

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA**



جامعة باجى مختار عنابة

**FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE**

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

INTITULE

**LES MOEYNS ORGANISATIONNELS ET LOGISTIQUE D'UN
SERVICE DE MAINTENANCE**

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUE.

FILIERE : GENIE MECANIQUE

**SPECIALITE : MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE
MECANIQUE.**

PRESENTE PAR :

ABES AMIR

DIRECTEUR DU MEMOIRE : MR. KALLOUCHE ABD ELKADER.

DEVANT LE JURY:

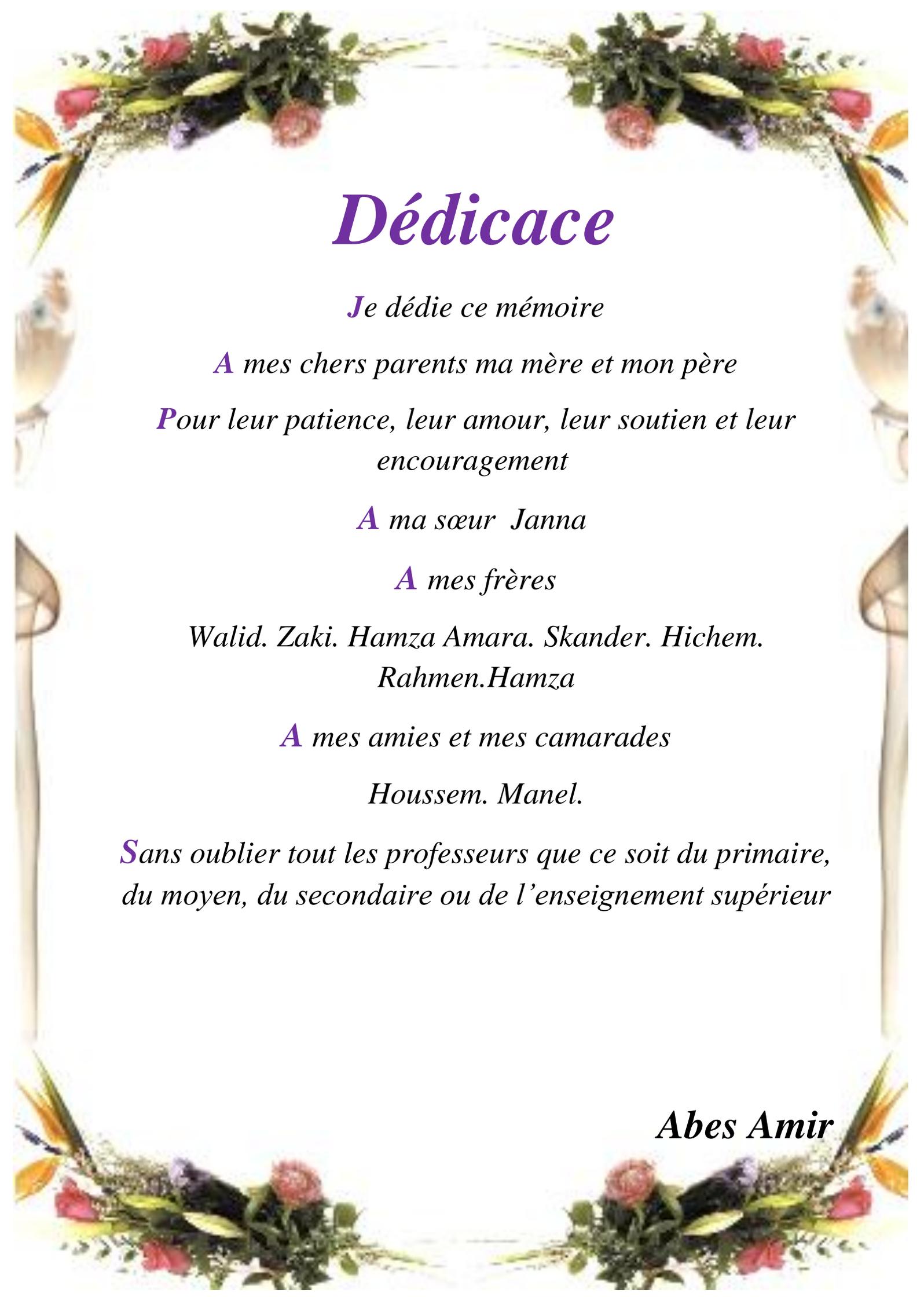
PRESIDENT: Dr. LAGRED AHMED.

EXAMINATEURS: Pr. ZEGHIB NACEREDDINE.

Mr. LAISSAOUI RACHID.

Mr. GOUASMI SACI.

Année : 2015 /2016



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur
encouragement*

A ma sœur Janna

A mes frères

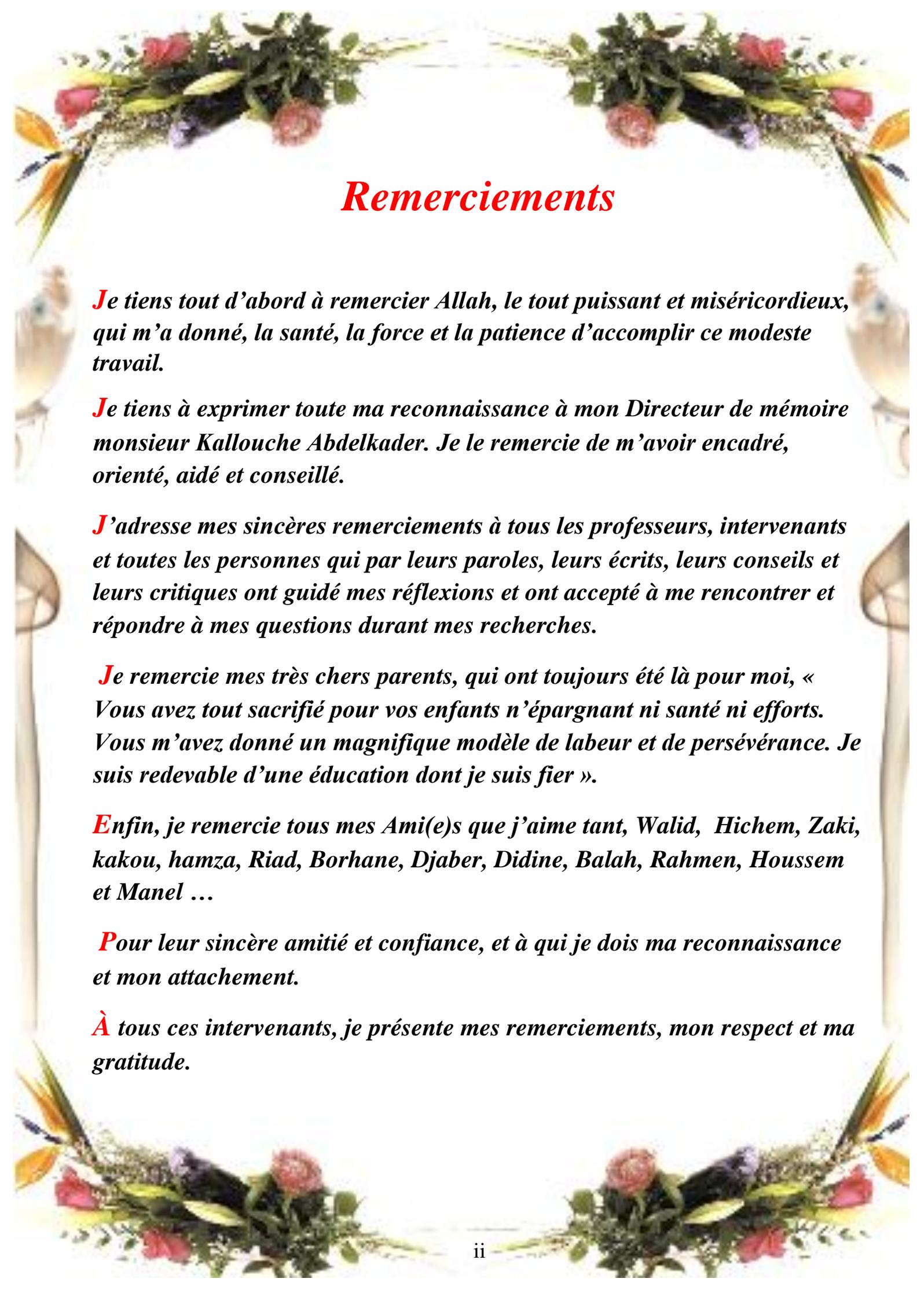
*Walid. Zaki. Hamza Amara. Skander. Hichem.
Rahmen. Hamza*

A mes amies et mes camarades

Houssem. Manel.

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire,
du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur*

Abes Amir



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Allah, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné, la santé, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Directeur de mémoire monsieur Kallouche Abdelkader. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier ».

Enfin, je remercie tous mes Ami(e)s que j'aime tant, Walid, Hichem, Zaki, kakou, hamza, Riad, Borhane, Djaber, Didine, Balah, Rahmen, Housseem et Manel ...

Pour leur sincère amitié et confiance, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

• Dédicace.....	i
• Remerciements.....	ii
• Sommaire.....	iii
• Introduction Général.....	iv

Chapitre I: Présentation de l'entreprise

I. Introduction	1
I.Présentation de l'entreprise MITTAL.....	2
I.1. Situation est surface de complexe.....	2
I.2. Organisation de l'entreprise	3
I.3 Implantation.....	4
I.3.1 Organigramme de l'entreprise	4
I.4 Unité fabrication	5
A. Atelier mécanique, atelier d'usinage	5
I.4.1Organisation de Service d'usinage	6
I.4.2Organisation de service maintenance	7
I.4.3Recensement des machines outils d'atelier usinage	9
I.4.4Comparaison graphique entre les pannes du longue durée et courte durée.....	9
B. Atelier forge	10
I.4.5 Organisation Service forge	10
I.4.6Recensement des machines outils d'atelier forge :.....	12
I.4.7Comparaison graphique entre les pannes du longue durée et courte durée.....	12
C. Atelier caoutchoutage	13
I.4.8Organisation de Service de caoutchoutage	14
I.4.9Recensement des machines outils d'atelier caoutchoutage	15
I.4.10Comparaison graphique entre les pannes du longue durée et courte durée.....	15

E. Atelier de traitement de surface	16
1) Bureau d'études et de conception	16
2) Contrôle qualité	16
3) Centre de formation	16

Chapitre II : Généralité sur la maintenance industrielle

Introduction	17
I.1 Pourquoi s'intéresser à la maintenance industrielle ?.....	18
I.2 La définition de la « MAINTENANCE »	18
I.3 Les principaux enjeux	19
I.4 Les différentes formes de maintenance	19
I.4.1 La maintenance corrective	19
I.4.1.1 Maintenance palliative	20
I.4.1.2 Maintenance curative	20
I.4.2 La maintenance préventive	20
I.4.2.1 La maintenance systématique	20
I.4.2.2 La maintenance conditionnelle	21
I.4.2.3 La maintenance prévisionnelle	21
I.5 La politique de maintenance	22
I.6 Les critères de choix d'une politique de maintenance	23
I.7 Optimisation d'une politique de maintenance	24
I.8 Objectifs de la maintenance	25
I.9 Processus maintenance	25
I.10 Les méthodes de maintenance dites amélioration	27
I.11 Les 5 niveaux de la maintenance	27
I.12 Le plan de maintenance	28
I.12.1 Définition	28

I.12.2 Application pratique.....	28
I.13 Les fonctions de maintenance	30
I.13.1 Fonction Gestion	30
I.13.2 Fonction Méthodes	30
I.13.3 Fonction Ordonnancement.....	31
I.13.4 Fonction de Réalisation	31
Conclusion.....	32
<i>Chapitre III : Ordonnancement des tâches de maintenance</i>	
Introduction.....	33
II.1 Le rôle d'ordonnancement des tâches de maintenance.....	33
II.1.1 mission de l'ordonnancement.....	33
II.1.2 Les fonction d'ordonnancement.....	34
II.1.3 Action d'ordonnancement.....	34
II.1.4 Les cinq niveaux de l'ordonnancement.....	34
II.2 La logistique de maintenance.....	35
II.2.1 Logistique de soutien à la maintenance.....	35
II.3 Politiques d'ordonnancement conjoint de la production et de la maintenance.....	36
II.4 Les méthodes.....	37
II.5 organisation de la fonction de la maintenance.....	37
II.5.1 service de maintenance.....	38
a- La fonction « études et travaux neufs ».....	38
b- La fonction « méthodes et fabrication ».....	38
c- La fonction « achats ».....	38
d- La fonction « financière ».....	38
e- La fonction « gestion des stocks de fournitures et pièces de rechanges ».....	38
f- La fonction « normalisation ».....	39
g- La fonction « gestion des ressources humaines ».....	39
h- La fonction « sécurité ».....	39
II.5.2 documentation relative au matériel.....	39
a- Le dossier technique.....	39

b- Le dossier historique.....	39
c- La fiche historique.....	39
II.5.3 documentation relative aux travaux.....	40
II.6. Les opérations de la maintenance.....	40
II.6.1. Les opérations de maintenance préventive.....	40
II.6.2. Les opérations de maintenance corrective.....	41
II.6.3. Autres activités du service maintenance.....	41
Conclusion.....	42

Chapitre IV : Les Concepts de maintenance.FMD

Introduction.....	43
IV.1. La place de la sûreté de fonctionnement dans la qualité.....	45
IV.2. Rappel.....	46
IV.2.1 La Fiabilité.....	46
IV.2.1.1 Définition.....	46
IV.2.1.2 Les différents types de fiabilité.....	46
IV.2.2 La maintenabilité	46
IV.2.3 La disponibilité	47
IV.2.3.1 Les différents types de disponibilité	47
IV.2.4 Le modèle choisi pour l'étude (Weibull).....	47
IV.2.4.1 Signification des paramètres du modèle de WEIBULL.....	48
IV.2.5 Test de KOLMOGROV – SMIRNOV (K-S).....	49
IV.3 Application du modèle de WEIBULL.....	51
IV.3.1 Calcul des éléments de mesure de la fiabilité.....	54
IV.3.2 Etude du modèle de Weibull.....	55
IV.3.3 Interprétation des courbes.....	56

IV.3.3.1 Fonction de fiabilité R(t).....	56
IV.3.3.2 Taux de défaillance	57
IV.3.3.3 Densité de probabilité	57
IV.3.4 Calcul de la maintenabilité	58
IV.3.5 Calcul de la disponibilité	59
Conclusion	60

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance.

Introduction.....	61
IV.1 Pour quoi une GMAO ?.....	62
IV.2 Création d'une entreprise.....	63
IV.2.1 Les étapes de création une entreprise	64
IV.2.2 Les Résultats.....	65
IV.3 Création des Ateliers.....	66
IV.3.1 Les étapes de création des ateliers.....	67
IV.3.2 Les Résultats.....	68
IV.3.3 Les étapes pour ajouter des équipements.....	69
IV.3.4 Les Résultats.....	70
IV.3.5 Les étapes pour ajouter des organes.....	71
IV.3.6 Les Résultats.....	72
IV.3.7 Les étapes pour Ajouter les Articles	73
IV.3.8 Les Résultats.....	74
IV.4 Intervenant.....	75
IV.5 fournisseur.....	77
IV.6 Budget.....	79
IV.7 Document.....	80

IV.8 Coûts B.T Par C.F.....	81
IV.8.1 Les Résultats.....	82
IV.9 Classement ABC diagnostics.....	83
IV.10 Classement ABC remèdes.....	84
IV.11 Historique d'un équipement.....	85
IV.11.1 Les résultats.....	86
IV.12 Historique d'un organe.....	89
IV.12.1 Les Résultats.....	90
Conclusion.....	91
Conclusion générale.....	92

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I.1 : Vue général du complexe El-Hadjar.....	2
Figure I.2: Organigramme d'Installations et produits du complexe.....	3
Figure I.3 : Organigramme de l'AMM.....	4
Figure I.4 : Plan pour l'atelier d'usinage.....	7
Figure I.5 : Découpage zonal de la FORGE.....	11

Chapitre II :

Figure II.1 : Les différentes formes de maintenance.....	22
Figure II.2 : Diagramme de choix d'une forme de maintenance.....	23
Figure II.3 : Optimisation d'une politique de maintenance.....	24
Figure II.4 : La fonction d'ordonnancement des tâches de maintenance.....	26

Chapitre III :

Figure III.1 : Organisation de la fonction de la maintenance.....	37
---	----

Chapitre IV :

Figure IV.1 : La Sûreté de Fonctionnement (SDF).....	45
Figure III.2. Paramètre de forme.....	48
Figure IV.3. Représentation des TBF sur le papier de Weibull.....	52
Figure IV.4.: La fiabilité $R(t)$ en fonction du temps.....	56
Figure IV.5 : Taux de défaillance.....	57
Figure IV.6 : Densité de probabilité en fonction du temps.....	57
Figure. IV.7: Maintenabilité $M(t)$ en fonction du temps.....	58
Figure. IV.8: Disponibilité en fonction du temps.....	59

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I.1 : recensement de parc machine usinage.....	9
Tableau I.2 : recensement de parc machine forge.....	12
Tableau I.3 : recensement de parc machine caoutchoutage.....	15

Chapitre IV :

Tableau IV.1 : Fonction de répartition.....	51
Tableau IV.2: Ecart entre les fonctions de répartition réelle et théorique.....	53
Tableau IV.3: Tableau des résultats des fonctions de fiabilité, de répartition théorique et réelle, du taux de défaillance et de la densité de probabilité en fonction des TBF.....	55

Introduction général :

Les services de maintenance interviennent pour maintenir ou remettre en état de bon fonctionnement les équipements. De ces deux politiques d'interventions, il découle deux types de tâches de maintenance : les tâches de maintenance préventive et les tâches de maintenance corrective. La principale différence existant entre ces tâches est que les tâches préventives sont connues et que l'on sait quand elles doivent avoir lieu. Les tâches correctives, quant à elles, sont nécessaires suite à des événements imprévisibles et la connaissance que l'on en a dépend d'un diagnostic. Le service de maintenance est composé entre autre, de ressources humaines. Ce sont elles qui réalisent les tâches de maintenance. En général, ces ressources ont toutes les compétences nécessaires pour leurs différentes interventions. En fonction des caractéristiques des tâches et de celles des ressources, l'un des problèmes du manager du service de maintenance sera de trouver, pour chaque tâche, quelle ressource doit la traiter et quand.

Dans le contexte de la maintenance industrielle, certaines approches s'intéressent à l'ordonnement des tâches de maintenance préventive sur des ressources identiques.

Le service de maintenance doit traiter des tâches de maintenance préventives et correctives. Or nous avons pu constater dans la littérature que bien souvent les approches n'intègrent pas les différents types de tâches avec leurs différentes spécificités. Cette problématique n'est pas uniquement liée au contexte de la maintenance mais se retrouve plus généralement l'affectation et l'ordonnement de l'activité d'un service.

Le problème d'ordonnement ne consiste alors plus seulement à prendre en compte les différentes contraintes liées aux tâches lors de la répartition de la charge de travail en fonction des ressources humaines. Celui-ci doit, en plus, considérer les différences de niveau de compétences des ces ressources, et entre les types de tâches à prendre en compte un ensemble de critères ainsi que les incertitudes du contexte. Nous traiterons donc, dans cette approche, d'un problème d'ordonnement de tâches de maintenance. La résolution d'un tel problème d'ordonnement nous conduira donc à trouver la bonne combinaison entre les moyens humains et matériels et la date de traitement pour chacune des tâches, d'une manière étudiée et la plus économique possible.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Introduction :

Ce stage fut pour moi le moyen de découvrir un secteur qui était inconnu à mes yeux.

Mittal est un grand groupe sidérurgique et ses usines sont implantées partout dans le monde. De nombreuses personnes ont travaillé dans ces usines et je devais voir à quoi consistait le travail et réaliser mon but qui était celui de récolter des informations relatives à mon projet de fin d'étude.

Je souhaitais m'introduire dans un secteur où je peux faire des rapprochements avec mes cours. Je voulais avec ce stage découvrir un peu plus cette usine dont on parle énormément dans mon entourage et connaître davantage les richesses de cette entreprise. Ce stage me permettait de voir un peu plus concrètement ce qui nous est enseigné en cycle ingénieur.

Dans mon stage, on m'a affecté à plusieurs services où j'ai eu la chance de rencontrer plusieurs personnes qui m'ont énormément aidé.

Le secteur que j'ai rejoint et dont je suis sous sa responsabilité est celui des AMM
(Ateliers maghrébins de mécanique).

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I. Présentation de l'entreprise MITTAL : [1]

Le complexe sidérurgie d'El-Hadjar représente un facteur économique pour le pays par la diversité de ses unités et ses installations de transformation du minerai de fer. L'entreprise nationale de sidérurgie a été créée en 1964 pour servir l'économie du pays et répondre aux besoins du marché en matière de produits métalliques. La sidérurgie reste la base du développement industriel d'un pays. Elle s'occupe de transformation de matière première et du passage de la fonte vers l'acier. Le complexe sidérurgique principal centre d'activités sidérurgiques en Algérie est responsable de l'ensemble des opérations nécessaires à l'exploitation des ateliers et des installations existantes qui le constituent ; Il s'agit de la production de la fonte et de l'acier sous forme de tôles et de pipes.

I.1. Situation géographique du complexe : [1]

Le complexe sidérurgique est situé à 12km au sud de la ville d'Annaba et occupe une superficie de 800 ha, répartie comme suite: Surface couverte (atelier = 300 ha), Surface de stockage = 300 ha, Surface de service = 200 ha voire [Fig.1]



Figure I.1 : vue général du complexe El-Hadjar

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.2. Organisation de l'entreprise : [2]

L'organigramme ci-dessous représente les différentes installations ainsi que le fruit de leurs productions (en gras) avec les principaux utilisateurs (en couleur rouge)

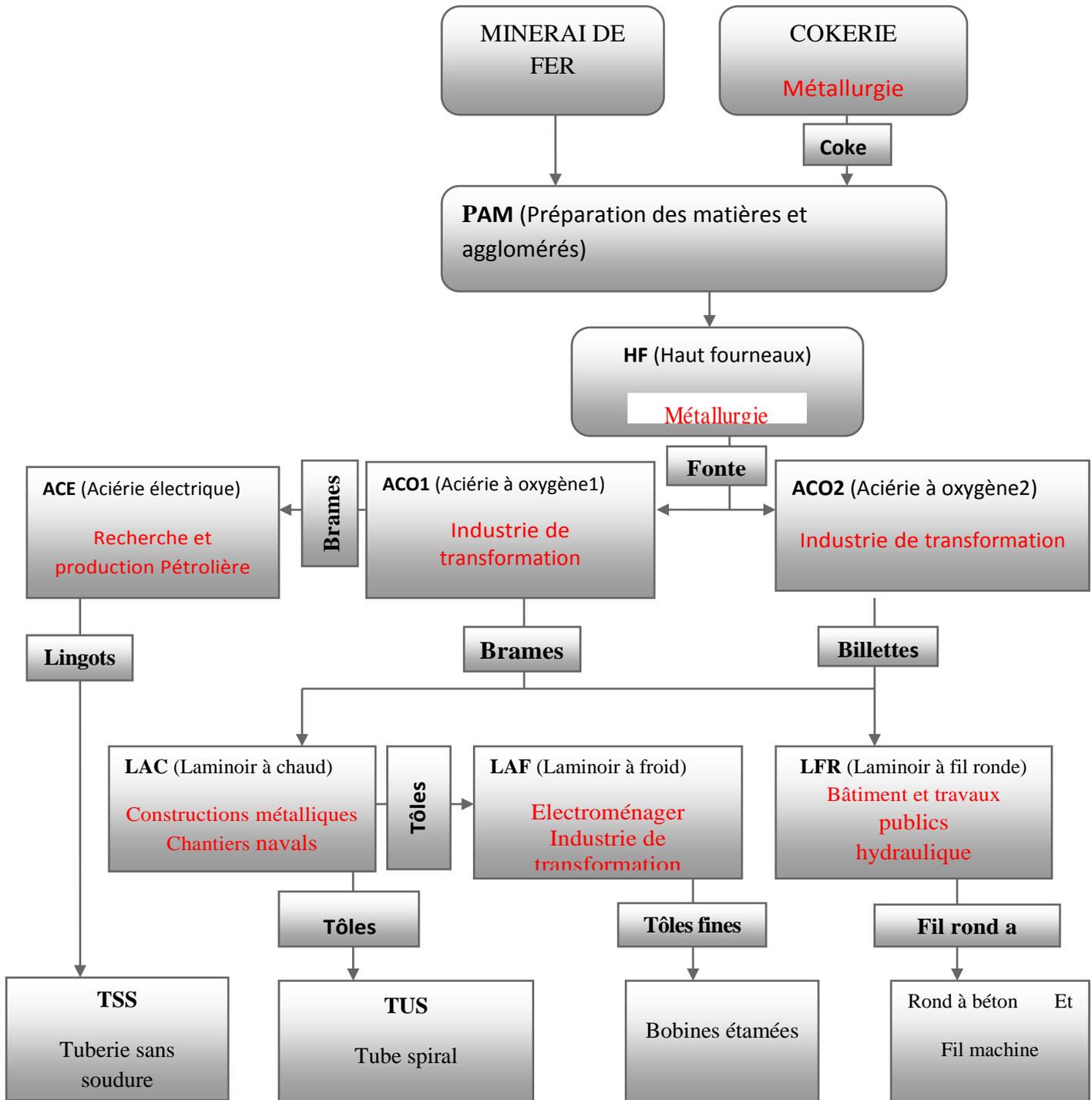


Figure I.2: Organigramme d'installations et produits du complexe

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

ATELIERS DE MAINTENANCE MECANIQUE

OU ATELIERS MAGHREBINS DE MECANIQUE

AMM

I.3 IMPLANTATION : [1]

Ces ateliers sont destinés, aux réparations et maintenance des équipements de l'entreprise, ainsi que les prestations externes .Elle assure la fabrication en pièce unitaire ou en série des pièces mécanique.

