour avoir le coût d'indisponibilité.

Le **Coût de Maintenance** = **Indisponibilité** * **Gain/Pièce** * **Temps d'arrêt**



possibilités de réaliser nos calculs avec le choix de la période et l'insertion de la période et la machine pour que les calculs se fassent sans grande difficulté.

Coût de Maintenance

Machine : OP40 | **Période choisie:** Mois | 2007

Code Machine : 141007

Production (Min) : 1,188 | **Indisponibilité** : 229781,25 DH

Gain (Min) : 35,625

Arrêt en Min : 6450 | **Main d'œuvre** : 0 DH

Date	Durée	Employé	Salaire(Min)	Coût
09/01/2007	1500	Haguitou	0	
16/06/2007	120	Haguitou	0	
19/06/2007	45	Haguitou	0	
20/06/2007	20	Haguitou	0	
06/07/2007	15	Haguitou	0	

Date	PDR	Coût
09/01/2007	Servomoteur	40000
16/06/2007		0
19/06/2007		0
20/06/2007		0
06/07/2007		0

Coût de Maintenance : 269 941,00 DH

Buttons: Enregistrement Annuel, Historique Annuel, Menu Principal, Quitter

Figure 33 : Coût de maintenance OP40 année 2007

On peut remarquer que le coût de la main d'œuvre est nul ; cela est dû au fait que les employés qui sont intervenus n'ont pas leurs salaires enregistrés dans la base.

Après enregistrement du coût de maintenance on peut consulter l'historique des coûts. Dans cette partie l'utilisateur peut voir les graphes d'évolution des coûts par mois ou par an.

En même temps il peut consulter les Pareto de ces coûts avec les pourcentages et les pourcentages cumulés.



Figure 34 : Historique coûts de maintenance annuel

Le choix de l'année génère automatiquement le graphe des coûts de maintenance sur les 12 mois ainsi que la liste des coûts de maintenance. Un critère de choix est offert pour le tri et pour la machine.

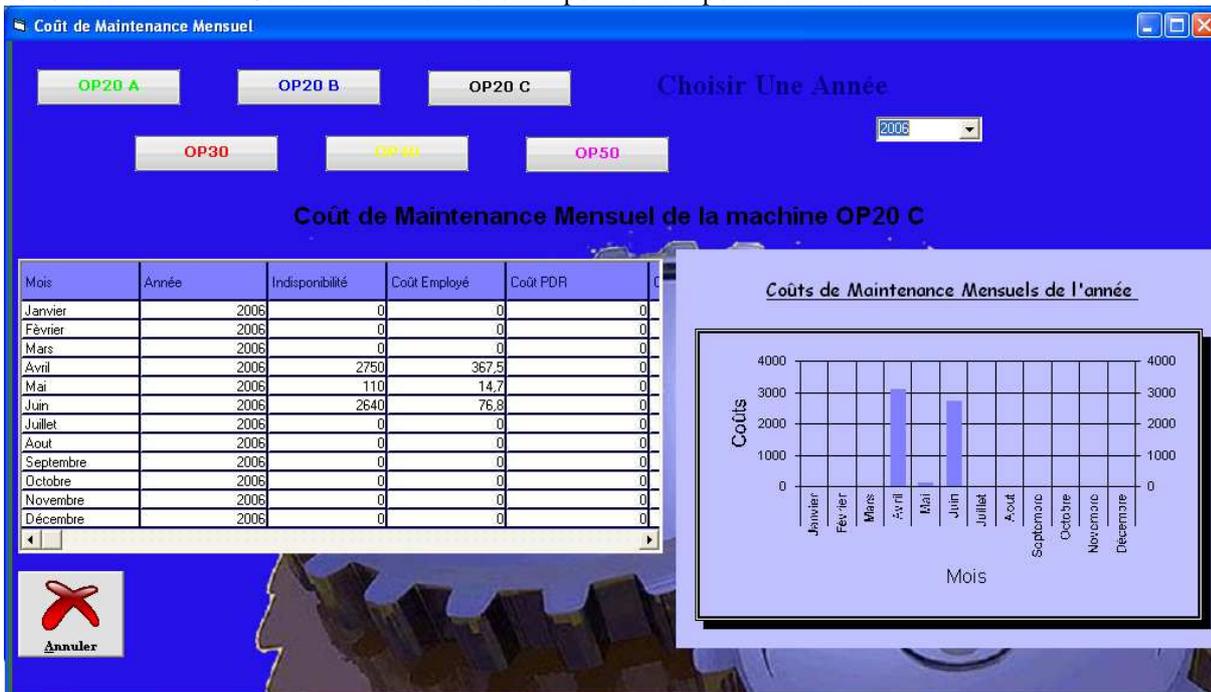


Figure 35 : Historique coût de maintenance mensuel OP20C année 2006

De la même façon, on peut consulter les historiques annuels et avoir une idée sur l'évolution des coûts de maintenance sur plusieurs années suivant la machine choisie.



Figure 36 : Coût de maintenance annuel de l'OP30



Un Cliquez sur le bouton permet de visualiser le PARETO des machines sur toute leur période de mise en service.

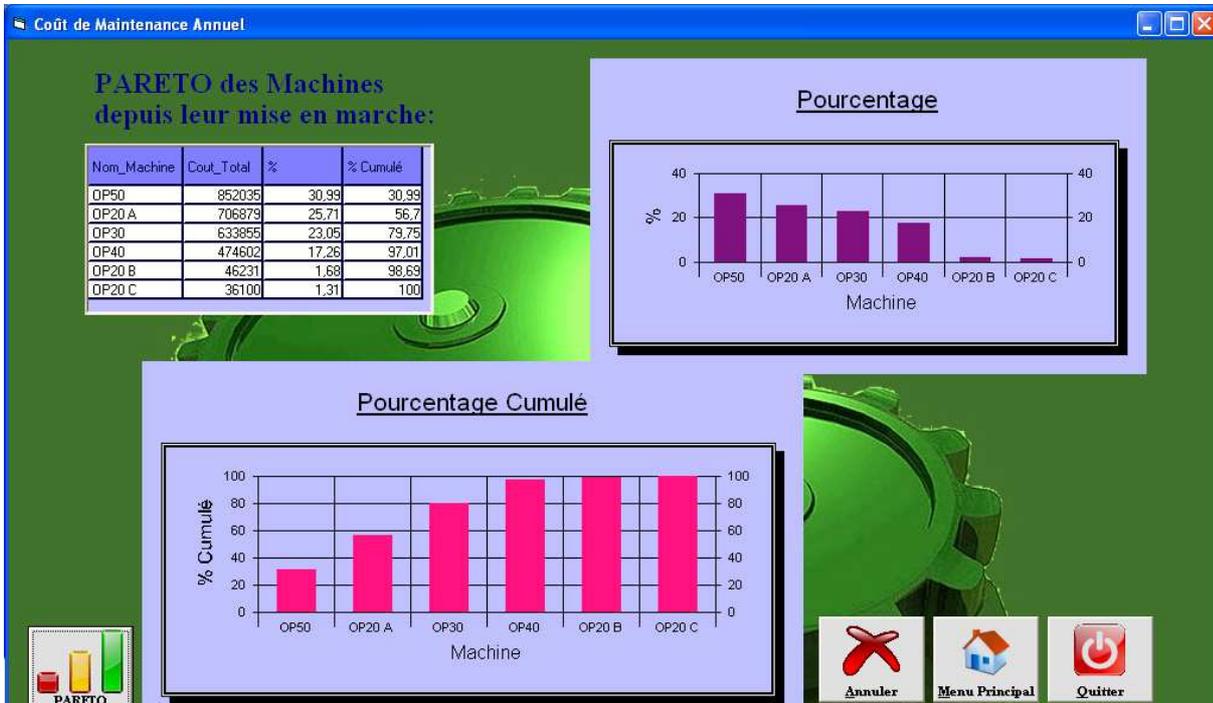


Figure 37 : PARETO des machines

❖ **Disponibilité :**

A partir du menu Machine de la barre de menus on choisit le sous menu disponibilité ou en cliquant sur le bouton disponibilité du menu principal on accède au formulaire ci-dessous.

Figure 38 : Disponibilité des machines

Il permet de calculer le MTBF, MTTR et le TRS et de déterminer la disponibilité d'une machine dans une période d'un mois. Pour calculer la disponibilité de la machine et les indicateurs précités, il faut choisir la date, la machine concernée ensuite entrer le nombre d'arrêt par Mois, le nombre d'arrêt en minute, la production de pièces du mois et le pourcentage de rebut. En cliquant sur calculer, FloMaint affiche le MTTR, MTBF, le TRS et la disponibilité. Rappelons que :

$$MTBF = \frac{\text{Temps de Marche}}{\text{Nombre d'Arrêt}}$$

$$MTTR = \frac{\text{Temps d'Arrêt}}{\text{Nombre d'Arrêt}}$$

Avec **Temps de marche = temps d'ouverture - Temps d'arrêt**

Finalement :

$$TRS = \frac{\text{Temps Utile}}{\text{Temps d'Ouverture}}$$

$$\text{Disponibilité} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Définition des indicateurs :

La **disponibilité** d'un équipement ou d'un système est une mesure de performance qu'on obtient en divisant la durée durant lequel le dit équipement ou système est opérationnel par la durée totale durant laquelle on aurait souhaité qu'il le soit. On exprime classiquement ce ratio sous forme de pourcentage

Le **TRS** : taux de rendement synthétique est un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation de machines. Il décompose et met en évidence les pertes de production en différentes catégories sur lesquelles un plan d'action est mis en place.