I.3.1 Organigramme de l'entreprise : [2]

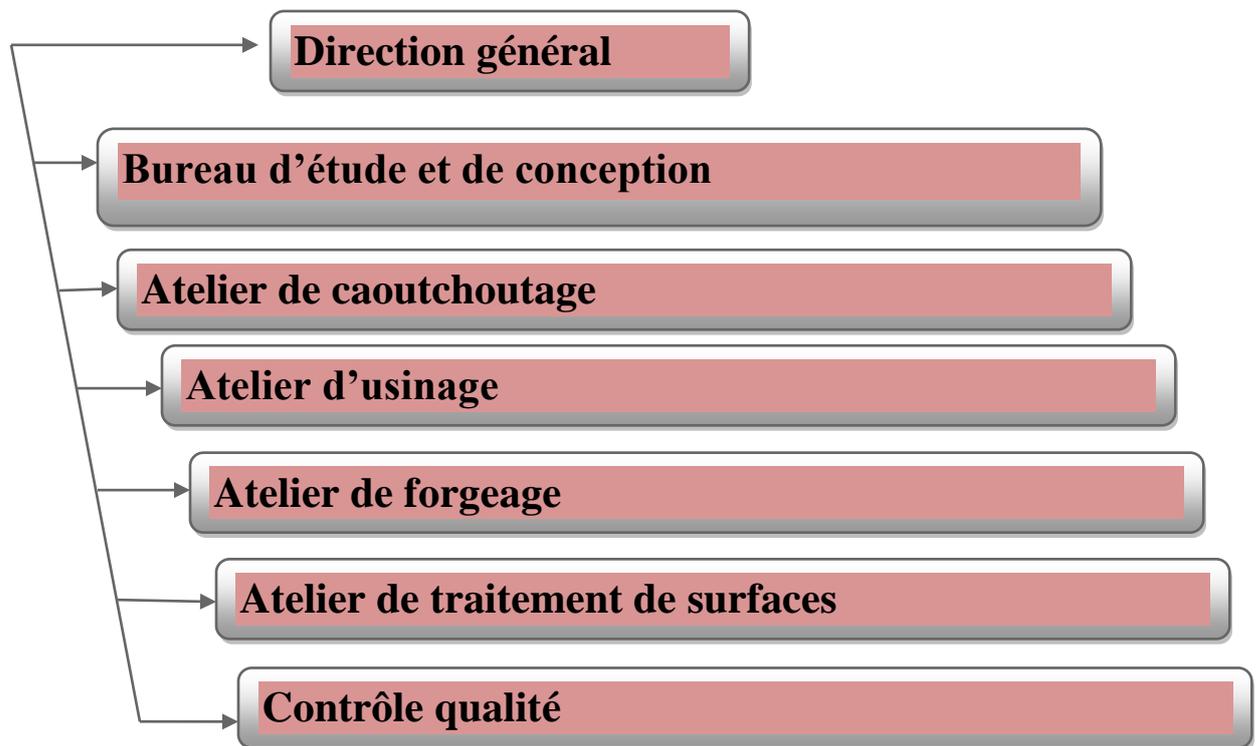


Figure I.3 organigramme de l'AMM

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.4. Unité fabrication : [1]

Située à l'intérieur de l'enceinte du complexe ISPAT/ANNABA, sur un terrain de 360000m² et regroupe un ensemble d'ateliers, de bâtiments logistiques et réseaux divers :

- ❖ **Un atelier mécanique ou usinage (20160M²).**
- ❖ **Un atelier forge (5256M²).**
- ❖ **Un parc a fer.**
- ❖ **Un atelier de caoutchoutage (3240M²).**
- ❖ **Un atelier de traitement de surface.**
- ❖ **Divers bâtiments auxiliaires.**

A. Atelier mécanique, atelier d'usinage :

Equipé de 250 machines toutes spécialité (tournage, fraisage, taillage, rectification, affutage, rechargement, soudage, oxycoupage et traitement thermique)

Conçu pour la réalisation unitaire ou en petites séries de pièces mécaniques à partir d'ébauches de forge, de fonderie et produits laminés.

Equipé d'une centaine de machines outils conventionnelles et à commande numérique destinée à la fabrication et à la rénovation d'équipements mécaniques.

Cet atelier regroupe un ensemble de machines universelles, réparties en :

❖ Quatre secteurs de production :

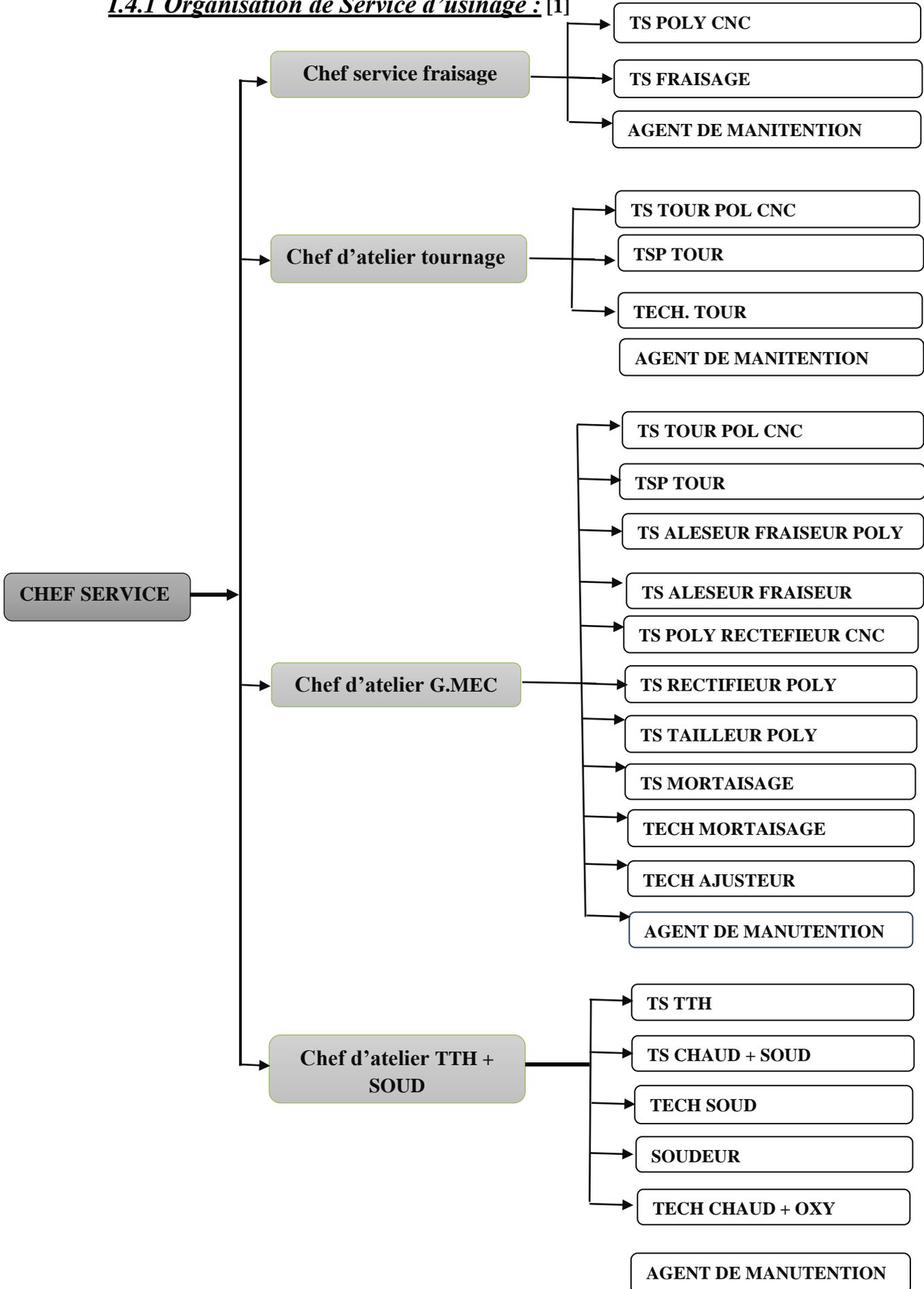
- **Secteur outillage.**
- **Secteur usinage.**
- **Secteur traitement thermique.**
- **Secteur de rechargement et soudure.**

Trois secteurs Annexes :

- **Secteur débitage (centrale de coupe et débit matières).**
- **Secteur contrôle qualité et expédition.**
- **Secteur entretien.**

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.4.1 Organisation de Service d'usinage : [1]



Chapitre I : Présentation de l'entreprise

1.4.2 Organisation de service maintenance : [1]

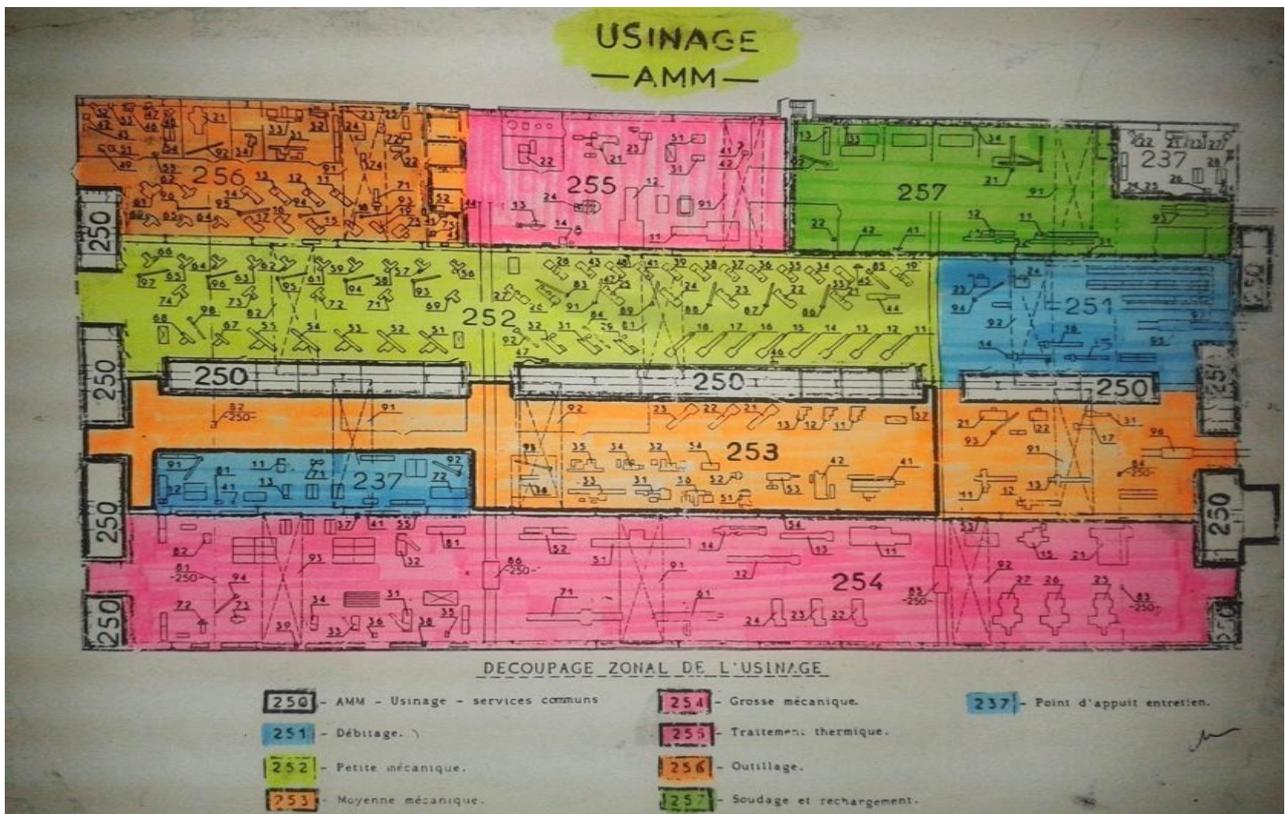
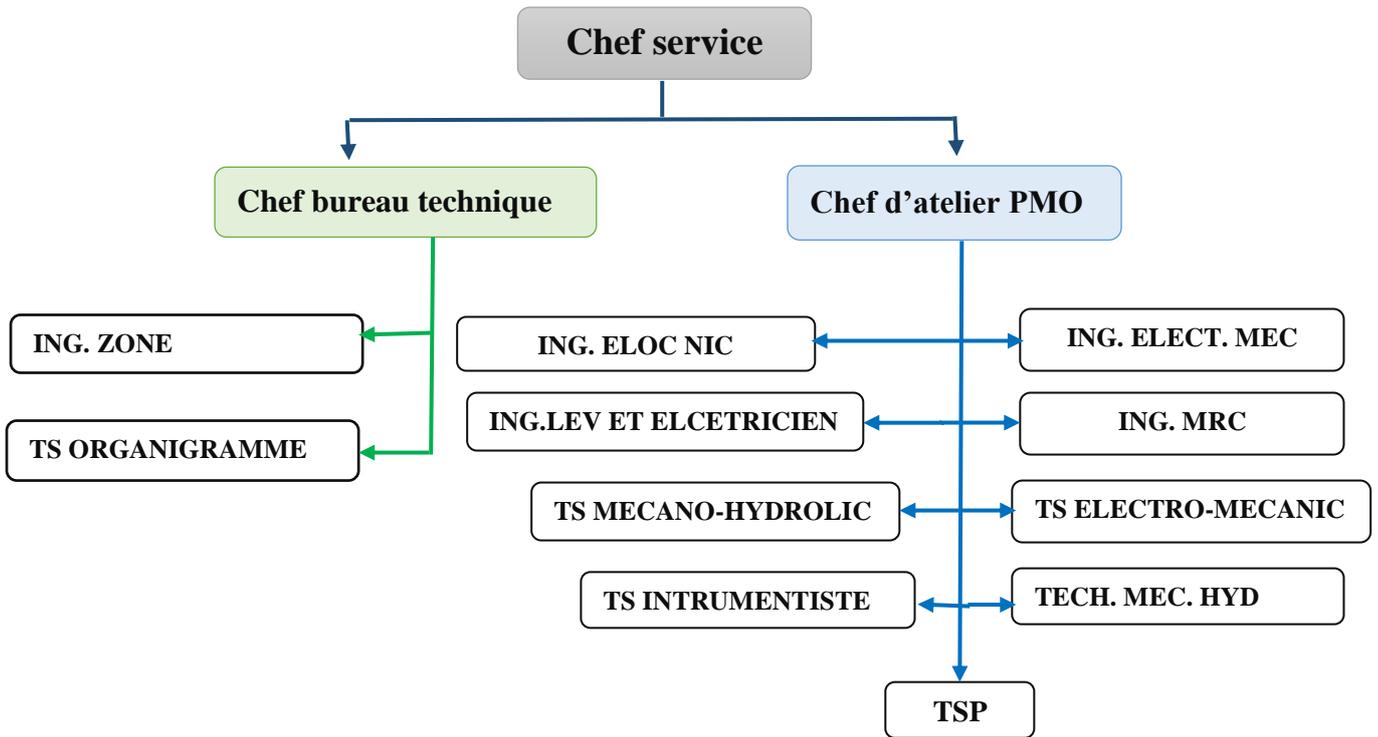


Figure I.4 Plan pour l'atelier d'usinage.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Atelier usinage



ATELIER

TRETEMENT

THERMIQUE

TTH

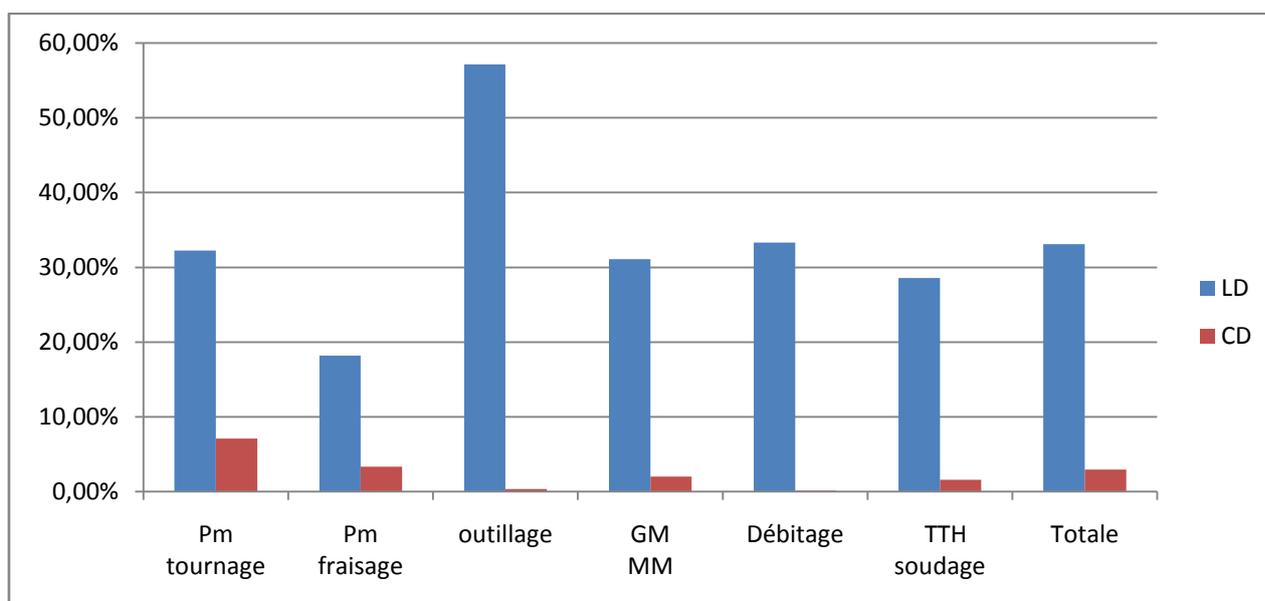
Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.4.3 Recensement des machines outils de l'atelier d'usinage :

Parc machines usinage	Pm tournage	Pm fraisage	outillage	MM GM	Débitage	TTH soudage	Totale
Nbre machines	31	22	21	45	6	14	139
Nbre pannes LD	10	4	12	14	2	4	46
Taux de panne LD	32,26%	18,18%	57,14%	31,11%	33,33%	28,57%	33,09%
Taux de panne CD	7,07%	3,34%	0,34%	1,99%	0,12%	1,57%	2,96%
Nbre machines opérationnelles	21	18	9	31	4	10	93

Tableau I.1 : recensement de parc machine usinage

I.4.4 Comparaison graphique entre les pannes de longues durées et courtes durées :



Chapitre I : Présentation de l'entreprise

B. Atelier forge : [1]



Conçu pour produire 3500 T/an des pièces forgées.

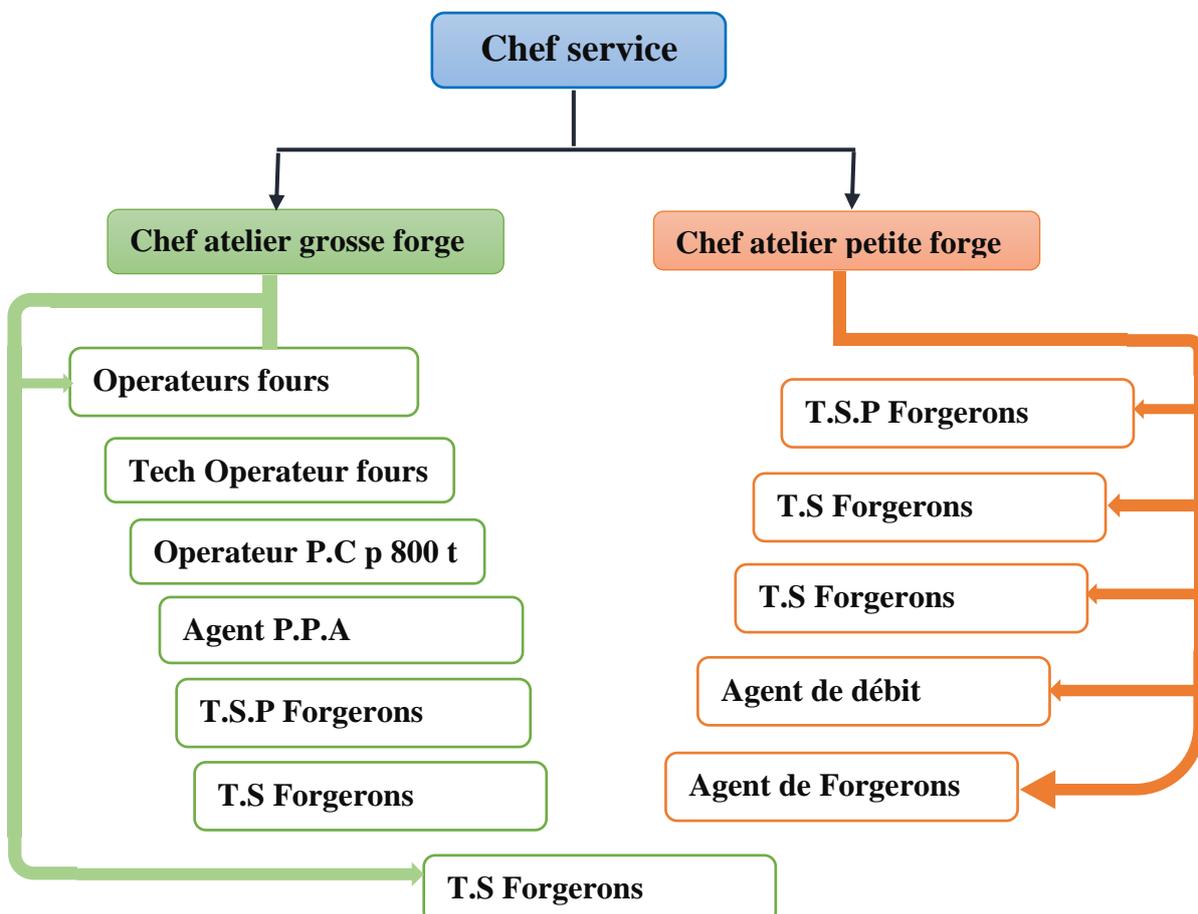
Cet atelier est composé de deux halles de grandes dimensions, est divisé en trois secteurs :

La centrale de débitage.

La petite forge (Marteaux et fours).

La grosse forge (Presse 800 tonnes et fours).

I.5 Organisation Service forge : [1]



Chapitre I : Présentation de l'entreprise

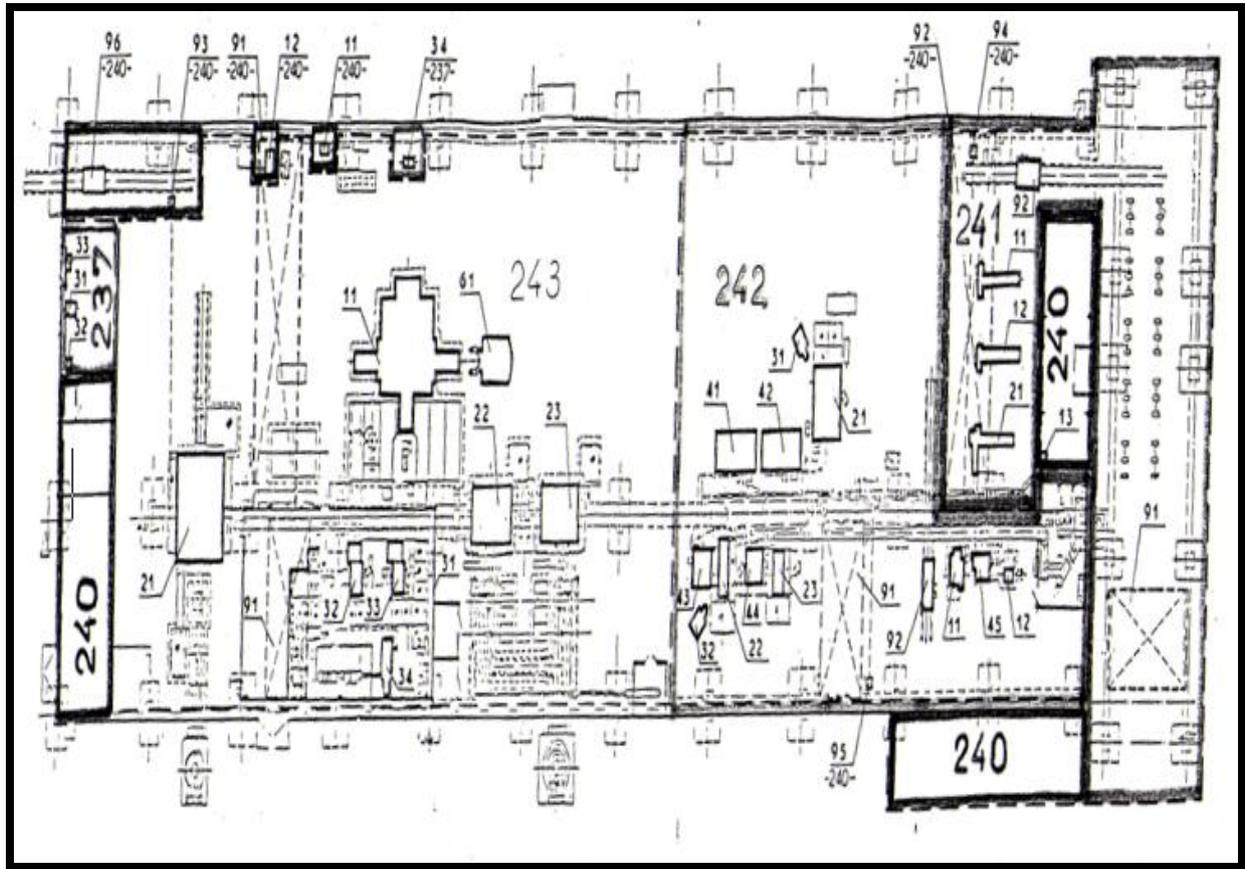


Figure I.5 : Découpage zonal de la FORGE.

- 240** - AMM -Forge- services communs. **243** - grosse forge.
241 - Préparation matière. **237** - Point d'appui entretien.
242 - Moyenne et petite forge

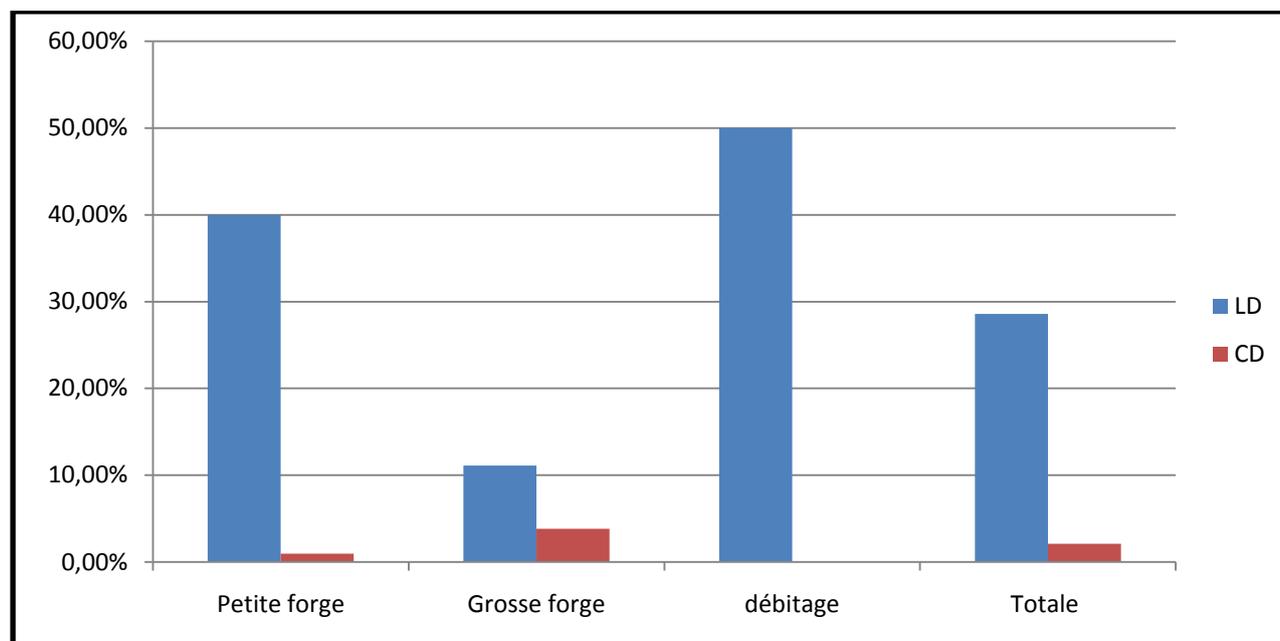
Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Recensement des machines outils de l'atelier forge :

Parc machines forge	Petite forge	Grosse forge	débitage	Totale
Nbre machines	10	9	2	21
Nbre pannes LD	4	1	1	6
Taux de panne LD	40,00%	11,11%	50,00%	28,57%
Taux de panne CD	0,96%	3,83%	0,00%	2,10%
Nbre machines opérationnelles	6	8	1	15

Tableau I.2 : recensement de parc machine forge

Comparaison graphique entre les pannes du longes durée et courtes durées :



Chapitre I : Présentation de l'entreprise

C. Atelier caoutchoutage : [1]

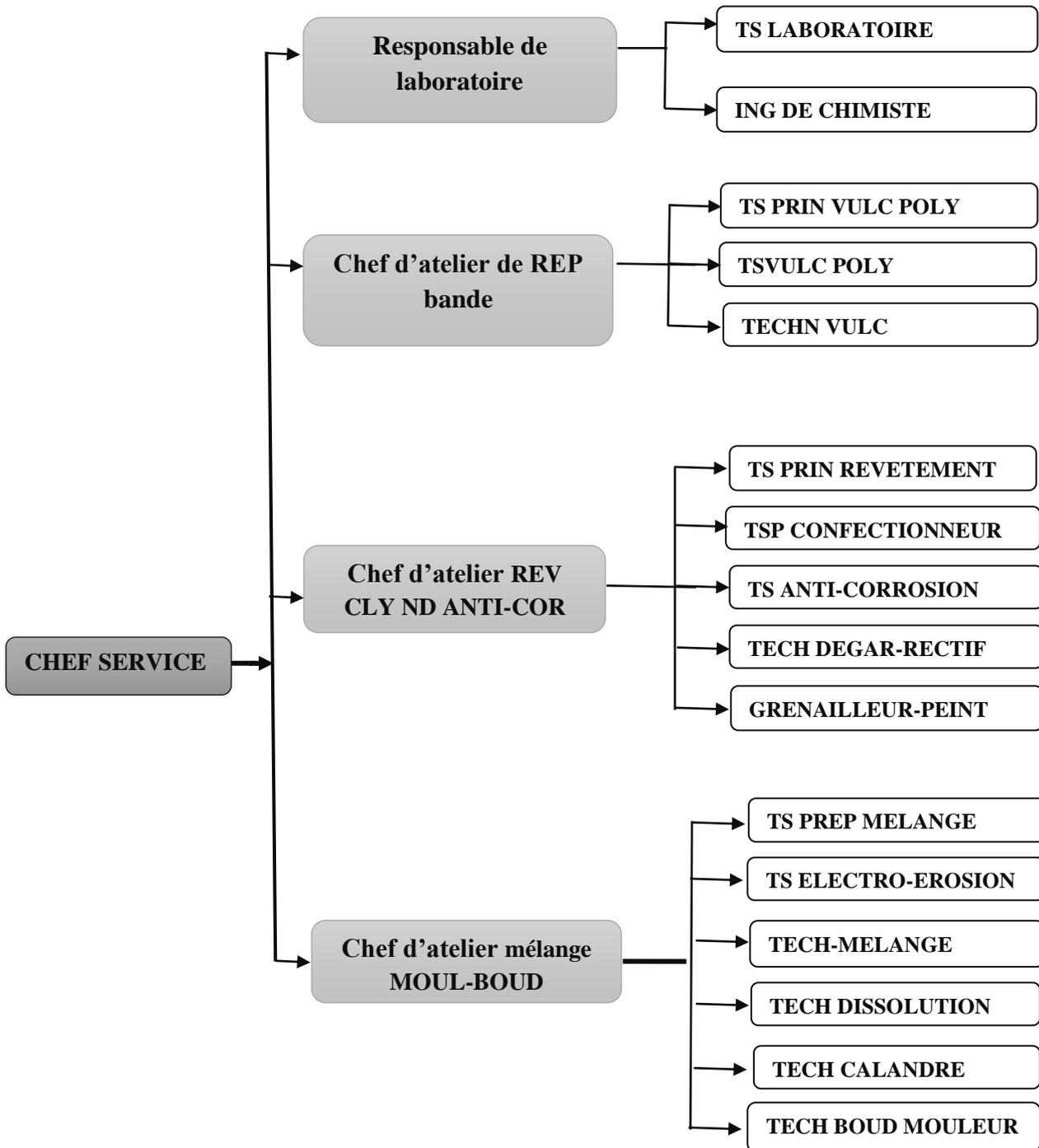


Conçu pour la production de 300 Kg par jour de caoutchouc brut pour toute utilisation, production assurée par le Mélangeur, Moulage, Boudinage et Vulcanisation.

- revêtement à chaud de pièces cylindrique
- confection des pièces moulée en caoutchouc
- confection de profilé en caoutchouc
- confection de moules par électroérosion
- bandes transporteuses

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

✓ Organisation de Service de caoutchoutage : [1]



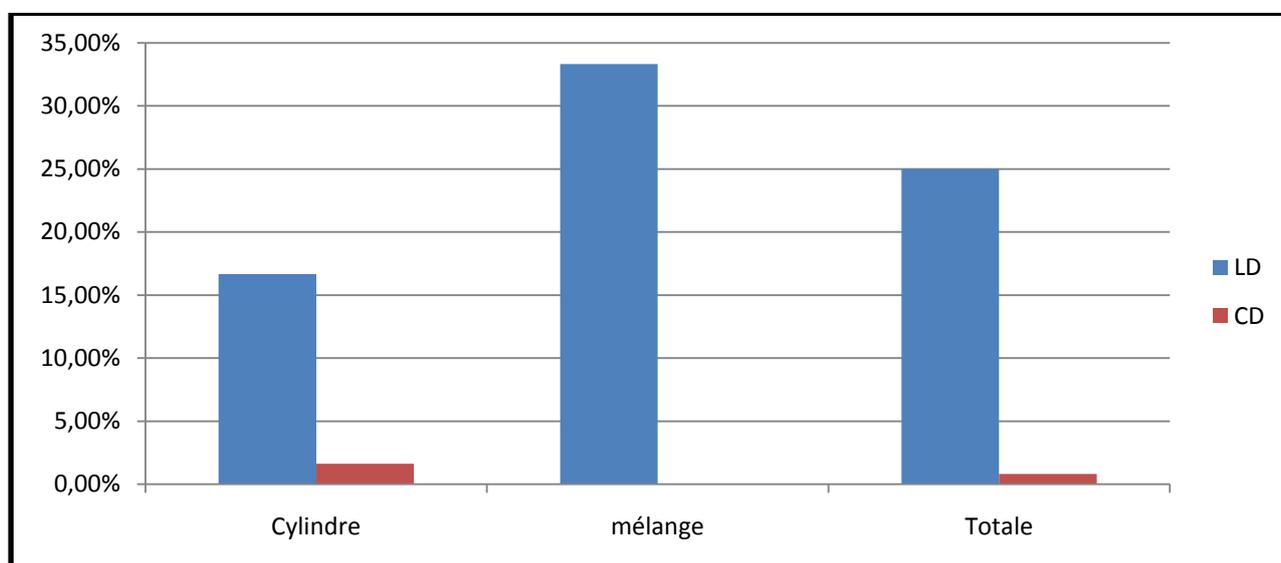
Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Recensement des machines outils de l'atelier caoutchoutage :

Parc machines caoutchoutage	Cylindre	mélange	Totale
Nbre machines	6	6	12
Nbre pannes LD	1	2	3
Taux de panne LD	16,67%	33,33%	25,00%
Taux de panne CD	1,61%	0,00%	0,80%
Nbre machines opérationnelles	5	4	9

Tableau I.3 : recensement de parc machine caoutchoutage.

Comparaison graphique entre les pannes du longues durées et courtes durées :



Chapitre I : Présentation de l'entreprise

E. Atelier de traitement de surface : [1]

Conçu pour assurer la régénération de pièces mécaniques par dépôt électrolytique.
Il est composé :

- ❖ D'un atelier de processus spécialité :
 - Chromage
 - Nickelage
 - Cuivrage
 - Dégraissage
- ❖ D'un atelier de mécanique spécialité usinage des pièces traitées :
 - Tournage
 - Rectification
 - Préparation des montages.

Pour :

- Protection contre la corrosion
- amélioration de la conductibilité électrique
- rechargement a froid (rattrapage des cotes)
- augmentation de la dureté superficielle

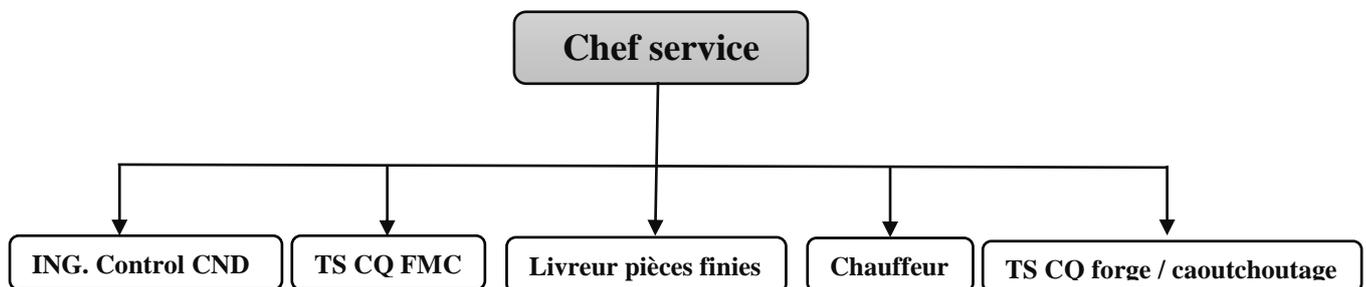
1) Bureau d'études et de conception :

Equipé de moyens d'informatiques, et constitué d'ingénieurs en construction et fabrication mécanique capables de répondre à toutes demandes d'études

2) Contrôle qualité :

- Contrôle dimensionnel haute précision
- Contrôle non destructif
- Contrôle par ultra-son
- Contrôle par ressuage

✓ Organisation service contrôle de qualité :



3) centre de formation ;

Microinformatique assistance par ordinateur, commande numérique, manutention, transport, Génie électrique, génie mécanique, maintenance et relation humaines

Introduction :

Aujourd'hui, la performance d'une entreprise (en termes de qualité, de flexibilité, de délai et de coût) est le fait de l'agrégation des activités locales à une efficacité, le passage d'une efficacité globale s'effectue grâce à une mise en séquence des opérations et grâce à l'additivité des performances locales. Elle dépend de l'organisation considérée d'un point de vue global et de la qualité des interactions entre les différents composants. Cette démarche est basée sur l'élimination systématique des gaspillages et l'amélioration et l'amélioration continue de la productivité. La lutte active contre toutes les formes de gaspillage est souvent résumée par le principe des 5 zéros : Zéro panne, zéro défaut font référence à la fiabilité des installations et à la qualité des produits, la réduction des stocks se traduit par le zéro stock, l'élimination du papier et des lourdeurs administratives par le zéro papier, et le respect des délais afin de limiter les retards par zéro délai.

La maintenance industrielle est devenue un enjeu clef pour la durabilité des machines et des installations mécaniques ainsi que pour l'accroissement de la productivité des unités de production. En réalité les surcharges d'utilisation des équipements industriels peuvent entraîner des défaillances précoces bien avant la date optimale prévue par l'échéancier, ceci constitue une sérieuse limite de la maintenance préventive systématique. C'est pourquoi pour les systèmes mécaniques où la sécurité est de grande importance, la maintenance conditionnelle doit être appliquée afin d'intervenir dès qu'un indicateur atteint un seuil prédéfini au préalable. Bien que le problème de ce type soit la prédéfinition de ces seuils, plusieurs méthodes et techniques sont utilisées et constituent actuellement le pilier d'une stratégie de maintenance moderne.

II.1 Pourquoi s'intéresser à la maintenance industrielle ? [3]

L'intégration progressive des nouvelles technologies est devenue une donnée inéluctable pour les entreprises manufacturières du Québec : c'est ce que l'on a convenu d'appeler le défi technologique.

La mondialisation des marchés crée de nouvelles exigences de production dont une des conditions majeures repose sur la maîtrise de la qualité de fabrication.

La sûreté de fonctionnement de l'appareil de production (absence de dysfonctionnement : le zéro-panne, le zéro-défaillance) devient alors une source importante de gains de productivité lorsque l'on tient compte de facteurs, tels que : la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité, la durabilité, la sécurité et la rentabilité des opérations.

Pour donner à la fabrication l'assurance d'une performance qualité-coût de haut niveau, il faut disposer de moyens parfaitement adaptés et en parfaite condition de fonctionnement. Cette interdépendance fabrication-maintenance s'est surtout avec l'implantation de l'automatisation et de l'information dans l'industrie.

Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle sont au cœur d'une politique de transfert de technologie avancée. C'est un facteur clé de la mise en place et de la diffusion du savoir-faire technologique et d'une flexibilité accrue de main d'œuvre.

Enfin, pour toute industrie que se vent compétitive et efficace, c'est une façon de rentabiliser ses opérations de fabrication au moment d'arrêt momentanés, de pannes de diverses natures ou encore de diminutions de capacité réelle de production.

II.2 La définition de la « MAINTENANCE » : [4]

La maintenance est définie comme étant :

- Selon la norme NFX-60-010 « Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».
- Selon la norme AFNOR : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à rétablir dans un état lequel il peut accomplir la fonction requise.

La maintenance vise toutes les activités destinées à maintenir ou 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'activité technique, administrative et de management.

II.3 Les principaux enjeux : [3]

Dans le cadre d'une maintenance renouvelée, plusieurs enjeux importants sont en cause :

Pour le gestionnaire de l'entreprise : ces enjeux consistent sur tout à dimensionner la maintenance en fonction de la production à assurer, c'est-à-dire maintenir un outil industriel qui subit à la fois les contraintes d'une concurrence accrue et l'obsolescence inhérente au vieillissement et au remplacement par de l'équipement moderne. En définitive, dans la mesure où la qualité du produit final dépend du processus de fabrication, elle devient aussi redevable en grande partie à la machinerie de fabrication utilisée et son état de fabrication et à son état de fonctionnement.

Pour le personnel de l'usine : la nature des tâches reliées à la production va changer dans l'usine de demain, on ne verra pratiquement plus que du personnel de maintenance et, inévitablement, cela se traduira à la fois par une augmentation du niveau de qualification et de revalorisation de ses tâches.

L'importance de la maintenance s'accroît à cause d'une foule de facteurs : notamment, ceux reliés à la mécanisation de travail, à l'automatisation et à la modernisation en général, aux impératifs de cadences et de disponibilité et à la nécessité de fabriquer des produits ayant une qualité élevée et constatant ».

II.4 Les différentes formes de maintenance : [4]

Il y a deux types de maintenance :

- ✓ Celle que l'on fait après la panne, pour réparer.
- ✓ Et celle que l'on fait pour éviter la panne.

L'arbre de la maintenance comprend deux grands embranchements principaux : la « Maintenance Corrective ou Curative » et la « Maintenance Préventive qui se subdivise en Maintenance Systématique et en Maintenance Conditionnel ou Prédictive ».

II.4.1 La maintenance corrective :

C'est une maintenance destinée à rendre la santé aux machines qui l'on perdu. C'est une maintenance peu efficace pour les machines vitales de production mais, qui trouve son application bien adaptée à certains matériels peu coûteuse, et hors production, comme les appareils domestique de confort, par exemple. Dance la maintenance corrective C'est l'ensemble des activités réalisées après la défaillance du bien ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une requise au moins provisoirement. Les activités de la maintenance corrective sont:

- La localisation de la défaillance.
- Le diagnostic.
- Le contrôle du bon fonctionnement.

II.4.1.1 Maintenance palliative :

Activités de la maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'action à caractère provisoire qui devront être suivies

II.4.1.2 Maintenance curative :

Activités de la maintenance corrective ayant pour objectif de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permette d'accomplir une fonction requise. Les résultats des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la ou les défaillance(s).

II.4.2 La maintenance préventive :

Selon la norme AFNOR X60-010 « maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminer d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminer significatifs de l'état de dégradation du bien ou service (maintenance conditionnelle) ».

L'objectif de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des équipements.
- Diminuer de la probabilité de défaillance.
- La prévention de bonnes conditions à la maintenance corrective.
- L'Amélioration des conditions de travail du personnel de production.
- Diminuer les causes d'accidents graves.
- L'Augmentation de la fiabilité et la disponibilité des systèmes.

La maintenance préventive est définie à partir :

- ✓ Des historiques de maintenance (voir GMAO).
- ✓ Des données des constructeurs.
- ✓ De la connaissance des techniciens.
- ✓ De raisonnements structurés (AMDEC, ingénierie, 5 pourquoi, ...).
- ✓ De façon empirique, par tâtonnements.
- ✓ Des redondances d'équipements.

II.4.2.1 La maintenance systématique :

Consiste à opérer des remplacements systématiques de composantes, à intervalles régulier, même si les pièces déposées sont encore en assez bon état. C'est un moyen sûr d'avoir des machines fiables. Mais c'est un moyen coûteux qui ne se justifie que lorsque la machine est vitale dans l'entreprise, qu'elle est inaccessible en cours de fabrication, que la fabrication ne

peut être arrêtée sans dégradations majeurs que le coût des pièces remplacées est fiable au regard de ceux des investissements et de la production.

II.4.2.2 La maintenance conditionnelle :

Consiste à n'intervenir pour remplacer les composants, ou faire des opérations de remise à l'état initial, qu'après avoir constaté des dégradations significatives et autant que possible fabrication en marche. L'idéal est que la machine puisse fonctionner le plus longtemps possible pour n'être arrêtée que juste avant que la panne ne survienne, ou que des pertes de fabrication n'apparaissent. Cela implique une surveillance constante et complète, avec des systèmes étalonnés pour déclencher l'alerte quand les limites sont atteintes. Ces systèmes d'alerte peuvent être manuels ou automatiques, extrêmement simples ou très sophistiqués.

La pratique de la maintenance conditionnelle consiste à ne pas changer l'élément que lorsqu'il y a des signes de vieillissement ou d'usure de ce dernier. La maintenance conditionnelle (appelée aussi parfois maintenance prédictive suivant l'état de fonctionnement) comporte trois phases :

- La détection du défaut qui se développe.
- L'établissement d'un diagnostic.
- L'analyse de tendance.

Le matériel géré en maintenance préventive conditionnelle est fiable. Les pannes tendent à disparaître, les coûts directes d'intervention sont raisonnables et bien maîtrisés, les imprévus sont rares. C'est un bon mode de gestion applicable à toutes industries, et à tous les types de machines de production

II.4.2.3 La maintenance prévisionnelle :

Ce mode préventif s'appuie sur la connaissance exacte et rigoureuse des processus de dégradation. En suivant leur évolution on se situe en permanence par rapport à l'échéance fatale. Cela permet de prévoir avec certitude et confiance la date exacte de la défaillance. La fabrication en étant avertie assez tôt, et la maintenance ayant le recul suffisant pour préparer son intervention l'urgence disparaît et chacune des parties, en accord avec l'autre, peut réaliser son programme sans perturbation. Ce mode de préventif doit s'appliquer chaque fois que c'est possible. Une large panoplie de moyens aide au diagnostic : mesure de vibration, analyse des huiles, bilans de rendement, mais leur interprétation exacte nécessite toujours des compétences de spécialiste.