Le **MTTR** : Mean Time To Repair (temps moyen jusqu'à la réparation) est le temps moyen de réparation.
Le **MTBF** : Mean Time Between Failures, temps moyen entre (deux départs de) pannes est le temps moyen entre pannes.

Sur cette interface, FloMaint donne la possibilité de consulter l'historique des disponibilités des équipements.

❖ **Rapport d'Interventions** :

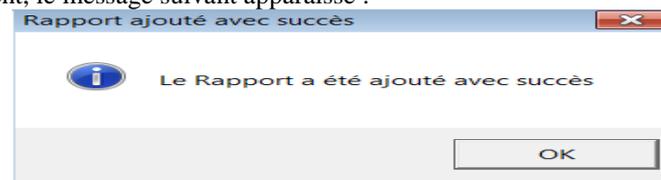
On attend par intervention toute action de maintenance quel que soit le type effectué sur un équipement. Par le biais de FloMaint, il est possible d'enregistrer avec détail toutes les actions de maintenance. Ce formulaire est accessible depuis le menu principal de notre application en cliquant sur la commande, **Rapport d'intervention**, ou en choisissant dans la barre des menus, le menu Maintenance et un simple clic sur le sous menu rapport d'intervention. Une fois le formulaire rempli, il est possible de le sauvegarder dans la base de données pour garder la traçabilité afin de permettre d'éventuelle analyse de maintenance.

Rapport d'intervention

Machine: OP40
Code: 141007
Nature de Panne: Électrique
Intervenant: Groupe Maintenance
Date de debut: 20/05/2011
Date de Fin: 20/05/2011
Durée d'Intervention: 0 Mois, 0 Jours, 45 Heures, 0 Minutes
Rapport: Nettoyage de l'amoir électrique de la fonderie.
Autres Produits utilisés: R.A.S.
Heure d'attente Composant: 00:00:00
Date/Heure de mise à disposition conforme à la fabrication: 20/05/2011 A 10:22:34
Responsable Maintenance: Mr Seid
Responsable Production: directeur Production

Figure 39 : Formulaire de rapport d'intervention

Après enregistrement, le message suivant apparait :





Conclusion Générale:

Tout au long de la période de notre stage, nous avons eu à découvrir le fonctionnement de la société Floquet Monopole en particulier le service maintenance.

Nous nous sommes familiarisés avec le monde professionnel et le travail en équipe. Par le biais du projet qui nous a été confié, Nous avons appris à développer des aptitudes à résoudre des problèmes techniques qui pourront se poser à un ingénieur en génie industriel.

En effet, Nous avons comme mission de proposer une optimisation du plan de maintenance et la réalisation d'un progiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

Au terme de ce stage nous avons pu proposer un plan d'optimisation par l'utilisation des outils parmi lesquels on peut citer la matrice multicritère, l'analyse Pareto, l'AMDEC entre autres. Nous avons réalisé un progiciel de gestion de la maintenance « FloMaint » qui est actuellement implanté l'entreprise. Cette GMAO apparaît dans la société comme un outil d'aide à la décision.

Vu que la maintenance et la production sont étroitement liées et que certaines données utilisées dans notre application proviennent de la production, comme perspective à venir, Il serait préférable vu que la société dispose déjà d'un progiciel de gestion de la production assistée par ordinateur, de relier ce dernier avec la GMAO dans le but de mieux coordonner les deux services.



Bibliographie

- Boucly, Francis (2008), Le management de Maintenance: Evolution et Mutation, AFNOR.
Brachet Dominique et Thibault François (2008), Indicateurs de maintenance : des outils à la mesure d'une fonction, CETIM.
Monchy (2003), Maintenance : Méthode et Organisation, Dunod
J. Faucher (2009), Pratique AMDEC, 2^{ème} Edition Dunod
Greg Perry, le Programmeur: Microsoft Visual Basic 6.0, PEARSON EDUCATION
Patrice Lamarche, Antoine Griffard et Mauricio Diaz Orlich, Le Guide du Codeur, Visual basic 2005, 1^{ère} Edition

Webographie

- www.vbfrance.com
www.developpez.com
www.technologuepro.com
www.afim.asso.fr
www.commentcamarche.com