Les différentes formes de maintenance extrait de norme AFNOR NF X-60-010 sont présentées par l'organigramme suivant : [5]

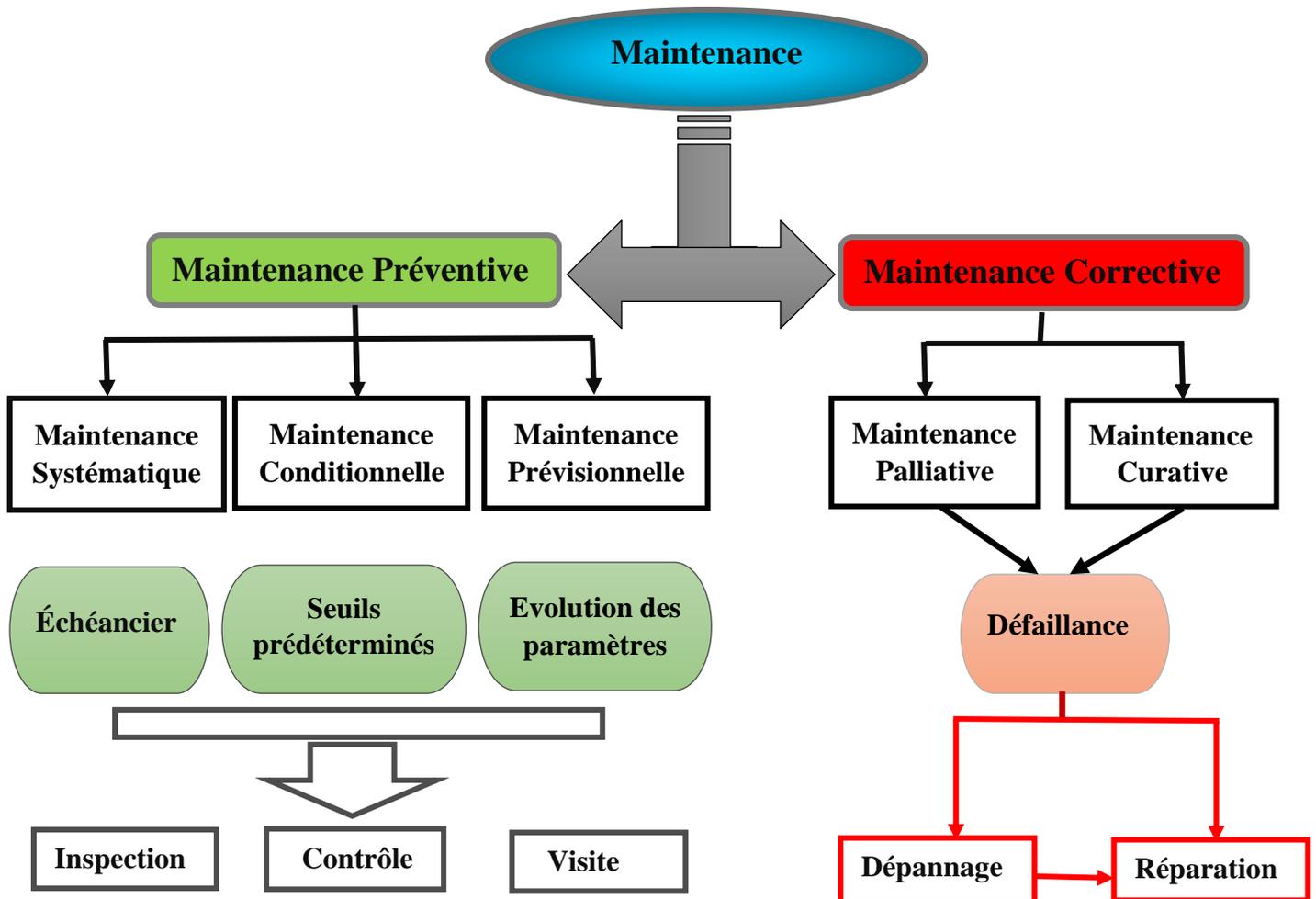


Figure II.1 : Les différentes formes de maintenance.

II.5 La politique de maintenance : [5]

Le choix entre les méthodes de maintenance 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 donc être informé des objectifs de la direction mais il faut 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.

II.6 Les critères de choix d'une politique de maintenance : [5]

Au moment de la détermination de la politique de maintenance qui va être mise en œuvre sur un équipement ou une installation, les entreprises se trouvent devant une alternative classique, quel type de maintenance doit-il adapter ?

Il peut paraître simple répondre à cette question et une première analyse sommaire conduirait à privilégier la maintenance préventive en croyant, à tort, que cette maintenance préventive va supprimer totalement le risque de panne. En fait la maintenance préventive ne fait que « réduire la probabilité d'apparition d'une défaillance ». Une analyse plus approfondie montre que le choix entre maintenance corrective et maintenance préventive demande la connaissance et l'examen d'un certain nombre de critères et de paramètres qui selon le contexte auront plus ou moins d'importance et qui induisent ces formes distinctes en fonction des matériels à maintenir dans un état permettant d'assurer un service déterminé. La démarche utilisée est celle du diagramme ci-dessous :

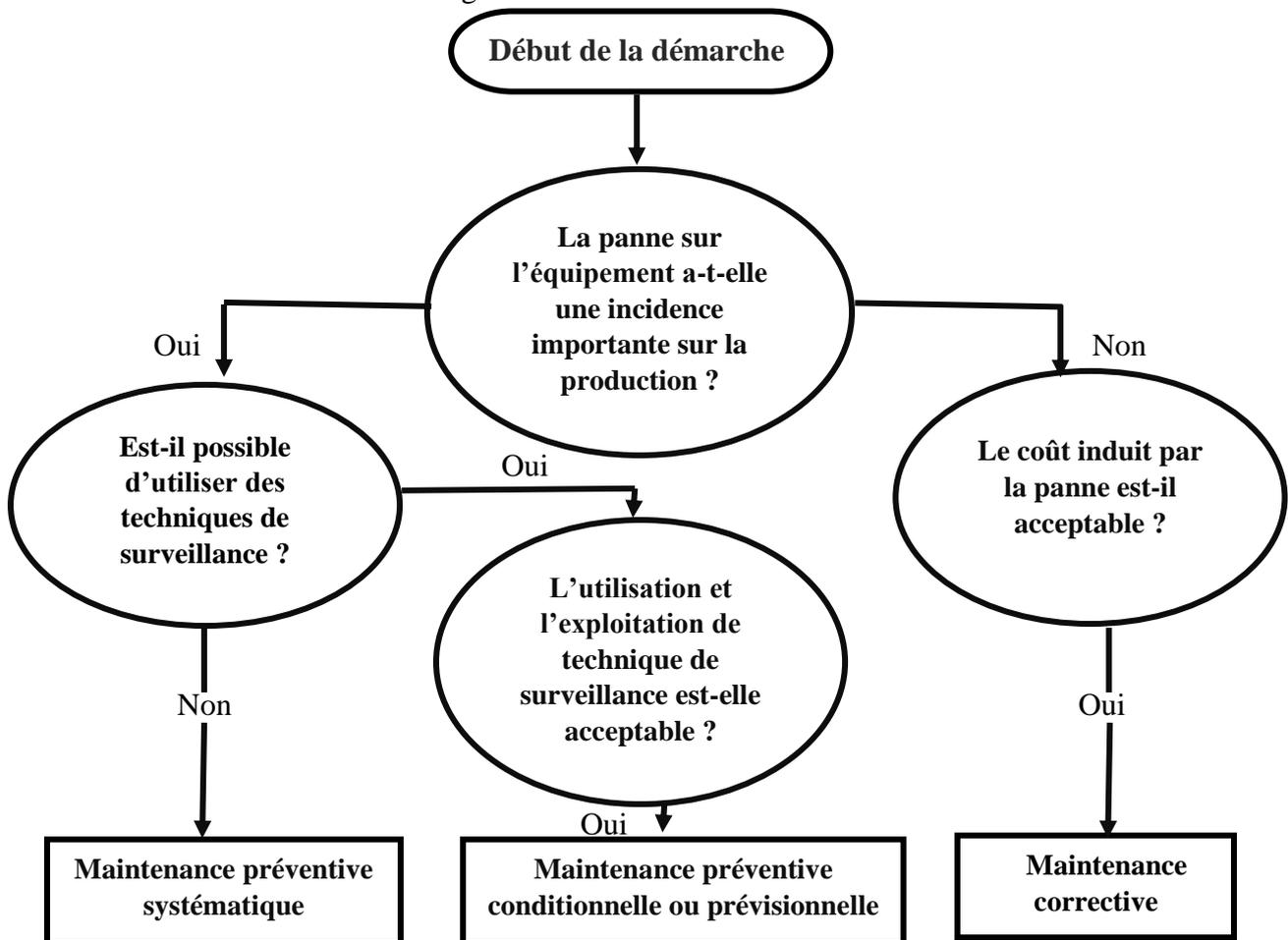


Figure II.2 : Diagramme de choix d'une forme de maintenance.

Donc la mise en place d'une politique de maintenance nécessite une analyse rigoureuse du système de production, des modes de dégradation, des moyens à mettre en œuvre, des coûts induits, des objectifs en disponibilité, des qualifications du personnel.

II.7 Optimisation d'une politique de maintenance : [5]

L'optimisation de maintenance consiste à trouver la balance optimale entre maintenance préventive et corrective tout en respectant les objectifs fixés. Il faut alors déterminer les instants de maintenance et les actions à effectuer de manière à optimiser un critère de décision fixés. Ce critère de décision peut aussi bien reposer sur le coût, par exemple un coût moyen de maintenance à long terme ou le coût d'opération par unité de temps, que sur la disponibilité de système.

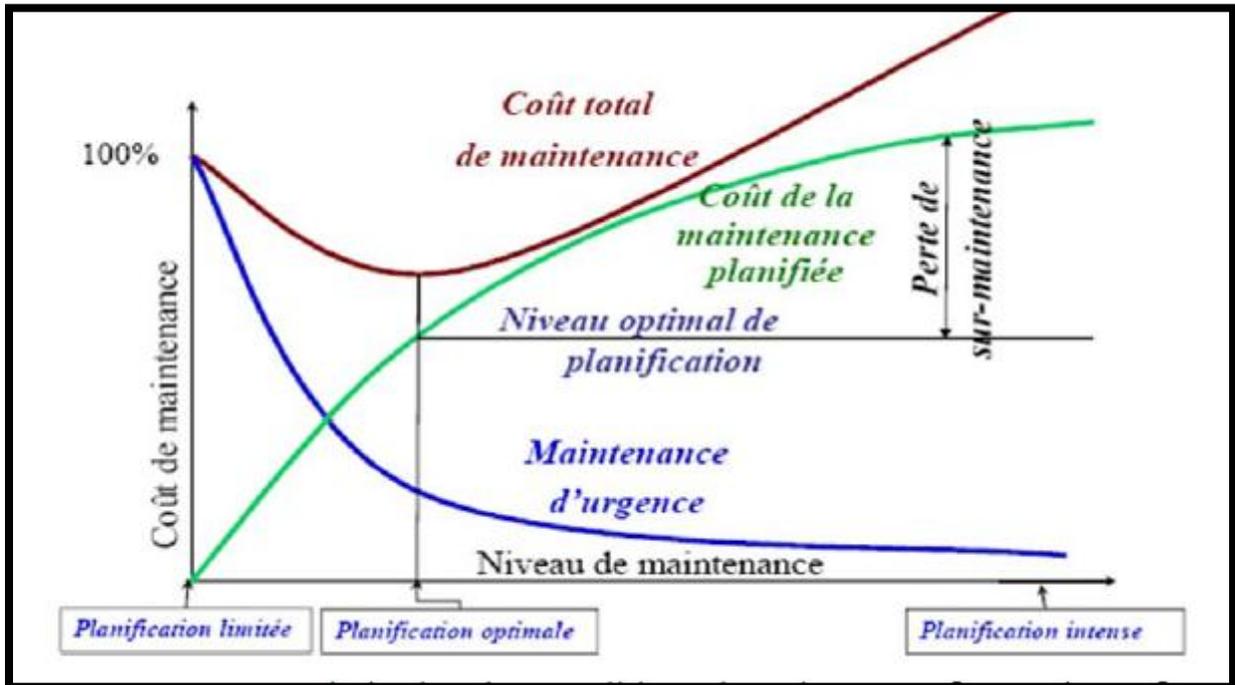


Figure II.3 : Optimisation d'une politique de maintenance.

La figure I.3 illustre les coûts de maintenance préventive et corrective en fonction de niveau de planification. Une faible planification conduit à des interventions d'urgence plus nombreuses et par conséquent, plus coûteuse. A l'opposé, une planification intensive coûte plus cher et conduit à des pertes liées à la maintenance. L'optimisation du coût total permet de trouver le meilleur équilibre en fonction des risques en jeu.

II.8 Objectifs de la maintenance : [4]

Les services de maintenance doivent définir leurs objectifs qui doivent correspondre à la politique de leur entreprise. Les objectifs peuvent toucher tous les aspects du management avec les précisions d'échéance : Financier, Technique, Humain.

La maintenance est aussi concernée par la maîtrise de qualité symbolisée par l'objectif des **cinq zéro** :

- **Zéro pannes** : objectives naturelles de la maintenance.
- **Zéro défauts** : outil de production en parfait état (tout défaut entraîne un arrêt de production d'où augmentation des coûts et des délais).
- **Zéro stocks, zéro délai** : un outil de fabrication fiable permet une fabrication sans stock (flux tendu) et une livraison sans délai.
- **Zéro papier** : il faut comprendre **zéro papier inutile**, c'est-à-dire les papiers engendrés par les erreurs, les défauts, les défaillances, retards qui viennent alourdir le travail et l'organisation.

Les cinq objectifs de la maintenance :

- ✓ Améliorer la sécurité des personnes.
- ✓ Protéger l'environnement.
- ✓ Améliorer la disponibilité des équipements.
- ✓ Participer à l'amélioration de la productivité.
- ✓ Participer à l'amélioration de la compétitivité de l'entreprise.

II.9 Processus maintenance :

Le processus Maintenance est constitué de différentes fonctions qui peuvent être :

- ✓ Préparation.
- ✓ Réalisation travaux maintenance.
- ✓ Ordonnancement.
- ✓ Méthodes.
- ✓ Logistique.
- ✓ Achats.
- ✓ Gestion de stock – Magasin.

➤ Préparation :

La préparation des travaux nécessite le plus de rigueur possible dans la collecte des informations pour définir le triplet « symptôme, cause et remède de panne ». Les informations peuvent être collectées par plusieurs intervenants avec pour support la GMAO mais nécessitent toujours rigueur et objectivité.

Analyse de panne : l'application d'une méthodologie d'analyse de panne est conseillée pour diminuer le temps de réparation : une procédure basée éventuellement sur une méthodologie (5 pourquoi, QQQCCP) est préconisée.

➤ Ordonnancement :

La fonction d'ordonnancement permet d'organiser le travail à réaliser :

- ✓ Prévoir la chronologie du déroulement des différentes tâches de maintenance.
- ✓ Optimiser les moyens nécessaires en fonction des délais.
- ✓ Ajuster la charge.
- ✓ Contrôler l'avancement et la fin des travaux.
- ✓ Analyser les écarts entre les prévisions et les réalisations.
- ✓ Avoir une vision à long terme (plan de charge annuel), à moyen terme et à court terme.

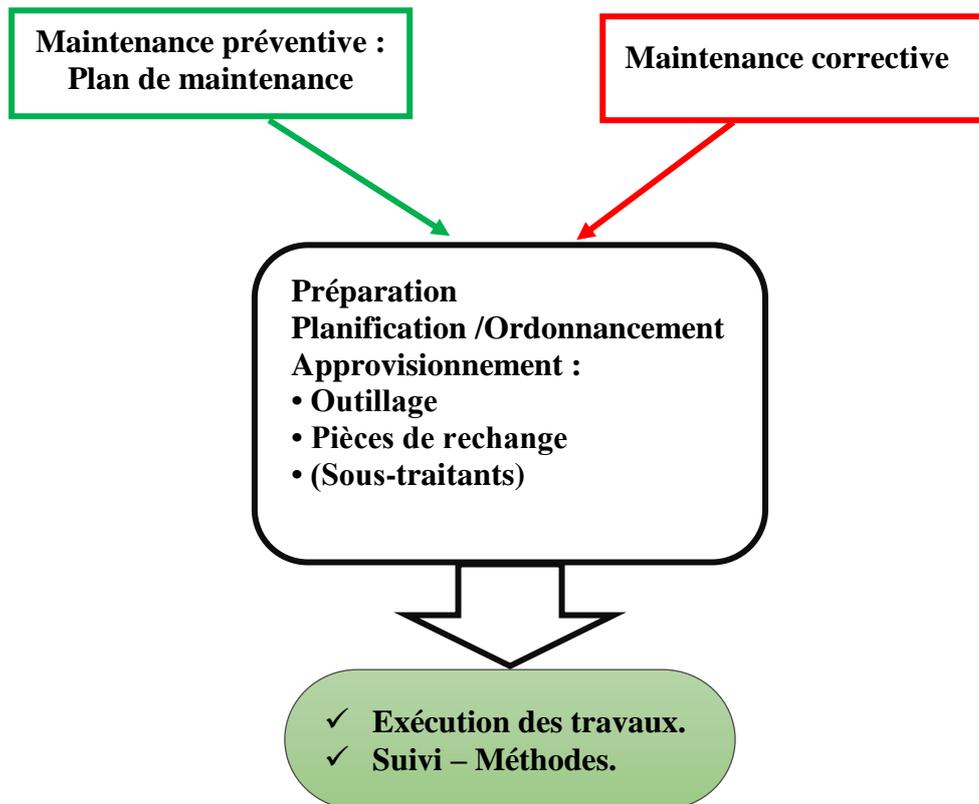


Figure II.4 : La fonction d'ordonnancement des tâches de maintenance.

➤ Méthodes :

Le service méthodes assure la réflexion du fonctionnement du service maintenance sur la base de ses résultats de fonctionnement (documents, actions de maintenance). Le but est d'assurer l'efficacité de la maintenance, son amélioration en pérennisant les outils et les démarches et en mettant au point des améliorations :

- ✓ Les mesurer.
- ✓ Les analyser.
- ✓ Les critiquer.
- ✓ Les améliorer.

II.10 Les méthodes de maintenance dites amélioration :

De façon générale, la démarche qui se développe dans le monde industriel consiste à appliquer des méthodes de maintenance dites amélioration.

Pour l'essentiel, cette démarche vise à repérer l'équipement qui cause le plus d'indisponibilités et à trouver un remède à la situation, que ce soit en réduisant la fréquence des avaries ou la durée du temps d'intervention. Dans la recherche de solutions, elle demande habituellement la contribution des meilleures « têtes » du service de la maintenance. Enfin, elle mise sur l'emploi de logiciels spécialisés en maintenance pour faciliter la gestion des travaux, la gestion des pièces détachées et la tenue à jour d'une documentation technique.

II.11 Les 5 niveaux de la maintenance :

Les interventions de maintenance peuvent être classées par ordre croissant de complexité (selon norme X60-000 de 2002) :

➤ **1er niveau de maintenance :**

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

➤ **2ème niveau de maintenance :**

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple.

Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance.

Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

➤ **3ème niveau de maintenance :**

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes.

Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

➤ **4ème niveau de maintenance :**

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés.

Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

➤ **5ème niveau de maintenance :**

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

II.12 Le plan de maintenance :

Le plan de maintenance regroupe les intentions d'intervention de maintenance préventive. Il est maintenant couramment intégré à la GMAO. Ainsi ce qui est planifié est rappelé par la GMAO (alarmes). Aux opérateurs ensuite de renseigner la GMAO de ce qui a été découvert sur le terrain et de ce qui a été réellement fait.

➤ **Définition :**

"Ensemble structuré de tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance."

➤ **Application pratique :**

Le plan de maintenance est composé à minima du programme d'intervention de maintenance préventive. Il est maintenant couramment intégré à la GMAO. Ainsi ce qui est planifié est rappelé par la GMAO (alarmes).

L'étendue du plan de maintenance définit la maîtrise de l'activité de la maintenance. Il définit les conditions et les informations nécessaires à la bonne réalisation des maintenances préventive et curative.

Il existe des outils pour la constitution du plan (méthodologies, arbres de prises de décision, abaqes) mais la base de sa réalisation est liée à l'exploitation des historiques de maintenance et des statistiques.

Il doit être mis à jour dès que le contexte change (taux d'engagement, produit fabriqué, etc.).

L'informatique, un outil essentiel à la maintenance :

La gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) est un autre domaine où l'informatique sert de plus en plus à accroître l'efficacité de la production manufacturière.

La GMAO s'appuie d'abord sur un large éventail de logiciels spécialisés en gestion de la maintenance. Dans la pratique, ceux-ci peuvent prendre différentes formes :

- Un système de contrôle budgétaire et un système d'évaluation des coûts reliés à la maintenance.
- Un fichier de l'équipement à maintenir à partir d'une codification bien définie
- Un système de contrôle des inventaires des pièces de rechange.
- Une planification et un ordonnancement des travaux de maintenance.
- Un suivi de la gestion du personnel de maintenance (y incluant ses besoins de formation).

D'autres logiciels sont spécialisés en techniques de la maintenance. Leurs principaux rôles consistent, en quelque sorte, à vérifier en temps réel ou en temps différé, « l'état de santé » de l'équipement en place. En particulier :

- Analyser les défaillances.
- Déceler les anomalies de fiabilité.
- Evaluer les « machines à problèmes ».
- Suivre l'évolution ou la durée de vie de chaque équipement de fabrication.

La mise en place d'un système de maintenance conditionnelle prédictive exige habituellement l'usage de ces logiciels pour en assurer la gestion et pour fonder un diagnostic préventif valable basé sur :

- L'organe défaillant devant être remplacé.
- Sa durée de vie résiduelle.
- Les causes de sa dégradation.
- L'incidence des correctifs sur sa durée de vie résiduelle.

II.13 Les fonctions de maintenance : [4]

Une fonction d'entreprise est un ensemble de tâches de nature homogène, tournées vers des objectifs communs et concourants avec d'autres fonctions reliées aux finalités globales de l'entreprise.

Aujourd'hui, la fonction « maintenance » recouvre un ensemble de tâches que l'on peut regrouper en deux sous-ensembles : les tâches à dominance technique et les tâches à dominance gestion.

- Fonction Gestion.
- Fonction Méthodes.
- Fonction Ordonnement.
- Fonction Réalisation (exécution).

II.13.1 Fonction Gestion :

- ✓ la gestion de l'information et de la documentation.
- ✓ la gestion des ressources humaines.
- ✓ la gestion du parc et des pièces.
- ✓ la gestion des interventions.
- ✓ la gestion des budgets.
- ✓ Décide et définit les priorités.
- ✓ La capacité d'analyse.
- ✓ Les Compétences techniques.
- ✓ Les relations humaines.
- ✓ La communication.
- ✓ L'esprit de synthèse.

II.13.2 Fonction Méthodes :

Un bureau technique chargé de la gestion, de la définition des méthodes de la documentation technique, des études de diagnostic et du suivi des opérations.

- ✓ Les modes de gestion de la maintenance.
- ✓ les méthodes de maintenance (une maintenance corrective ou préventive à caractère systématique ou conditionnel).
- ✓ Les outils et techniques de maintenance disponibles (l'utilisation de capteurs, de logiciels...).

- ✓ Prépare le travail (côté ressources).
- ✓ Analyse les défaillances.
- ✓ Prend en charge les modifications.
- ✓ Assure le suivi technique de la sous-traitance.
- ✓ Connaissances techniques et technologiques
- ✓ Curiosité et observation.
- ✓ Grande capacité d'analyse.
- ✓ Communication.

II.13.3 Fonction Ordonnement :

- ✓ La planification des opérations reliées aux pannes et à leur degré d'urgence.
- ✓ Planifie et coordonne les interventions.
- ✓ Gère l'aspect temporel de la sous-traitance.
- ✓ Rigueur.
- ✓ Organisation.
- ✓ Communication.

II.13.4 Fonction de Réalisation :

- ✓ Exécute les interventions.
- ✓ Effectue certains diagnostics
- ✓ Compétences techniques
- ✓ Dextérité.
- ✓ Expérience.

Conclusion :

Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle sont omniprésentes dans les pays les plus avancés sur le plan des technologies de fabrication. Disponibilité de l'équipement, économies d'entretien et efficacité industrielle : les entreprises manufacturières du Québec ont beaucoup à gagner dans la modernisation de cette fonction clé de la production.

Avec l'automatisation à grande échelle et l'arrivée en force du juste-à-temps, l'heure du «zéro-panne », ou plutôt du « zéro-arrêt » a sonné. L'impératif d'aujourd'hui, dans le domaine de la production d'avant-garde, autant pour les biens de consommation que pour les biens de production, c'est la sûreté de fonctionnement ou la pleine disponibilité de l'équipement de production.

Désormais, la maintenance fait partie intégrante des stratégies d'entreprise, au même titre que la qualité, l'innovation ou le marketing.

Introduction :

La fonction de maintenance, la dont la vocation est d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, et désormais une des fonctions stratégiques dans les entreprises.

Les politiques de maintenance appliquées dans divers entreprise gagnent de plus en plus d'intérêt en situation d'indisponibilité d'une installation. La rapidité avec laquelle cette installation est remise en service dépend de l'efficacité de ces méthodes, et condition de manière significative la disponibilité et par voie de conséquence la productivité, la sécurité et le coût de maintenance engendré.

Dans les problèmes d'ordonnancement des tâches de maintenance deux notions fondamentales sont utilisées : les tâches et les ressource. Le but est de programmer l'exécution des tâches en leur allouant les ressources requise.

III.1 Le rôle d'ordonnancement des tâches de maintenance : [6]

L'ordonnancement représente la fonction « chef d'orchestre ». Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence du chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes. L'ordonnancement se situe entre la fonction méthode, chargée de la définition des tâches à effectuer et des moyens à mettre en œuvre, et la fonction réalisation chargée de leur exécution.

III.1.1 mission de l'ordonnancement :

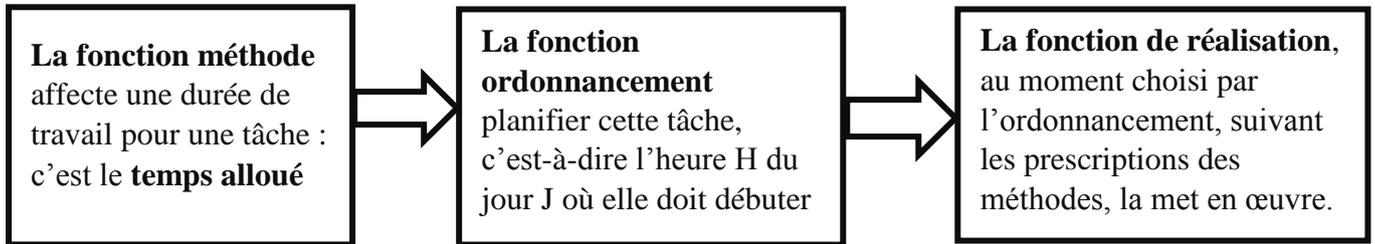
Ayant la responsabilité de la conduite et de synchronisation des actions de maintenance internes ou externalisées, la fonction ordonnancement a pour mission :

- ✓ De prévoir la chronologie du déroulement des différentes tâches.
- ✓ D'optimiser les moyens nécessaires en fonction des délais et des chemins critiques.
- ✓ D'ajuster les charges aux capacités connues.
- ✓ De lancer les travaux au moment choisi, en rendant tous les moyennes nécessaires disponibilités.
- ✓ De contrôler l'avancement et la fin des travaux.
- ✓ De gérer les projets (prévision, optimisation logistique, avancement et respect des délais).
- ✓ D'analyser les écarts entre prévision et réalisation.

Cela peut s'exprimer sous la forme : prévoir un instant t et un endroit x où un personnel p muni d'un outillage o et des matières m exécutera la tâche M en harmonie avec les autres travaux connexes. Cette fonction stratégique est peu visible (effectif dédié faible) et souvent peu étudiée, mais elle repose sur des méthodes à connaître. Son absence ou son insuffisance est par contre fort visible : tâches préventives négligées, gaspillage de temps en recherche de moyens indispensables, améliorations toujours reportées à plus tard, techniciens parfois inoccupés associés à des heures supplémentaires évitables, etc.

III.1.2 Les fonction d'ordonnancement :

Fonction ordonnancement c'est la fonction de l'entreprise chargée de gérer les temps d'activités. Elle occupe une position chronologique dans le déroulement d'une intervention entre les méthodes et la réalisation.



III.1.3 Action d'ordonnancement :

- **Programmation** : action d'intégrer une tâche « en attente » sur un planning, donc de lui choisir ses dates de début et de fin.
- **Lancement** : c'est une sous fonction de l'ordonnancement ayant pour mission de rassembler tous les « moyens » pour assurer leur disponibilité au moment choisi.
- **Déblocage** : action de libérer le lancement d'une tâche après l'enregistrement de la fin de la tâche antécédent.
- **Approvisionnement** : de la responsabilité de l'ordonnancement, il veille à la disponibilité des « consommables », donc il s'assure des approvisionnements nécessaires.

III.1.4 Les cinq niveaux de l'ordonnancement :

➤ Niveau 1 : le plan de charge annuelle.

Il s'agit de recenser les activités sur l'année qui vient, à partir de deux bases.

- ✓ La prévision statistique, par extrapolation des années passées, pour toutes les activités « stabilisées » caractéristiques du service maintenance, exprimées en pourcentage de la capacité de charge. Ce qui suppose la maîtrise des temps d'activités passés les années antérieures, mis en familles (préventif, petites interventions et dépannages, réparations et révisions, travaux divers, etc.) et gérés par une GMAO opérationnelle dans une organisation cohérente.
- ✓ L'estimation temporelle de tous les projets de travaux « lourds » à programmer pour la période concernée : arrêt d'unité, rénovation, campagne de mise en conformité, travaux neufs, grosses révisions. L'ajustement de ce cumul de charges prévues avec la capacité réelle interne du service offre une base solide d'organisation, en particulier pour décider de la part de charge à externaliser.

➤ Niveau 2 : le planning de charge prévisionnelle.

Cet outil de gestion est tenu par l'agent d'ordonnancement et sert de tableau de bord au chef de service, lui donnant une bonne lisibilité des activités à moyen terme, de 3 à 6 mois.

➤ **Niveau 3 : le planning de lancement.**

Géré par l'agent d'ordonnancement, ce planning a pour objet de distribuer une charge de travail hebdomadaire aux différentes équipes, antennes décentralisées ou ateliers de maintenance.

➤ **Niveau 4 : le planning d'atelier.**

Tenu par le chef d'équipe ou d'atelier, le planning d'atelier visualise l'affectation et la répartition du travail entre les techniciens. Les tâches « débloquées » par l'ordonnancement (niveau 3) doivent être « exécutables », c'est-à-dire associées à la logistique nécessaire à l'exécution. Le planning d'atelier couvre heure par heure, nominalement pour chaque technicien, les 2 à 3 prochains jours d'activité.

➤ **Niveau 5 : le suivi de l'avancement.**

Le planning est une fonction « vivante » qui ne doit jamais être déconnectée des réalités du terrain. L'information de fin de tâche doit remonter à l'ordonnancement (planning de lancement) sous forme de BT (papier ou écran) complété par le temps passé et l'heure de fin de tâche. Il appartient à l'agent d'ordonnancement d'aller sur le site pour les tâches « critiques » conditionnant un délai à respecter. L'analyse des écarts prévision/réalité est de sa responsabilité.

III.2 La logistique de maintenance : [6]

III.2.1 Logistique de soutien à la maintenance :

• **La fonction achat-approvisionnement :**

Cette fonction commerciale de l'entreprise est un partenaire privilégié de la maintenance, grand consommateur de matières, fournitures, rechanges, etc. La maintenance a la responsabilité de la gestion de son ou de ses magasins propres, centralisés ou décentralisés. À ce titre, le besoin d'approvisionnement des stocks de maintenance implique un regard sur la fonction achat, afin de dégager les principes du nécessaire partenariat.

• **Constitution du soutien logistique en maintenance :**

Par soutien logistique à la maintenance, il faut entendre l'ensemble des moyens permettant aux techniciens de maintenance d'être efficace dans leurs actions. Parmi ces moyens, nous allons identifier les consommables qui doivent être approvisionnés, stockés et utilisés à la demande. Citons :

- ✓ Des produits techniques et des consommables d'atelier tels que « quincaillerie » (visserie), petite mécanique (joints, roulements, etc.), produits de nettoyage (solvants...), baguettes de soudure, etc.
- ✓ Des matières premières (tubes, tôles, barres, etc.) pour réfection de pièces et pour fabrications diverses.
- ✓ Des lubrifiants préalablement standardisés.
- ✓ Des pièces et des modules de rechange attachés à un équipement ou standard. Il appartient aux « méthodes » de déterminer la nomenclature des pièces d'usure relative à

chaque équipement. L'ensemble de ces articles constitue « le fichier des rechanges » du stock de maintenance.

- **Application de la méthode ABC :**

En application de la méthode ABC d'analyse des stocks, nous pourrions ainsi distinguer deux familles extrêmes :

- ✓ Famille A, un petit nombre de pièces de rechange coûteuses représentant, par exemple 12 % du nombre d'articles en magasin, mais 52 % de la valeur consommée ;
- ✓ Famille C, un grand nombre de petits consommables de faible valeur propre. Par exemple 61 % du nombre d'articles, mais seulement 17 % de la consommation annuelle.

III.3 Politiques d'ordonnancement conjoint de la production et de la maintenance : [6]

Le rapprochement entre les deux fonctions production et maintenance est naturel vu que de plus en plus les petites tâches d'entretien sont intégrées dans les temps de production. L'objectif étant de planifier l'exécution des autres tâches de maintenance, en altérant le moins possible le plan de production, tout en respectant au mieux la périodicité de maintenance des équipements. Dans le cas de la maintenance préventive, le but est de réaliser l'ordonnancement des tâches de maintenance. Pour ce faire, différentes politiques de planification peuvent être mises en place. Certains auteurs proposent de réaliser les tâches de maintenance au cours d'arrêts des machines programmés pour d'autres activités (inspections de contrôle de qualité par exemple). D'autres se positionnent au niveau de la planification et déterminent un planning des opérations de maintenance et de production, sans se préoccuper des conflits qui risquent d'apparaître. Les derniers, enfin, traitent des problèmes d'ordonnancement au sens propre relatif à une machine, à des machines parallèles et au flow-shop. Ils construisent un ordonnancement respectant toutes les contraintes et optimisant un critère donné. Par contre, ils ne s'intéressent pas forcément au même niveau de décision ni aux décideurs et encore moins à l'interactivité qui existe entre eux. On recense dans la littérature plusieurs stratégies d'ordonnancement qui vont être décrites ci-dessous et qui visent à résoudre ces conflits le plus efficacement possible. Trois politiques d'ordonnancement ont été recensées, l'ordonnancement séparé, le séquentiel et l'intègre :

- **Ordonnancement séparé :** actuellement la maintenance et la production sont le plus souvent traitées de manière indépendante au sein de l'entreprise. Les ordonnancements correspondants à ces deux activités sont donc réalisés de manière séparée et interfèrent bien souvent l'un avec l'autre entraînant des retards de la production ou de la maintenance. Cette méthode implique la mise en place d'une communication accrue entre les services de production et de maintenance pour limiter les conflits dans l'immobilisation des ressources aussi bien humaines que matérielles.
- **Ordonnancement séquentiel :** cette politique consiste à planifier l'une des deux activités, production ou maintenance, et à utiliser cet ordonnancement comme une contrainte supplémentaire d'indisponibilité des ressources dans la résolution du problème

Chapitre III : Ordonnancement des tâches de maintenance.

d'ordonnancement de l'ensemble des deux types de tâches. De manière générale, la maintenance est planifiée en premier, ensuite l'ordonnancement de la production est réalisé en prenant les opérations de maintenance comme des contraintes fortes d'indisponibilité des ressources.

- **Ordonnancement intégré:** cette politique consiste à créer un ordonnancement conjoint et simultané des tâches de production et de maintenance. Une telle politique de planification limite les risques d'interférence entre la production et la maintenance et permet ainsi d'optimiser la qualité des ordonnancements. Cependant, cette politique n'est actuellement qu'au stade de recherche et de test, vue la différence de caractérisation des tâches de production et de maintenance. Néanmoins, elle offre un bon espoir de voir un jour disparaître les conflits d'utilisation des ressources, en impliquant une bonne coordination entre les services de production et de maintenance.

III.4 Les méthodes :

Le choix entre les méthodes de maintenance 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 donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut 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.

II.5 organisation de la fonction de la maintenance : [7]

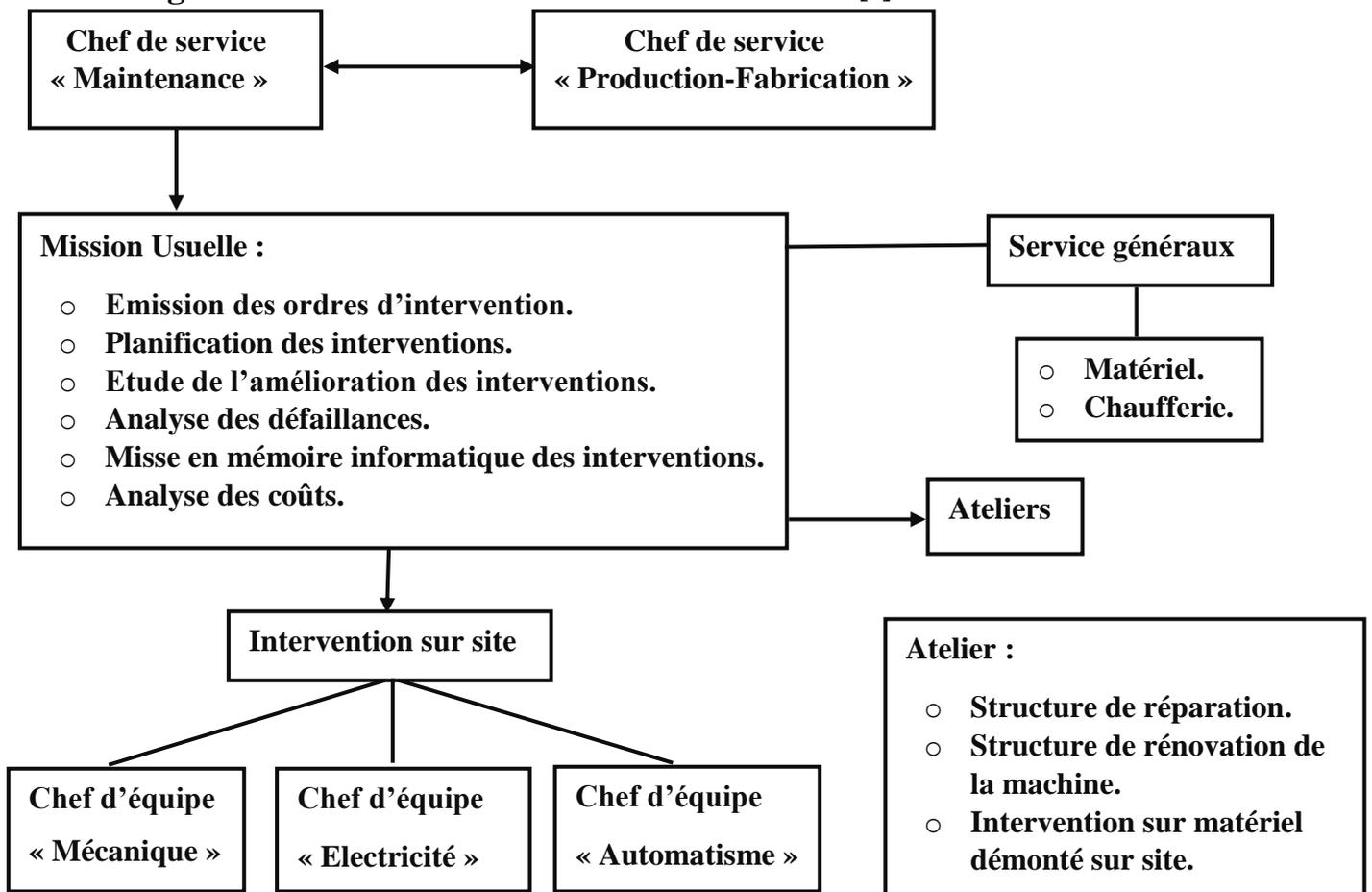


Figure III.1 : Organisation de la fonction de la maintenance.

III.5.1 service de maintenance : [7]

Est responsable du maintien du bon fonctionnement technique de tous les moyens de production (machines, outils, moyens de contrôle, commande, équipement de manipulation, engins de transport).

Pour mener à bien cette tâche, la fonction maintenance doit être en concertation régulier avec d'autres fonctions de l'entreprise :

a) La fonction « études et travaux neufs » pour :

- ✓ L'information des programmes d'investissement.
- ✓ L'étude de l'installation.
- ✓ Les études de fiabilité et de maintenance.
- ✓ La standardisation du matériel.
- ✓ La documentation technique des constructions.
- ✓ Le choix des entreprises de travaux neufs.
- ✓ La réception technique du matériel.

b) La fonction « méthodes et fabrication » pour :

- ✓ Les consignes d'utilisation, de conduite et de surveillance du matériel.
- ✓ Le taux d'utilisation du matériel.
- ✓ Le niveau de sécurité du matériel et de personnel et de fabrication.

c) La fonction « achats » pour :

- ✓ Émettre et respecter cahier des charges et les spécifications techniques de qualité nécessaire.
- ✓ Les problèmes de garantie.
- ✓ Obtenir le dossier technique adapté aux besoins de la fonction maintenance, en particulier la documentation technique.

d) La fonction « financière » pour :

- ✓ Les relations économiques entre amortissement et maintenance.
- ✓ Les cycles de révision économique du matériel.
- ✓ La décision de remplacement.

e) La fonction « gestion des stocks de fournitures et pièces de rechanges » pour :

- ✓ Le catalogue magasin.
- ✓ L'implantation et le classement du magasin.
- ✓ Le choix de la méthode de gestion.

- ✓ La réduction du coût possession des stocks.

f) La fonction « normalisation » pour :

- ✓ Le catalogue magasin.
- ✓ La réduction du coût de possession des stocks

g) La fonction « gestion des ressources humaines » pour :

- ✓ La gestion prévisionnelle du personnel, avec en particulier son niveau de qualification, l'évolution des carrières, ...

h) La fonction « sécurité » pour :

- ✓ La sécurité du personnel et du matériel (organisation du travail, aménagement des postes de travail, ...).

III.5.2 documentation relative au matériel : [7]

a) Le dossier technique :

Il comprend tous les renseignements et documents qui concernent un même type de machine :

- ✓ Eléments de d'identification : désignation du type, constructeur, caractéristiques générales, liste des machines du même type, fiche technique.
- ✓ Répertoire des documents classés dans le dossier.
- ✓ Synthèse des modifications effectuées sur ses machines.
- ✓ Nomenclature de la machine.
- ✓ Instructions de maintenance.

b) Le dossier historique :

Il comprend tous les renseignements et documents qui concernent la vie d'une machine :

- ✓ Les modifications, y compris les améliorations de maintenance.
- ✓ Les commandes extérieures.
- ✓ Les ordres des travaux.
- ✓ Les rapports d'expertise ou d'incident.
- ✓ La fiche historique.

c) La fiche historique :

Relative à chaque machine, regroupe les informations concernant les interventions de maintenance effectuées :

- ✓ Numéro d'ordre des travaux.
- ✓ Date d'exécution.
- ✓ Nature et désignation du travail.
- ✓ Temps passé.

- ✓ Coût de l'intervention.
- ✓ Durée d'arrêt due à l'intervention.
- ✓ Nombre d'unités d'usage ou d'heures fonctionnement.

III.5.3 Documentation relative aux travaux : [7]

- **Demande de travail (DT)** : elle émane le plus souvent d'un responsable production qui la dirige vers le responsable de maintenance qui l'enregistre.
- **L'ordre de travail (OT)** : c'est la fiche d'ordonnancement qui comporte tous les éléments relative à la programmation et au lancement (dates, délais, matières et outillages, élément de sécurité).
- **Bon de travail (BT)** : il constituer l'interface « méthodes / relations ». Tous les éléments relatifs à la quantification et à la qualification du travail y figurent, de façon à permettre la valorisation du bon (estimation du coût de maintenance).

Les trios fiches précédents ne sont valables que si le travail à faire ne comporte qu'une seule phase (ensemble d'opérations confiées à un même ouvrier ou une même équipe, dont le début et la fin sont bien définis, et dont le contenu est contrôlable).

III.6. Les opérations de la maintenance : [8]

III.6.1. Les opérations de maintenance préventive :

Les opérations suivantes sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

- **Inspection** : activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle peut être effectuée sous forme de « rondes » et a pour but la détection de défaillances mineures :
 - ✓ Défauts de lubrification (contrôles des niveaux) ;
 - ✓ Défauts de pression, de températures, de vibrations ;
 - ✓ Détection visuelles de fuites, détection d'odeurs, de bruits anormaux ;
 - ✓ Dépannages simples : réglage de tension de courroie, échanges de lampes.
- **Contrôle** : vérification de la conformité par rapport à des données préétablies, suivies d'un jugement (décision de non-conformité, d'acceptation, d'ajournement).
- **Visite** : activité consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout ou partie des éléments d'un bien. Elle peut entraîner certains démontages et déclencher des opérations correctives des anomalies constatées.

III.6.2. Les opérations de maintenance corrective :

- **Dépannage** : action sur un bien en panne en vue de le remettre en état de fonctionnement, provisoirement avant réparation.
- **Réparation** : intervention définitive et limitée de maintenance corrective.

III.6.3. Autres activités du service maintenance :

- **Les travaux d'amélioration** : ils consistent à modifier un équipement pour augmenter sa sécurité, sa fiabilité et sa maintenabilité.
- **Les travaux de modernisation** : ils consistent à remplacer des composants âgés ou à leurs adjoindre des composants d'une génération nouvelle.
- **La rénovation** : ces travaux comprennent l'inspection complète de tous les organes suivie de :
 - ✓ la réparation des éléments usés ;
 - ✓ l'achat d'éléments neufs.

Conclusion :

La planification d'activités de maintenance à intervalles donnés peut gêner l'ordonnancement d'opérations de fabrication, mais elle est nécessaire pour garantir la disponibilité de l'outil de production. Ces activités de maintenance peuvent concerner les machines elles-mêmes, mais aussi les outils, les changements de bains dans des traitements thermiques ou des activités de nettoyage dans des processus de fabrication salissants comme la peinture ou l'imprimerie. Dans ce contexte, le paradigme multi-agents peut fournir un cadre d'implémentation permettant de modéliser facilement le processus de négociation entre fonctions pouvant intervenir dans le processus d'ordonnancement : un exemple en a été donné dans le cas des fonctions Production et Maintenance, qui sont particulièrement représentatives. Nous avons montré comment la logique floue peut fournir une manière de modéliser les degrés de liberté temporels de la négociation d'une manière assez naturelle

Introduction :

Le monde industriel dispose de machines et d'installations de plus en plus performantes et complexes. Les exigences de haute sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance des systèmes, un rôle prépondérant. Elle doit permettre de n'intervenir qu'en présence d'éléments défectueux, de minimiser le temps de réparation, et de fournir un diagnostic fiable et facilement interprétable malgré la complexité des équipements.

Le concept maintenance, considéré encore comme une fatalité éprouvée par les gestionnaires, est une approche ou plus une adéquation d'un ensemble d'activités visant à maintenir à un degré convenable les moyens de production à un prix optimum pour satisfaire la disponibilité et la sécurité des équipements.

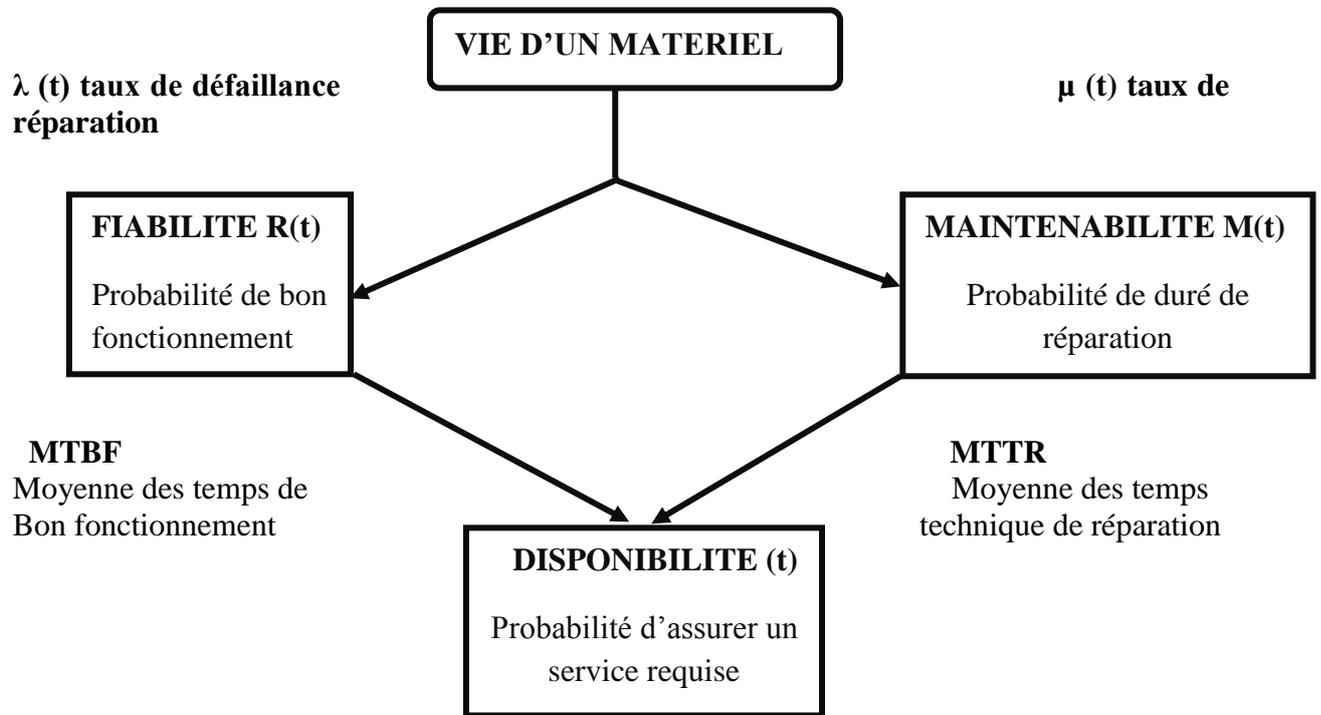
Une conception qua-permanente est obligatoire, ainsi qu'une bonne connaissance réciproque des contraintes, mission et problèmes.

La maintenance commence bien avant le jour de la première panne d'une machine. En fait, elle commence dès la conception, la maintenabilité (aptitude à être entretenue), la fiabilité et la disponibilité (aptitude à être opérationnel) ainsi que la durabilité (durée de vie prévisionnelle) sont prédominées dès sa conception (MBC).

Le rôle de la maintenance, au sein de la structure utilisatrice, commence par la prise en compte de ces critères sous la forme d'un conseil à l'achat. La maintenance doit ensuite participer à l'installation et à la mise en route de la machine et connaître le dossier et le programme de la maintenance dès le premier jour de production, donc de panne potentielle. Sa mission est triple :

- Surveillance permanente ou périodique.
- Dépannages et réparations.
- Actions préventives.

Ce logigramme peut aisément nous donner une vision de la durée de vie d'un équipement.



Ces trois concepts sont envisagés de façon prévisionnelle (avant usage) soit de façon opérationnelle (pendant ou après usage).

IV.1. La place de la sûreté de fonctionnement dans la qualité : [7]

La qualité d'un produit est l'objectif recherché, par toute entreprise qui défend son Label. Par cette représentation, il est montré les différents objectifs visés.