Liste des figures

Figure 1 : organigramme de Floquet Monopole.....	7
Figure 2 : Schéma descriptif du piston.....	11
Figure 3 : Schéma descriptif du piston en croquis.....	12
Figure 4 : cascade d'optimisation.....	20
Figure 5 : Analyse Pareto.....	21
Figure 6 : Matrice Multicritère.....	23
Figure 7 : Diagramme Cause à effet.....	24
Figure 8 : Cascade des Pourquoi.....	24
Figure 9: Roue de Darling.....	25
Figure 10: Diagramme de Pareto de la ligne TU1.....	27
Figure 11 : Décomposition de l'OP30.....	28
Figure 12 : Diagramme des causes à effet du mauvais positionnement du magasin.....	34
Figure 13 : schémas de la zone du magasin.....	35
Figure 14: Cascade d'optimisation OP30	36
Figure 15: interface Visual basic studio 6.....	44
Figure 16 : Fenêtre de chargement.....	49
Figure 17 : Fenêtre d'identification.....	50
Figure 18: Fenêtre principale	50
Figure 19 : Accès au formulaire employé	51
Figure 20 : Interface de gestion employée.....	51
Figure 21 : Message ajout employé.....	52
Figure 22 : Message modification employé.....	52
Figure 23 : Formulaire recherche employé	53
Figure 24 : Formulaire demande de confirmation suppression	53
Figure 25 : Formulaire confirmation suppression)	54
Figure 26 : Accès Formulaire Machine.....	54
Figure 27 : Interface de gestion Machine.....	55
Figure 28 : Interface Recherche Machine.....	55
Figure 29 : Formulaire de gestion des fournisseurs.....	56
Figure 30 : Interface de gestion des PDR.....	57
Figure 31 : Interface de gestion consommation d'eau.....	58
Figure 32 : Formulaire de consommation d'huile.....	59
Figure 33 : Coût de maintenance OP40 année 2007.....	61
Figure 34 : Historique coûts de maintenance annuel.....	61
Figure 35 : Historique coût de maintenance mensuel OP20C année 2006.....	62
Figure 36 : Historique coûts de maintenance annuel OP30	62
Figure 37 : Pareto des machines	63
Figure 38 : Disponibilité des machines.....	63
Figure 39 : Rapport d'intervention.....	65



Liste des tableaux

Tableau 1 : fiche signalétique de la société.....	6
Tableau 2 : Codes des postes et description.....	10
Tableau 3 : regroupement de pannes par machines.....	26
Tableau 4: calcul de temps d'intervention en pourcentage cumulé.....	26
Tableau 5: Historique des pannes de l'OP30.....	30
Tableau 6 : Répartition des pannes par type)	30
Tableau 7: Répartitions des pannes mécaniques.....	31
Tableau 8: coefficients des durées d'intervention des pannes mécanique.....	31
Tableau 9 : AMDEC de l'OP30.....	33
Tableau 10: Matrice multicritère.....	34
Tableau 11 : Codification des PDR.....	39



ANNEXE :



Image de la machine OP30

Remerciements

Nous rendons grâce à Dieu pour sa bénédiction tout au long de notre parcours universitaire jusqu'à l'aboutissement de ce travail de fin d'études.

Nous présentons nos sincères remerciements à Monsieur le professeur **Mohammed EL HAMMOUMI**, notre directeur de mémoires pour la qualité de son encadrement par sa disponibilité et ses conseils qui nous ont permis de cerner et concrétiser notre projet de fin d'études.

Nous remercions le professeur Mohammed CHERKANI et le Professeur RJEB d'avoir accepté d'examiner ce travail.



Nous ne pouvons ignorer les enseignements de tous nos professeurs durant notre cycle de Master science technique génie industriel de la Faculté de Sciences et Technique de Fès, nous leurs présentons nos profondes gratitude.

Nous remercions Monsieur **Abderrahman LARAQUI**, directeur générale de la société Floquet Monopole qui nous a donné l'opportunité d'effectuer notre stage au sein de son entreprise. Nous témoignons notre profonde gratitude à Monsieur **Saïd HAGUITOU** et **YOUNESS**, respectivement Chef de service Maintenance et responsable de Maintenance pour leurs aide et contribution dans la réalisation de notre projet ainsi qu'à l'ensemble du personnel pour leurs accueil et collaborations.



DÉDICACES :

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à Mon père
Dominique GUEREMATCHI et son Épouse
GUEREMATCHI née YABANGA IRENE JANNE
pour leurs soutiens Moraux et financiers.*

Que Dieu les préserve.

*À ma mère, feu YAMADENGA MADELEINE que
Dieu l'accueille dans sa lumière auprès de Lui et
que tu sois fière de moi là où tu es Maman.*

À mes proches et chers amis.

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à ma mère
Ami Ngome, à ma tante Awa Fall, à mon père
Ismaila Sarr ainsi que toute la famille Sarr.*

Que Dieu les préserve.

*Je ne peux oublier tous mes amis et toutes les
personnes qui de prêt ou de loin ont contribué à
l'aboutissement de mon parcours universitaire.*