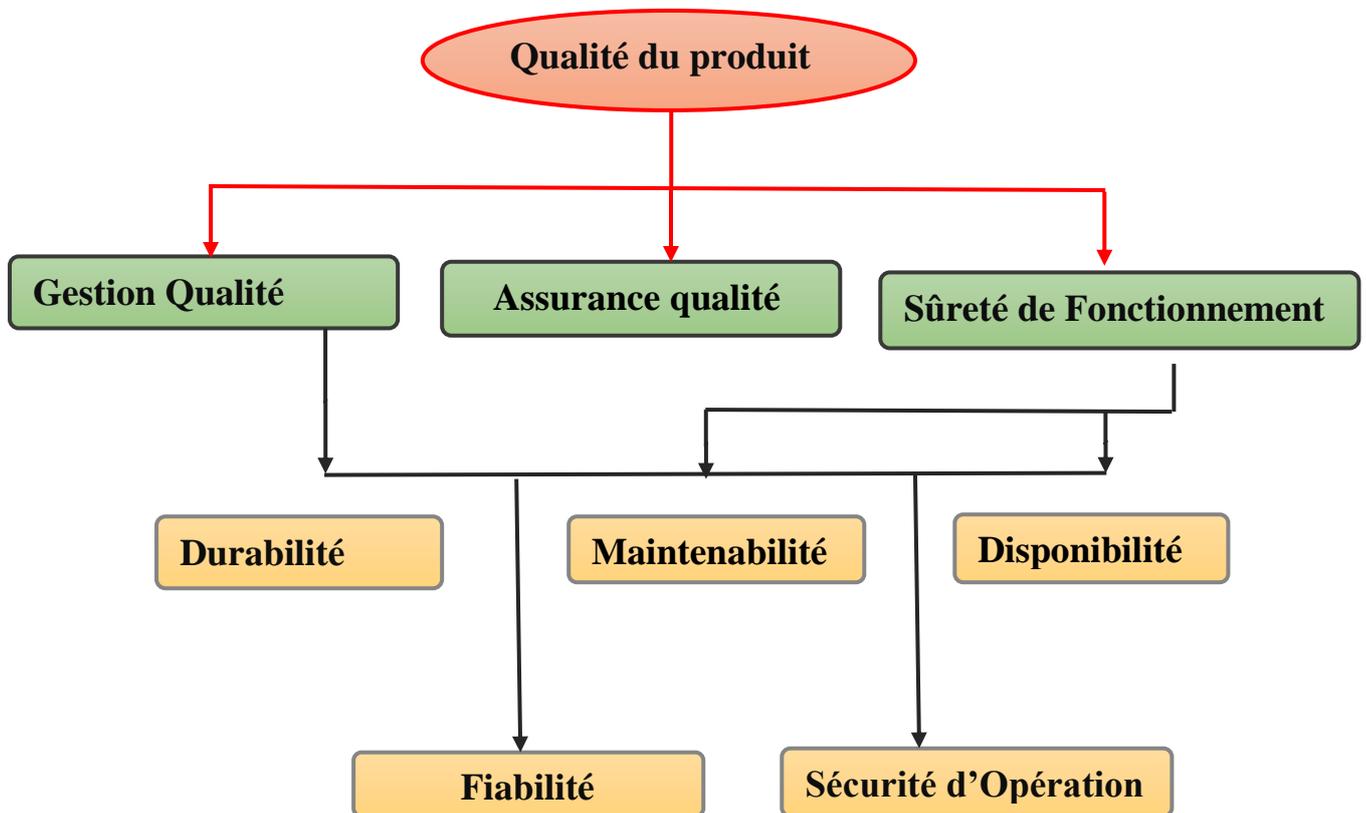


Figure IV.1 : La Sûreté de Fonctionnement (SDF).

IV.2. Rappel [9]

IV.2.1 La Fiabilité :

IV.2.1.1 Définition :

D'après la norme **AFNOR X 60-010** : La fiabilité est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation et pour un intervalle de temps donnés. Cette définition peut être formulée différemment : La fiabilité d'une entité est la probabilité moyenne de non défaillance de cette entité sur un intervalle de temps donné. Les paramètres importants de la fiabilité sont donc les conditions d'utilisation du système, le temps ou le nombre de cycles.

La fiabilité d'un dispositif dépend aussi de la fonction remplie par ce dispositif.

IV.2.1.2 Les différents types de fiabilité :

- a) **Fiabilité intrinsèque** : Elle est propre à un matériel et à un environnement donné et ne dépend que de ce matériel.
- b) **Fiabilité extrinsèque** : Elle résulte des conditions d'exploitation, de la qualité de la maintenance, d'une manière générale d'événement relatif à l'intervention humaine.
- c) **Fiabilité implicite** : Basée sur l'expérience et dont le but est de réduire la fréquence et la durée des arrêts.
- d) **Fiabilité explicite** : Dont le concept est formé mathématiquement, elle permet de déterminer rigoureusement le degré de confiance dans le matériel.

IV.2.2 La maintenabilité :

« Dans les conditions d'utilisation données pour lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits. » (NF EN 13306).

La fonction de la maintenabilité :

$$M(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (1)$$

- a) **Moyenne des temps techniques de réparation :**

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N} \quad (2)$$

MTTR : Moyenne des temps de réparation

N : le nombre de réparation

- b) **Taux de réparation :**

$$\lambda = \frac{1}{MTTR} \quad (3)$$

IV.2.3 La disponibilité :

« C'est l'aptitude d'un dispositif à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données à un instant données ou pendant un intervalle de temps donnée » la norme NFX60-010.

IV.2.3.1 Les différents types de disponibilité :

1) **Disponibilité intrinsèque :**

$$D_i = M.T.B.F / (M.T.B.F + M.T.T.R) \quad (4)$$

2) **Disponibilité instantanée :**

$$D(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t} \quad (5)$$

3) **Disponibilité asymptotique :**

$$D(t) = \frac{\eta}{\lambda + \eta} \quad (6)$$

IV.2.4 Le modèle choisi pour l'étude (Weibull) : [9]

La loi de Weibull est la plus utilisée dans le calcul de la fiabilité, c'est pour cela qu'on lui donne un intérêt particulier dans ce qui suit. C'est un modèle mathématique particulièrement bien adapté à l'étude statistique des défaillances. Cette loi de Weibull est utilisée en fiabilité, en particulier dans le domaine mécanique, cette loi à l'avantage d'être très souple et de pouvoir s'ajuster à différents résultats d'expérimentations.

Weibull a donné au taux d'avarie $\lambda(t)$ une formule générale dépendant de trois paramètres η , β , γ qui rend compte avec une bonne précision dans une gamme étendu.

Les différentes formules utilisées pour la distribution de Weibull sont :

a)- La densité de probabilité des défaillances :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \frac{(t - \gamma)^{\beta-1}}{\eta} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (7)$$

$f(t)$: probabilité d'avarie au temps (t).

b)- La fonction de répartition :

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (8)$$

F(t) : probabilité d'avarie cumulée au temps de 0 à t.

c)- La fonction de fiabilité :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (9)$$

R(t) : probabilité de non-défaillance dans l'intervalle de temps [0.t].

d)- Taux de défaillance :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (10)$$

$\lambda(t)$: Probabilité d'avarie au temps $(t + \Delta t)$ d'un dispositif qui était en bon fonctionnement au début de l'unité de temps (t).

IV.2.4.1 Signification des paramètres du modèle de WEIBULL : [9]

➤ $\beta \rightarrow$ Paramètre de forme > 0 , sans dimension :

β Définit l'allure de la distribution de Weibull. L'allure générale des courbes de densité de probabilité $f(t)$ et de celle de la fonction du taux d'avarie $\lambda(t)$ varie avec β .

- Si $\beta > 1$, le taux de défaillance est croissant, caractéristique de la zone de vieillesse.
- Si $\beta = 1$, le taux de défaillance est constant, caractéristique de la zone de maturité.
- Si $\beta < 1$, le taux de défaillance est décroissant, caractéristique de la zone de jeunesse.

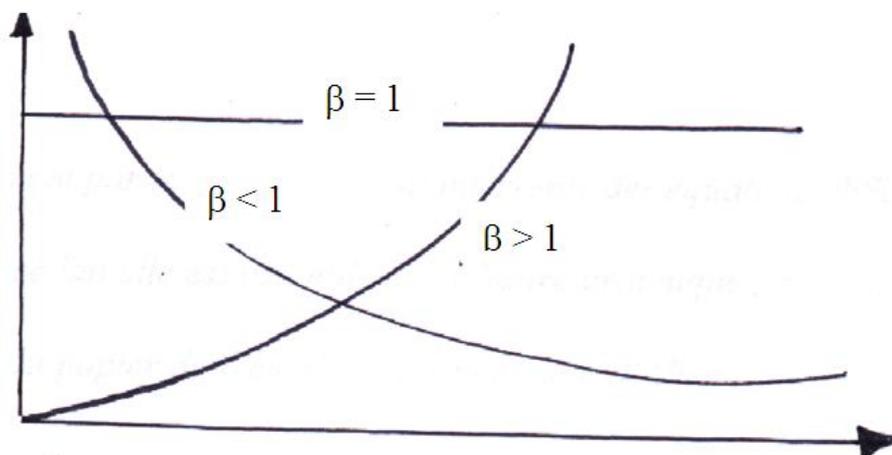


Figure III.2. Paramètre de forme

Remarque : pour $\gamma = 0$ et $\beta = 1$, on retrouve la distribution exponentielle, cas particulier de la loi de Weibull :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (11)$$

➤ $\eta \rightarrow$ paramètre d'échelle >0 , qui s'exprime dans l'unité de temps :

En unité de temps qui est associé à l'échelle utilisée sur le graphe d'Allain Plait.

Il permet la détermination de la **MTBF** et l'écart type de la distribution par les relations :

$$\text{MTBF} = \mathbf{A. \eta} + \gamma \quad (12) \quad \text{et} \quad \sigma = \mathbf{B. \eta} \quad (13)$$

➤ $\gamma \rightarrow$ paramètre de position, $-\infty < \gamma < +\infty$, qui s'exprime dans l'unité de temps :

Ce paramètre indique une survie totale du lot entre 0 et γ ainsi qu'une fréquence ou densité de probabilité nulle durant cette période.

Lorsqu'est négatif cela signifie que dès l'origine des temps, des éléments sont déjà détruits. Il faut faire un changement d'origine.

Lorsqu'est positif, cela signifie que la distribution des défaillances a son origine après $t = 0$. Si $\gamma = 0$ les défaillances débutent à l'origine des temps.

IV.2.5 Test de KOLMOGROV – SMIRNOV (K-S):

Le modèle qu'on peut établir en fiabilité est issu d'un échantillon de population, puis on fait l'hypothèse soit une loi particulière.

- Ainsi, il reste à vérifier la validité de cette loi, la vérification est obtenue par un test.
- Aucune restriction n'est nécessaire ; quel que soit la taille (n), on peut l'appliquer.
- L'idée du test est de comparer la fonction réelle de répartition des défaillances à la fonction de répartition théorique.

Il consiste à mesurer l'écart point par point entre ces deux fonctions :

$$\mathbf{D_{n, \max} = | Fe(t) - F(t_i) |} \quad (14)$$

$F(t_i)$: la fonction de répartition théorique.

$Fe(t)$: la fonction de répartition réelle.

Elle peut être obtenue par la méthode des rangs médians :

$$F(\mathbf{ti}) = \frac{\sum ni - 0.3}{N + 0.4} \quad \text{Si} \quad N \leq 20$$

$$F(\mathbf{ti}) = \frac{\sum ni}{N + 1} \quad \text{Si} \quad N > 20$$

$$F(\mathbf{ti}) = \frac{\sum ni}{N} \quad \text{Si} \quad N < 50$$

On montre que : $\mathbf{D}_n = \text{Max} |\mathbf{Fe}(\mathbf{t}) - \mathbf{F}(\mathbf{ti})|$ suit une loi ne dépendant que de η

Eton écrit que : $\mathbf{P}(\text{Max} |\mathbf{Fe}(\mathbf{t}) - \mathbf{F}(\mathbf{ti})| < \mathbf{D}_{n, \alpha}) = 1 - \alpha$

Si : $\mathbf{D}_{n, \max} > \mathbf{D}_{n, \alpha}$, nous refusons l'hypothèse du modèle théorique.

Si : $\mathbf{D}_{n, \max} < \mathbf{D}_{n, \alpha}$, nous acceptons l'hypothèse du modèle théorique.

La valeur de $\mathbf{D}_{n, \alpha}$ est donnée par la table de KOLMOGROV-SMIRNOV (K-S).

IV.3 Application du modèle de WEIBULL :

Dans notre cas, on applique la loi de Weibull sur le tour 16d20

Calcul de la fonction de répartition : avec (N= 25)

$$F(ti) = \frac{\sum ni}{N + 1}$$

Rang	TBF	Ni	∑ni	F (ti) théorique	F (ti) théorique en %
1	48	1	1	0,037037037	3,703703704
2	72	1	2	0,074074074	7,407407407
3	120	1	3	0,111111111	11,11111111
4	144	1	4	0,148148148	14,81481481
5	240	1	5	0,185185185	18,51851852
6	360	1	6	0,222222222	22,22222222
7	480	1	7	0,259259259	25,92592593
8	504	1	8	0,296296296	29,62962963
9	528	1	9	0,333333333	33,33333333
10	720	1	10	0,37037037	37,03703704
11	960	1	11	0,407407407	40,74074074
12	1056	1	12	0,444444444	44,44444444
13	1128	1	13	0,481481481	48,14814815
14	1128	1	14	0,518518519	51,85185185
15	1248	1	15	0,555555556	55,55555556
16	1272	1	16	0,592592593	59,25925926
17	1560	1	17	0,62962963	62,96296296
18	1992	1	18	0,666666667	66,66666667
19	2088	1	19	0,703703704	70,37037037
20	2112	1	20	0,740740741	74,07407407
21	2280	1	21	0,777777778	77,77777778
22	2496	1	22	0,814814815	81,48148148
23	2760	1	23	0,851851852	85,18518519
24	2880	1	24	0,888888889	88,88888889
25	3000	1	25	0,925925926	92,59259259

Tableau IV.1 : Fonction de répartition

Sur le papier de Weibull, nous avons dessiné les points ayant comme abscisses les TBF et en ordonnées les $F(i)$ approximées. Le graphe de la figure (Fig.IV.3) montre l'allure obtenue qui est sous forme d'une courbe avec un $\gamma = 0$

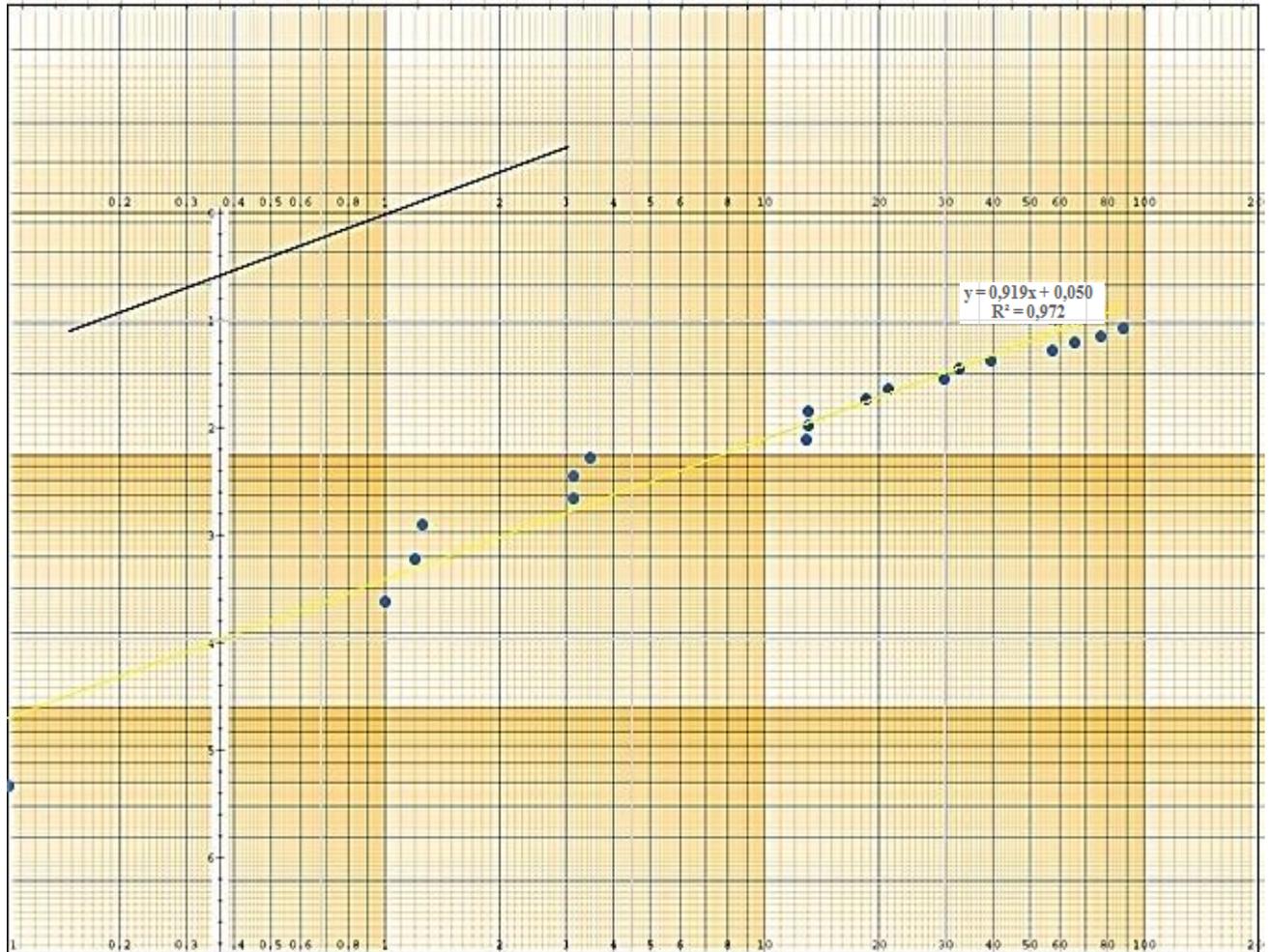


Figure IV.3. Représentation des TBF sur le papier de Weibull

D'après le papier Weibull (Figure IV.3), on a pu déterminer les trois paramètres de la loi de Weibull :

- $\gamma = 0$
- $\eta = 1542$
- $\beta = 0,919$

Après le calcul de la différence entre les fonctions de répartition théoriques et réelles, on trouve :

Rang	TBF	Ni	$\sum ni$	F (ti) théorique	F(t) réelle	Dni
1	48	1	1	0,037037037	0,040391407	0,00335437
2	72	1	2	0,074074074	0,058090929	0,01598314
3	120	1	3	0,111111111	0,091264623	0,01984649
4	144	1	4	0,148148148	0,106990523	0,04115763
5	240	1	5	0,185185185	0,165525006	0,01966018
6	360	1	6	0,222222222	0,230995997	0,00877377
7	480	1	7	0,259259259	0,289755325	0,03049607
8	504	1	8	0,296296296	0,300812321	0,00451602
9	528	1	9	0,333333333	0,31165559	0,02167774
10	720	1	10	0,37037037	0,391426111	0,02105574
11	960	1	11	0,407407407	0,476349418	0,06894201
12	1056	1	12	0,444444444	0,506459836	0,06201539
13	1128	1	13	0,481481481	0,527765001	0,04628352
14	1128	1	14	0,518518519	0,527765001	0,00924648
15	1248	1	15	0,555555556	0,56103065	0,00547509
16	1272	1	16	0,592592593	0,567366846	0,02522575
17	1560	1	17	0,62962963	0,636044101	0,00641447
18	1992	1	18	0,666666667	0,717848528	0,05118186
19	2088	1	19	0,703703704	0,73319661	0,02949291
20	2112	1	20	0,740740741	0,736892707	0,00384803
21	2280	1	21	0,777777778	0,761286992	0,01649079
22	2496	1	22	0,814814815	0,789179389	0,02563543
23	2760	1	23	0,851851852	0,818670923	0,03318093
24	2880	1	24	0,888888889	0,830609221	0,05827967
25	3000	1	25	0,925925926	0,040391407	0,00335437

Tableau IV.2: Ecart entre les fonctions de répartition réelle et théorique

Après avoir calculé les D_n , on a trouvé que :

$$D_{n, \max} = \mathbf{0,06894201}$$

$N = 25$, en posant que : $\alpha = 0.05$ et en se référant à la table du test K-S (ANNEXE 2),

$$D_{n, \alpha} = 0,24$$

Il apparait que : $D_{n, \max} < D_{n, \alpha}$, le modèle de Weibull est donc accepté.

III.3.1 Calcul des éléments de mesure de la fiabilité :

A partir de la table de calcul de MTBF, on trouve les paramètres A et B en fonction de la valeur β (ANNEX 1)

$$\mathbf{A = 1,0522}$$

$$\mathbf{B = 1,17}$$

- Calcul de la moyenne des temps de bon fonctionnement :

$$MTBF = A. \eta + \gamma$$

$$MTBF = 1,0522 * 1542 + 0 = \mathbf{1622,50 \text{ h}}$$

$$MTBF = \mathbf{1623 \text{ h}}$$

- Calcul de l'écart type :

$$\sigma = B. \eta$$

$$\sigma = 1,17 * 1542 = \mathbf{1804,14 \text{ h}}$$

$$\sigma = \mathbf{1804,14 \text{ h}}$$

IV.3.2 Etude du modèle de Weibull :

TBF	R(t)	$\lambda(t)$	f(t)	F(t)
48	0,95960859	0,00078938	0,00075749	0,040391407
72	0,94190907	0,00076387	0,0007195	0,058090929
120	0,90873538	0,00073291	0,00066602	0,091264623
144	0,89300948	0,00072217	0,0006449	0,106990523
240	0,83447499	0,0006929	0,00057821	0,165525006
360	0,769004	0,00067051	0,00051563	0,230995997
480	0,71024467	0,00065507	0,00046526	0,289755325
504	0,69918768	0,00065248	0,00045621	0,300812321
528	0,68834441	0,00065003	0,00044744	0,31165559
720	0,60857389	0,0006339	0,00038578	0,391426111
960	0,52365058	0,0006193	0,0003243	0,476349418
1056	0,49354016	0,00061454	0,0003033	0,506459836
1128	0,472235	0,00061126	0,00028866	0,527765001
1128	0,472235	0,00061126	0,00028866	0,527765001
1248	0,43896935	0,00060628	0,00026614	0,56103065
1272	0,43263315	0,00060534	0,00026189	0,567366846
1560	0,3639559	0,00059542	0,00021671	0,636044101
1992	0,28215147	0,00058375	0,0001647	0,717848528
2088	0,26680339	0,00058152	0,00015515	0,73319661
2112	0,26310729	0,00058099	0,00015286	0,736892707
2280	0,23871301	0,0005774	0,00013783	0,761286992
2496	0,21082061	0,00057318	0,00012084	0,789179389
2760	0,18132908	0,00056853	0,00010309	0,818670923
2880	0,16939078	0,00056657	9,5972E-05	0,830609221

Tableau IV.3: Tableau des résultats des fonctions de fiabilité, de répartition théorique et réelle, du taux de défaillance et de la densité de probabilité en fonction des TBF

IV.3.3 Interprétation des courbes :

IV.3.3.1 Fonction de fiabilité R(t) :

$$R(\text{MTBF}) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} = 0,2514$$

$$R(\text{MTBF}) = 25,14 \%$$

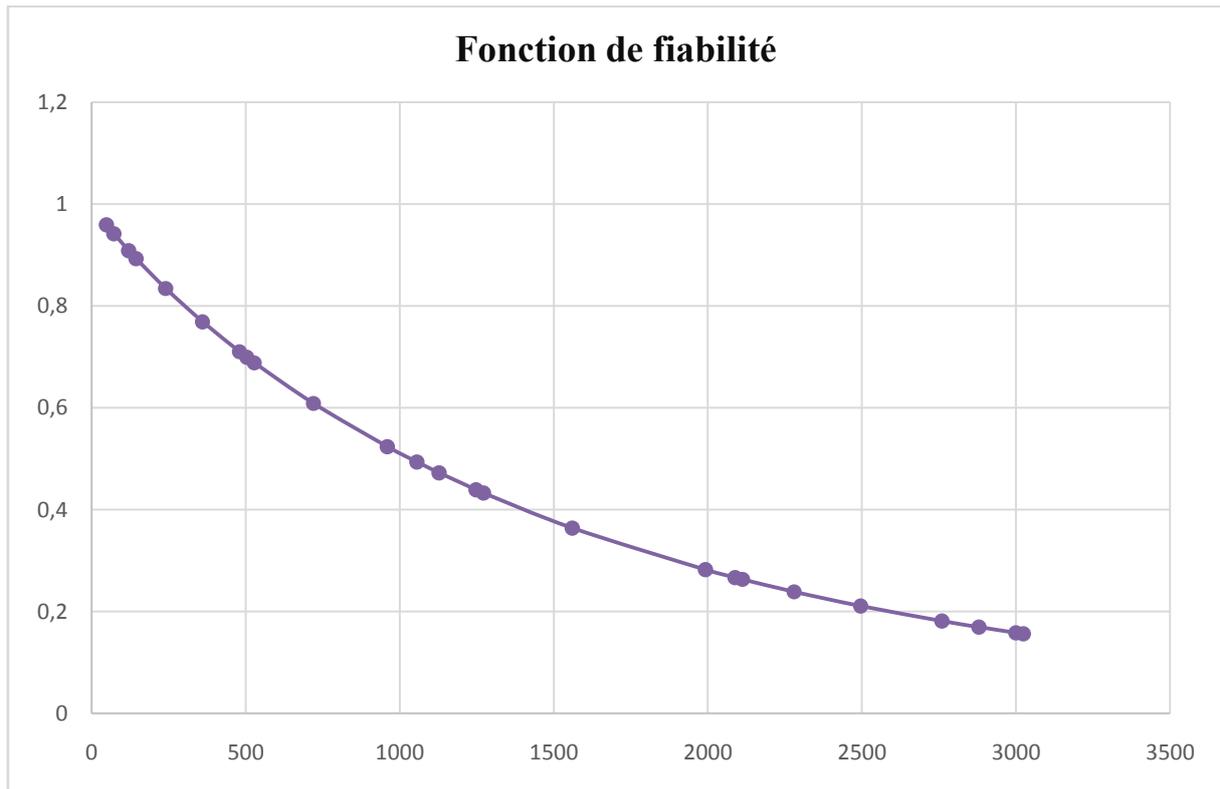


Figure IV.4.: La fiabilité R(t) en fonction du temps

Dans la figure, nous représentons les résultats de calcul de la fiabilité R(t) obtenus à partir du tableau. La fonction de fiabilité est décroissante avec le temps, donc la probabilité de bon fonctionnement du tour 16d20 décroît avec le temps. En plus, la valeur de la fiabilité pour $t=\text{MTBF}=1623$ est égale à 25.14 %, ($R(\text{MTBF})=25.14\%$), ce qui implique que ce tour a 25.14% de chances de vivre jusqu'à la MTBF, donc il n'est pas fiable.

IV.3.3.2 Taux de défaillance :

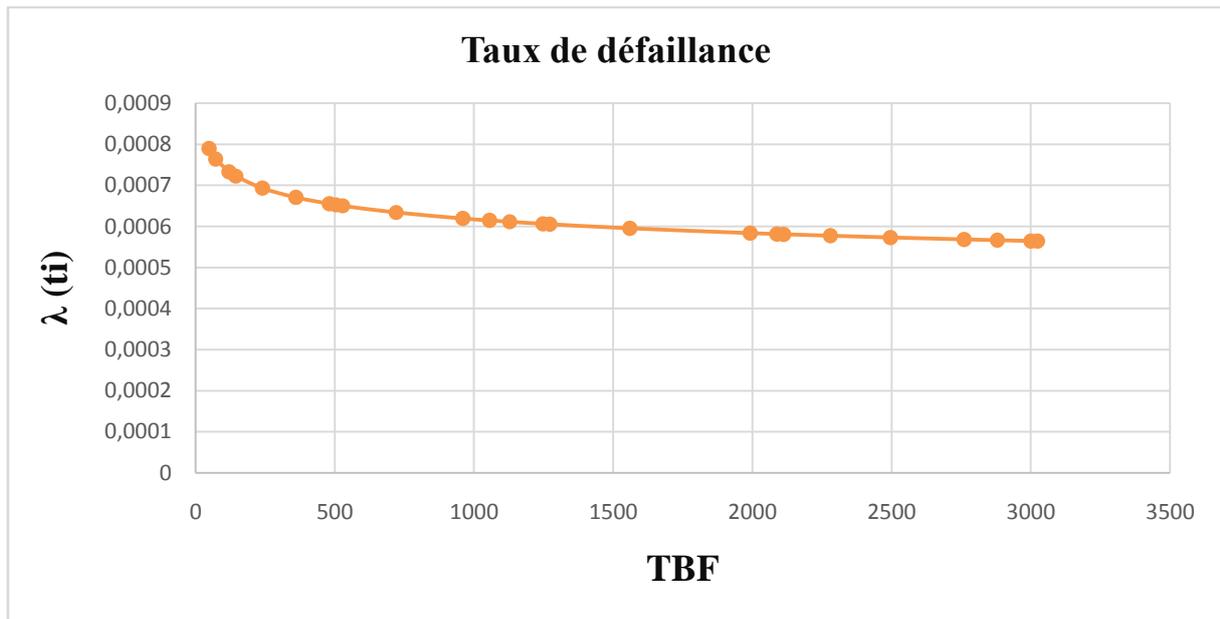


Figure IV.5 : Taux de défaillance

Dans la figure, nous représentons les résultats de calcul du taux de défaillance $\lambda(t)$ en fonction du temps. Il est décroissant avec le temps ; ($\beta < 1$). Le tour 16d20 est donc en fin de la période de jeunesse et début de sa maturité.

IV.3.3.3 Densité de probabilité :

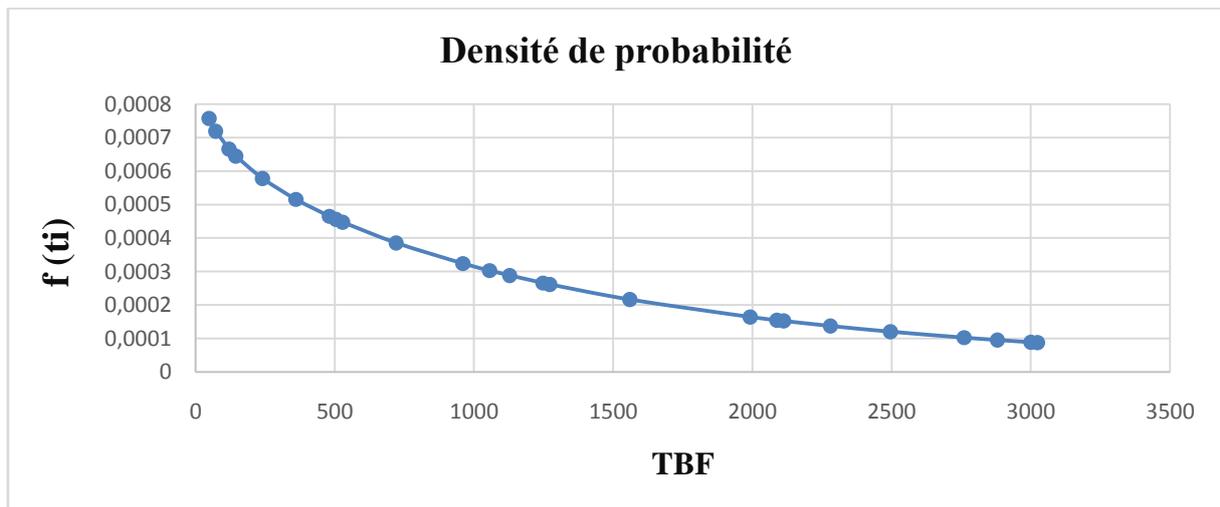


Figure IV.6 : Densité de probabilité en fonction du temps

Dans la figure, nous remarquons que cette fonction est décroissante avec le temps. Elle montre également qu'il y a des pannes qui se manifestent bien avant la MTBF qui est égale à 1623h.

IV.3.4 Calcul de la maintenabilité :

a) Moyenne des temps de réparation :

$$MTTR = \frac{\sum ttr}{\sum ni} = \frac{28680}{25} = 1147,2 \text{ h}$$

b) Taux de réparation :

$$\lambda = \frac{1}{MTTR}$$

$$\mu = 1 / 1147,2 = 0,0087 \text{ int/h}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$M(MTTR) = 1 - e^{-0,0087 * 1147,2} = 0,6419$$

À partir la formule de maintenabilité on obtient que $M(MTTR) = 64.19\%$.

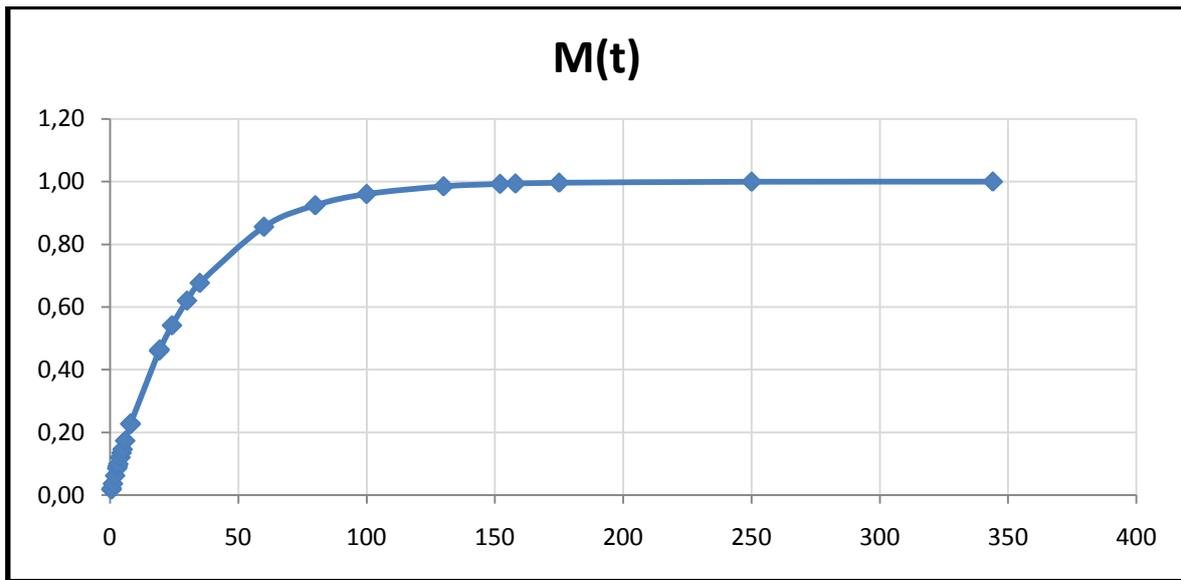


Figure. IV.7: Maintenabilité M(t) en fonction du temps

Interprétation de la courbe M(t) :

On constate que la courbe de maintenabilité va croître avec la variation des TTR, En plus, la valeur de la maintenabilité pour $t=MTTR=30.968$ est égale 64,19% ($M(MTTR)=63,21\%$) ce qui justifie la bonne maintenabilité du tour 16D20.

IV.3.5 Calcul de la disponibilité :

1) Disponibilité intrinsèque :

$$D_i = M.T.B.F / (M.T.B.F + M.T.T.R)$$

$$D_i = 1623 / (1623 + 1147,2) = \mathbf{0,585878}$$

2) Disponibilité instantanée :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{1623} = \mathbf{0,00075 \text{ déf/h}}$$

$$D(MTBF) = \frac{1623}{1623 + 0.00075} + \frac{1623}{1623 + 0.00075} e^{-(1623+0.00075)1623}$$

$$D(MTBF) = \mathbf{0,585878}$$

$$D_{ins}(MTBF) = \mathbf{58,5878}$$

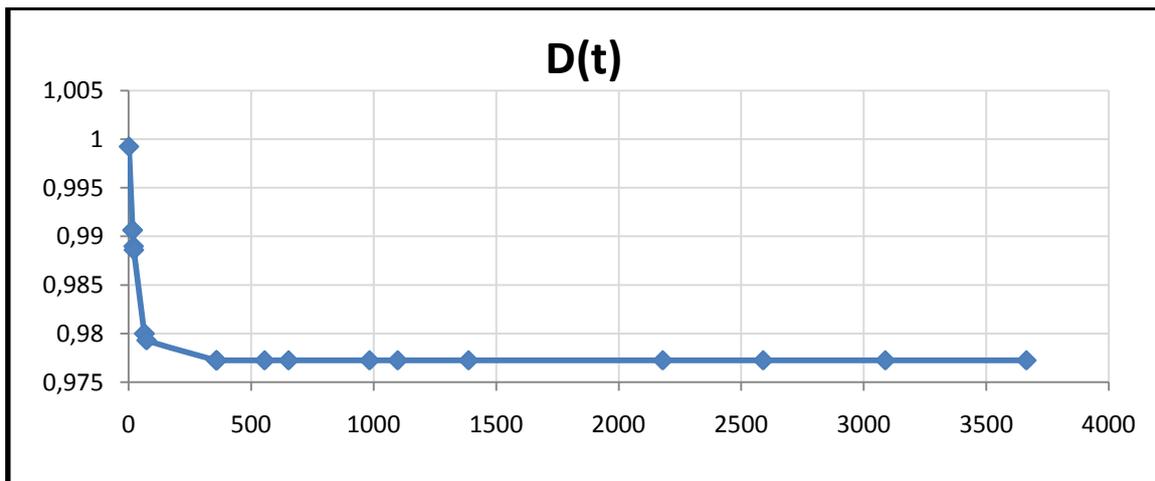


Figure. IV.8: Disponibilité en fonction du temps

Interprétation de la courbe D(t) :

Elle est décroissante avec le temps, ce qui implique que la disponibilité du tour décroît avec le temps. En plus la valeur de la disponibilité pour t=MTBF est égale à 58,58% ce qui implique que le tour 16D20 à 58,58% est une bonne disponibilité.

3) Disponibilité asymptotique :

$$D(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda}$$

$$D(t) = \frac{0.03229148}{0.03229148 + 0.00075} = \mathbf{0,585878 \text{ ou } 58,58\%}$$

Conclusion :

Pratiquement les machines outils, sont des équipements de confection de défèrent pièces utiles aux machines de production. Les AMM sont le fer de lance en la matière, puisqu'elles disposent les moyens considérables à cet effet.

Notre étude s'est portée sur le tour conventionnel, qui présente des problèmes du point de vue maintenance. La remise au point nécessite une stratégie de maintenance efficace.

Nous avons trouvé que sa fiabilité est de 26,18% pour un temps moyen de fonctionnement de MTBF=1623h l'équivalent de deux mois environ. Les principales causes d'arrêts de ce dernier se présentent :

- Sur la boîte de commande où il y a manque de liaison en vitesse de rotation du mandrin.
- Un jeu excessif se présent au niveau des mors, causant un mauvais serrage de la pièce à usiner.

En considérant ces anomalies, on remarque qu'il y a problème au niveau de la transmission, moteur → mandrin.

Certes, les interventions effectuées sporadiquement (correctif), rétablissent la machine à don état initial, mais la n'est pas la solution. Une politique de maintenance établie avec sa stratégie, ne verra que l'augmentation de la MTBF, de la fiabilité et par conséquent une disponibilité meilleure.

Introduction :

Optima Int est un logiciel de **Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur** (G.M.A.O.). Il permet de gérer un parc d'équipements de toute nature (machines, outillages, véhicules, bâtiments,...), aussi bien sur le plan curatif que sur le plan préventif.

Optima Int peut s'inscrire dans une logique de maintenance multi-sites et même multi-sociétés. Avec une seule licence Optima Int, vous gérez la maintenance d'un nombre illimité de sites et/ou de sociétés.

Optima Int a été conçu avec des responsables de maintenance pour répondre aux besoins concrets d'une petite, moyenne ou grande structure.

Optima Int est une solution globale de gestion et d'organisation de la fonction maintenance multi-métiers qui garantit une gestion optimisée de vos ressources humaines, matérielles et budgétaires.

IV.1 Pour quoi une GMAO ?

Une solution de GMAO est un véritable outil d'aide à la décision dans une entreprise qui permet une gestion optimisée des ressources humaines, matérielles et budgétaires.

Une GMAO maîtrisée doit aboutir à des gains de productivité et d'efficacité et donc une meilleure compétitivité.

Souvent quand il s'agit d'un logiciel, il est impératif de se demander quel est le bénéfice engendré dans son utilisation ?

Après une recherche et enquête dans le voisinage industriel, et principalement dans les ateliers « AMM », nous avons opté pour ce logiciel qui a notre avis répond aux besoins organisationnels du service de maintenance.

Notre choix est motivé par la simplicité, la rapidité et les informations émanant de ce logiciel.

La condition essentielle est :

« La saisie de toutes les informations aux temps importants »

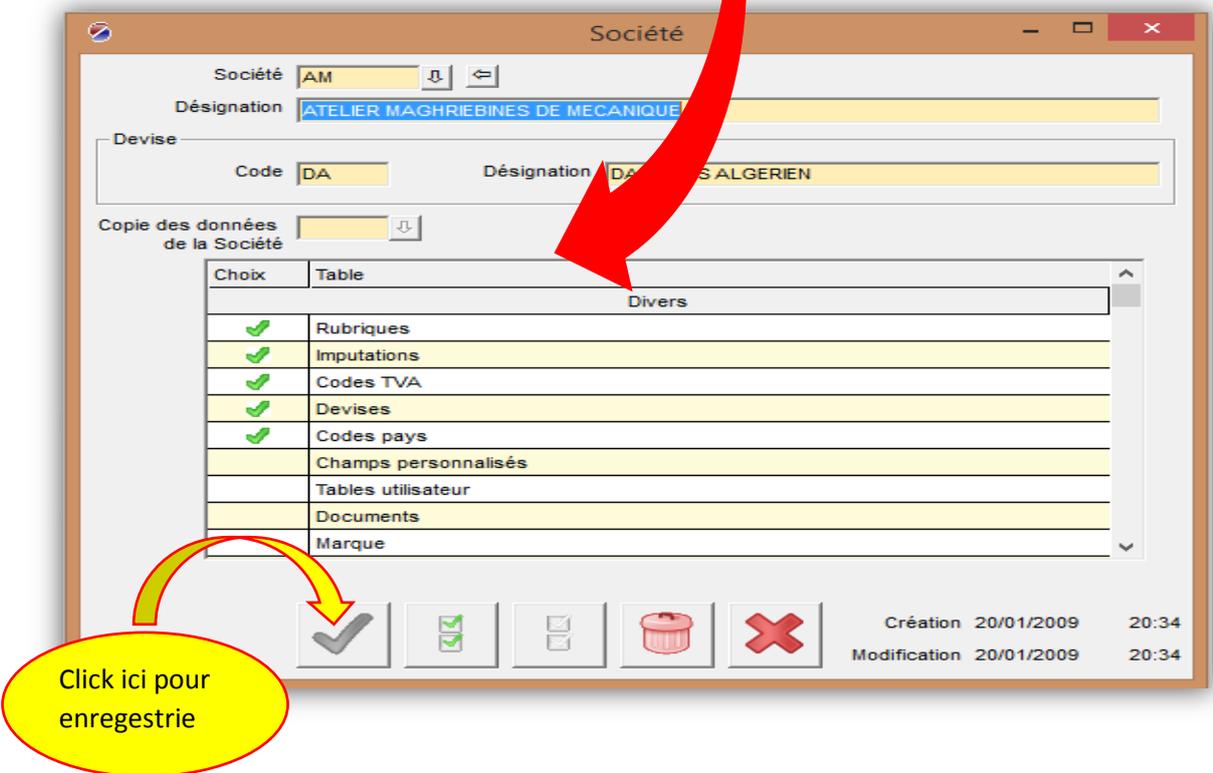
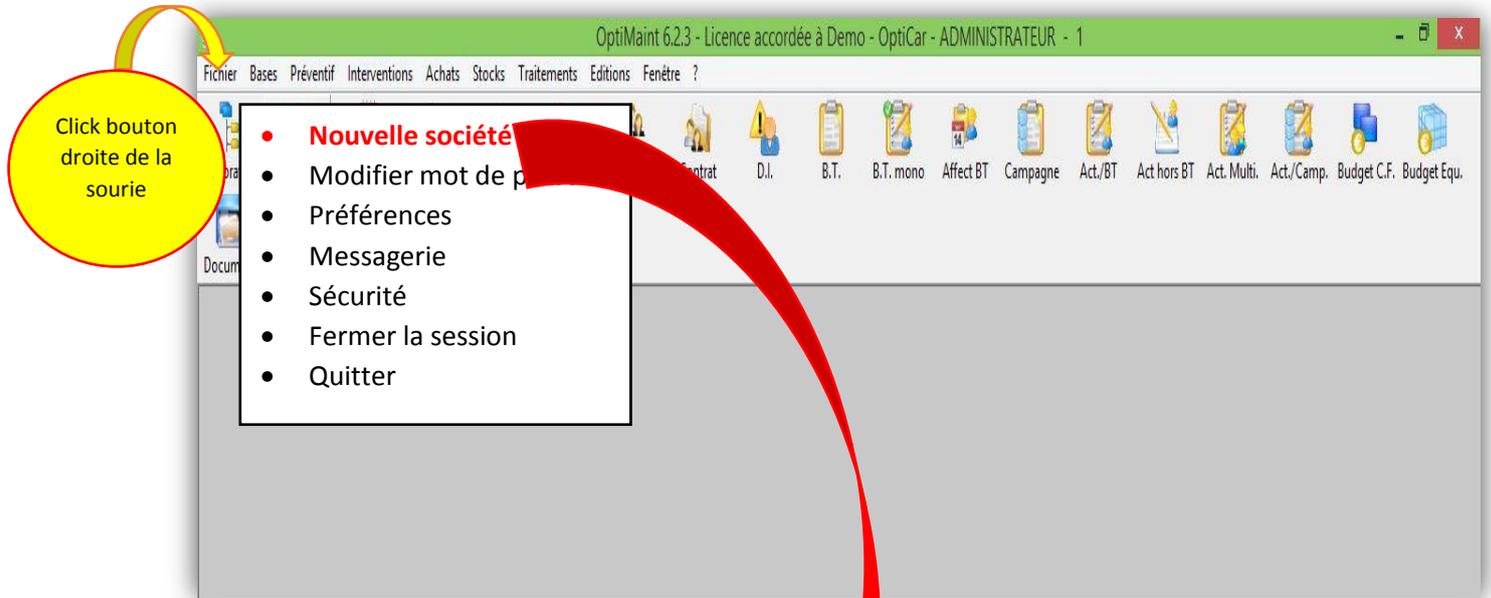
Une négligence quelconque peut entraîner des résultats erronés.

Le bénéfice engendré est très appréciable et surtout en temps de préparation des travaux de maintenance et à la recherche de la PDR, (Gestion des stocks). Cela sous-entend de TTR moindre d'où une disponibilité accrue.

Par ce qui suit, nous avons présenté la méthodologie d'utilisation de cet outil de GMAO.

IV.2 Création d'une entreprise :

IV.2.1 Pour créer une entreprise il faut Déterminer les étapes suivantes :



Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

Click ici

Click bouton droite de la souris

- Ajouter une Division
- Consulter
- Actualiser
- Tout développer
- Tout réduire

Division

Division: AT.MEC

Désignation: ATELIER MECANIQUE

Général

Secteur: US SECTEUR D'USINAGE

Siret: _____

A.P.E.: _____

N° intracommun.: _____

Impression désignation Division sur les commandes

Suppression: _____

Création

Modification

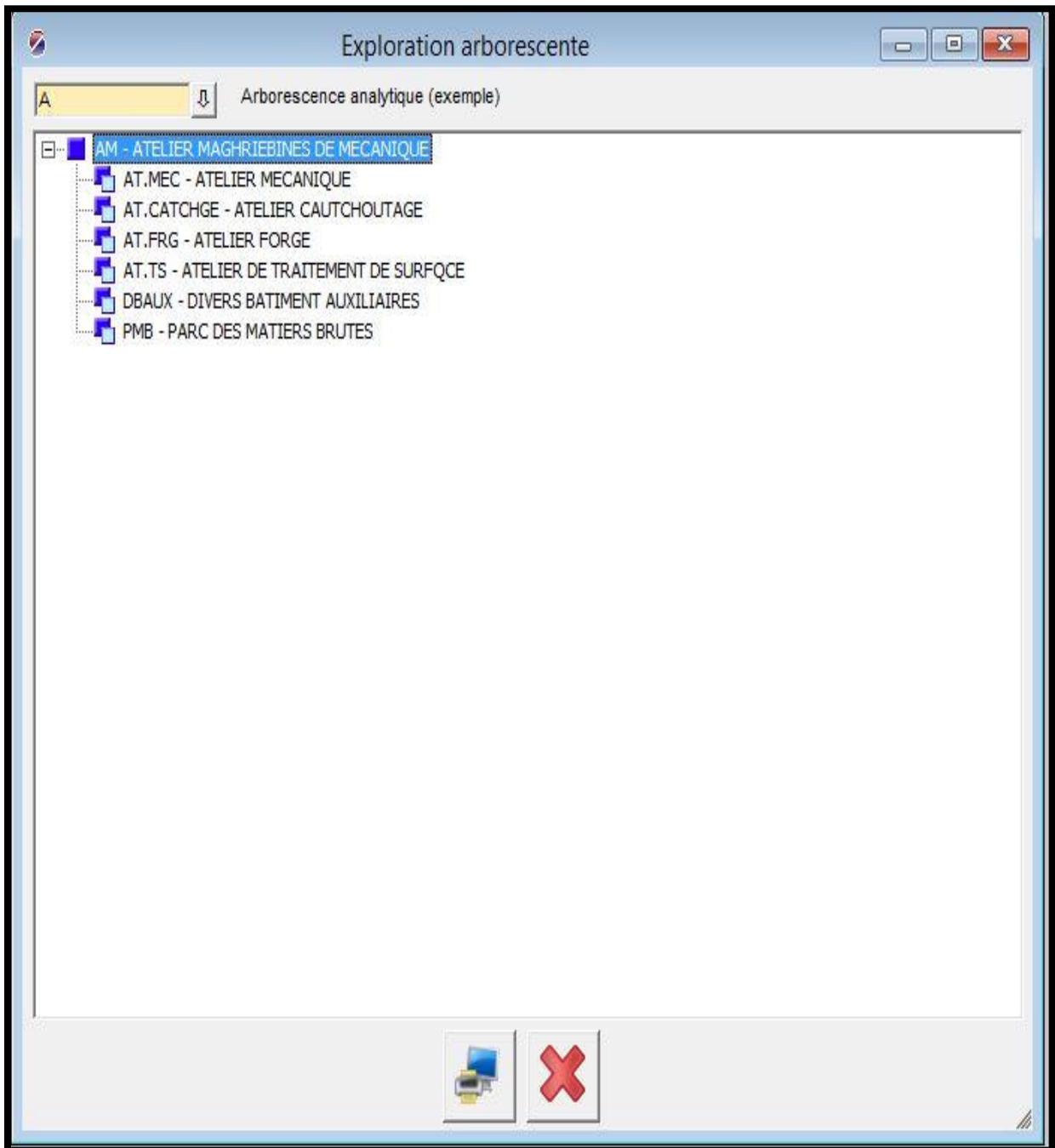
Click ici pour enregistre

Secteur

Désignation: SECTEUR D'USINAGE

Click ici pour enregistre

IV.2.2 Les Résultats :



IV.3 Création des Ateliers :

IV3.1 Pour créer les Ateliers il faut Déterminer les étapes suivantes :

Click bouton droite de la souris

Ajouter un Centre de frais

- Consulter
- Actualiser
- Tout développer
- Tout réduire

Click ici pour enregistrer

Centre de frais

C.F.: PM

Désignation: PETITE MECANIQUE

Division: AT.MEC

Centre analytique:

Siret:

A.P.E.:

N° intracommun.:

Impression désignation C.F. sur les commandes

Direct

Saisie Equipement obligatoire pour un achat non stocké

Saisie Organe obligatoire pour un achat non stocké

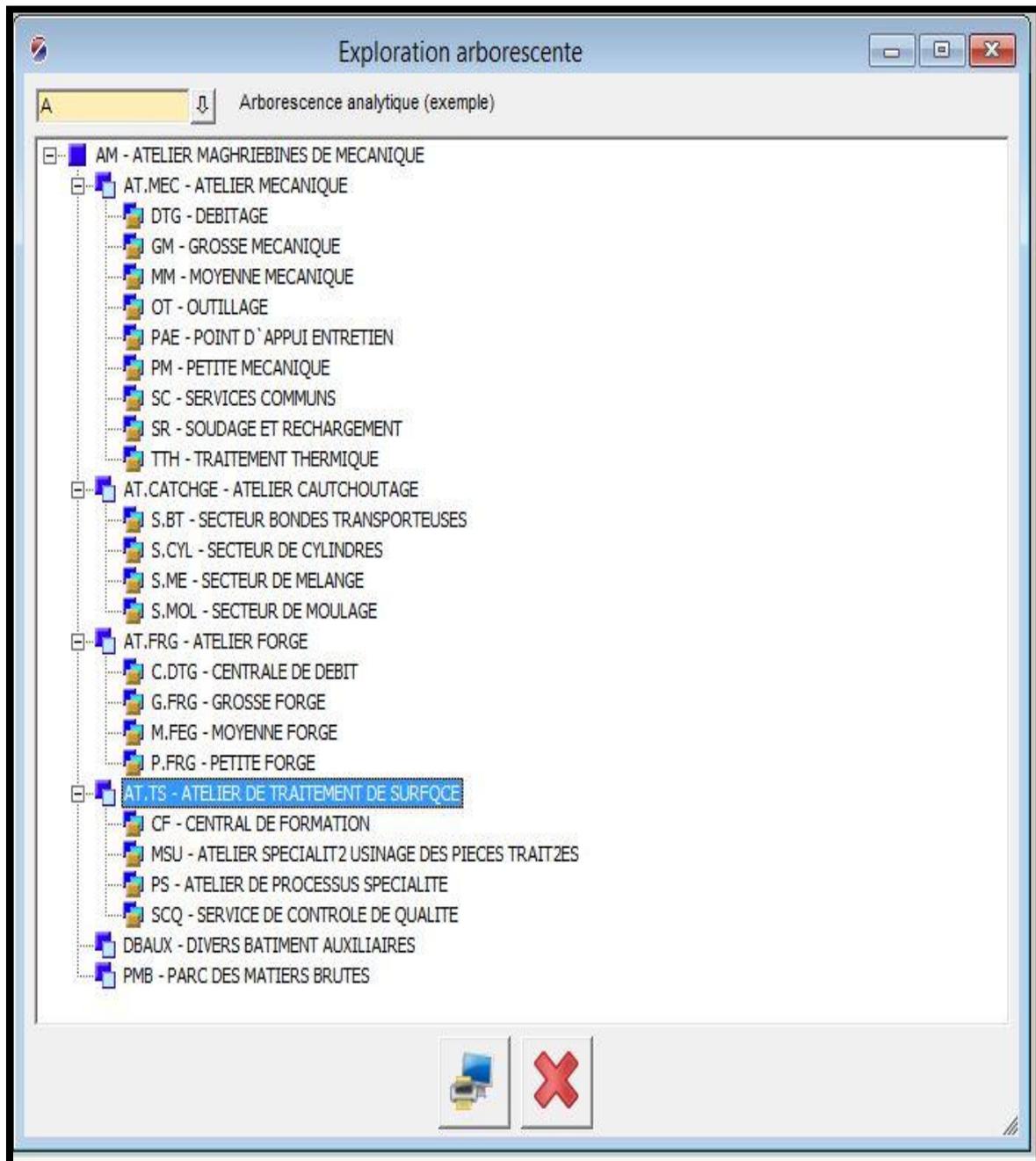
Suppression

Création

Modification

Division	Désignation
AT.CATCHGE	ATELIER CAUCHOUTAGE
AT.FRG	ATELIER FORGE
AT.MEC	ATELIER MECANIQUE
AT.TS	ATELIER DE TRAITEMENT DE SURFQCE
DBAUX	DIVERS BATIMENT AUXILIAIRES
PMB	PARC DES MATIERS BRUTES

IV.3.2 Les Résultats :



Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.3.3 Pour Ajouter les Equipements Il faut Déterminer les étapes suivantes :

Clik bouton droite de la souris

Ajouter un équipement

- Consulter
- Actualiser
- Tout développer
- Tout réduire

Equipement

Equipement 25311 Désignation TOUR VERTICAL 1516

Organes / Articles Compteurs/Préventifs B.T. / Planning

Général Compléments Consignes sécurité Com

C.F. MM MOYENNE MECANIQUE

Famille TR TOUR

Sous-famille

Groupe

Criticité

Classe

Emplacement

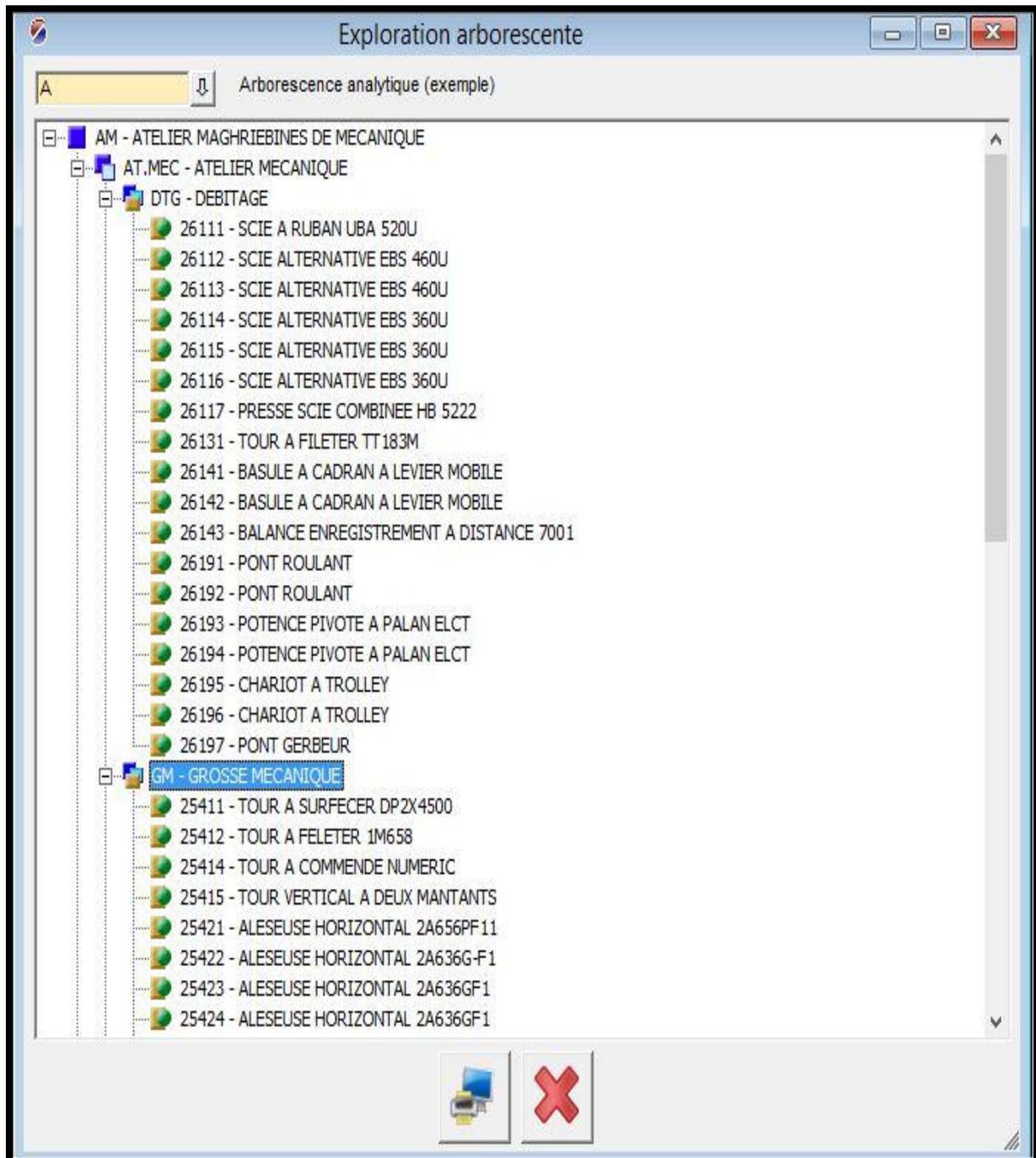
Suppression

Click ici pour enregistre

Famille

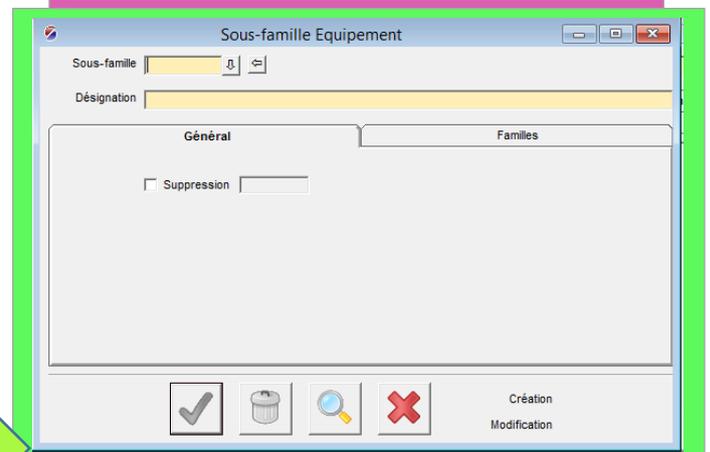
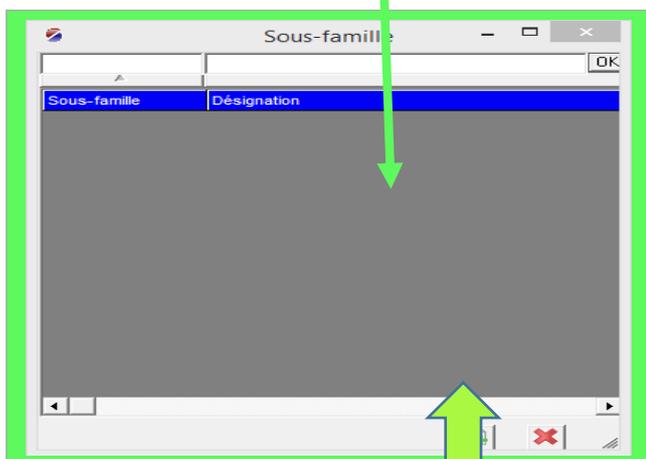
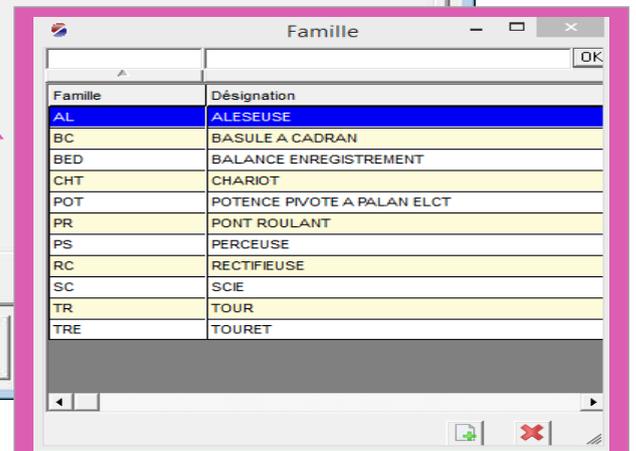
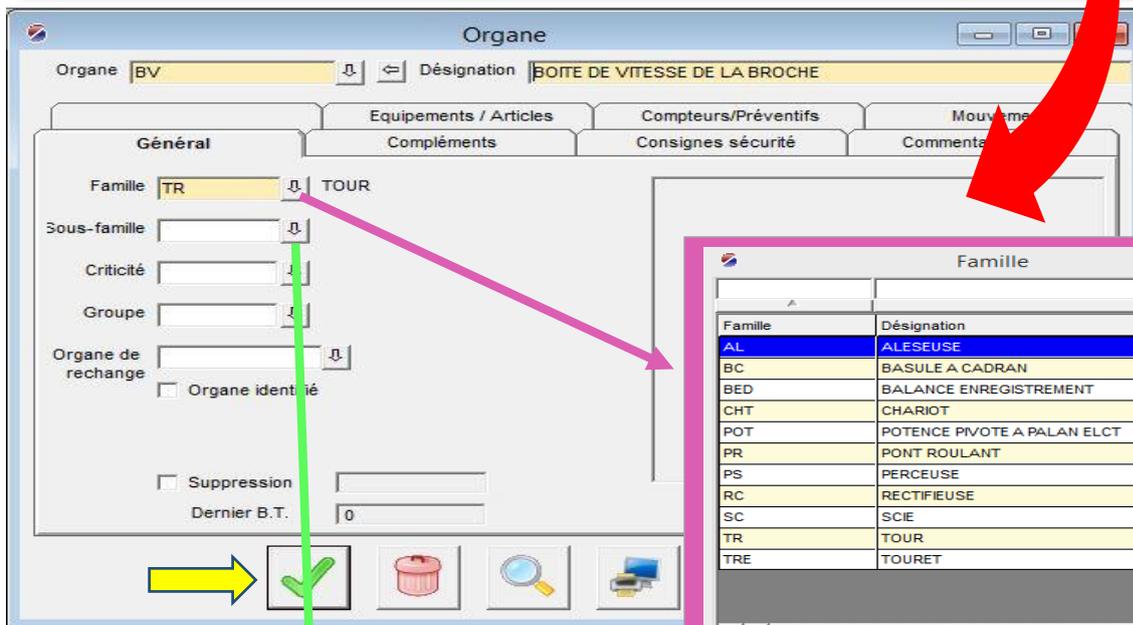
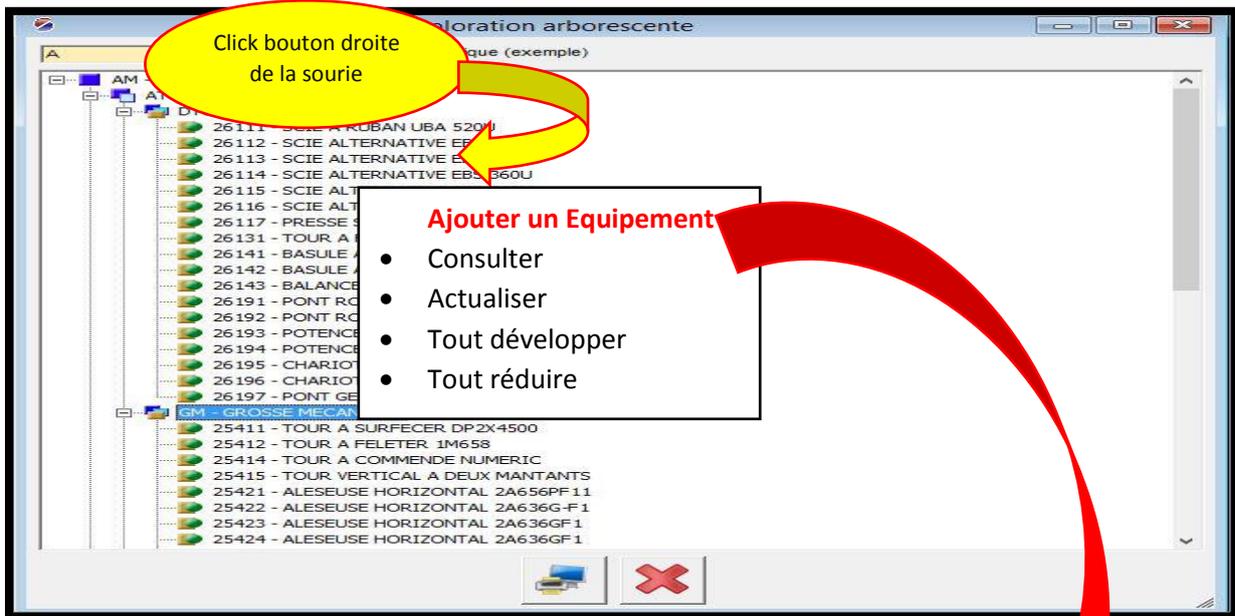
Famille	Désignation
AL	ALESEUSE
BC	BASULE A CADRAN
BED	BALANCE ENREGISTREMENT
CHT	CHARIOT
POT	POTENCE PIVOTE A PALAN ELCT
PR	PONT ROULANT
PS	PERCEUSE
RC	RECTIFIEUSE
SC	SCIE
TR	TOUR
TRE	TOURET

IV.3.4 Les Résultats :

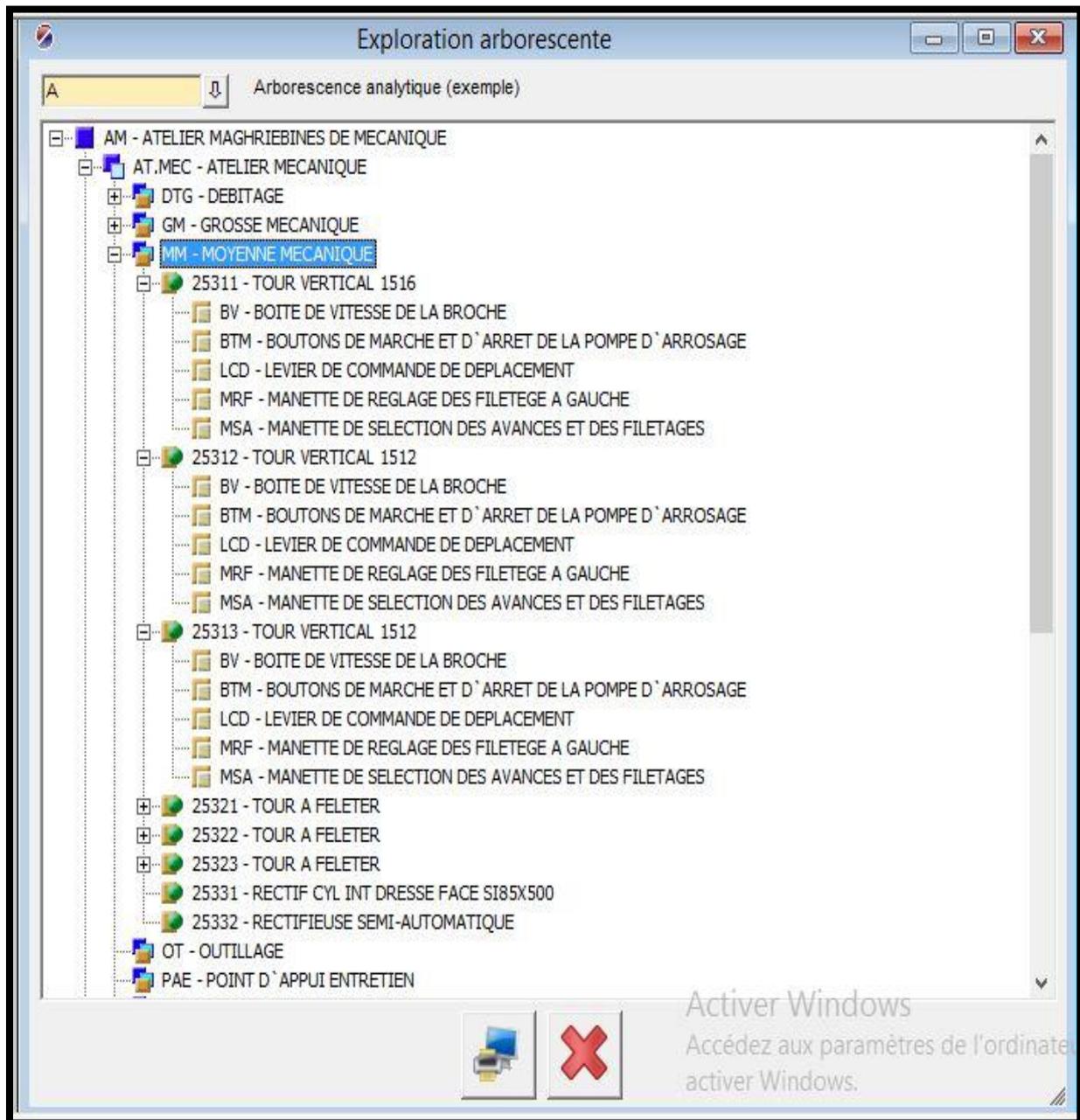


Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.3.5 Pour Ajouter les Organes Il faut Déterminer les étapes suivantes :

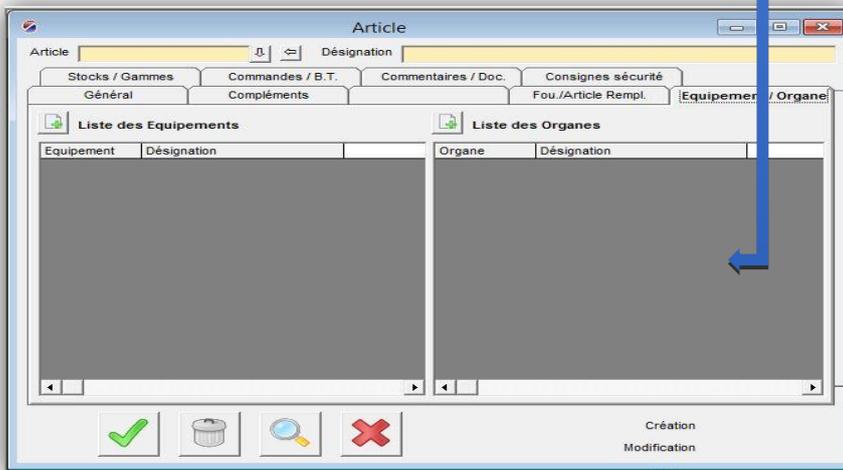
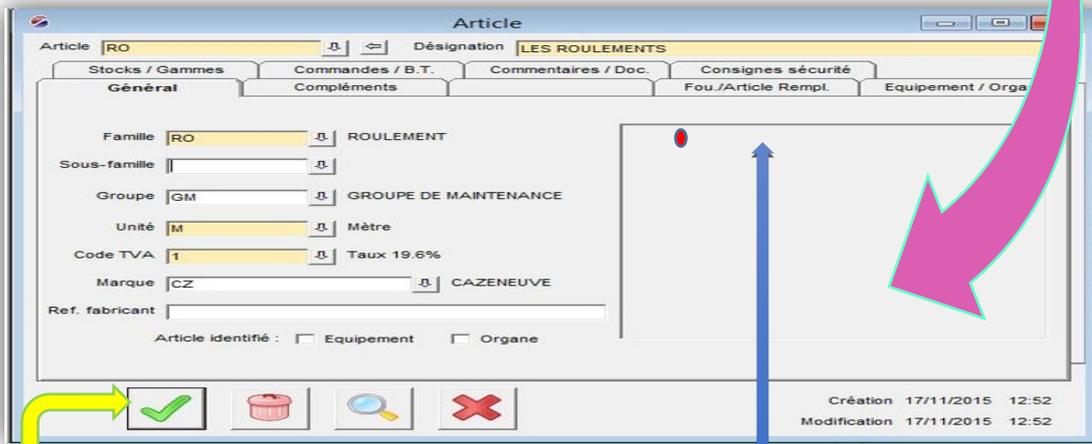
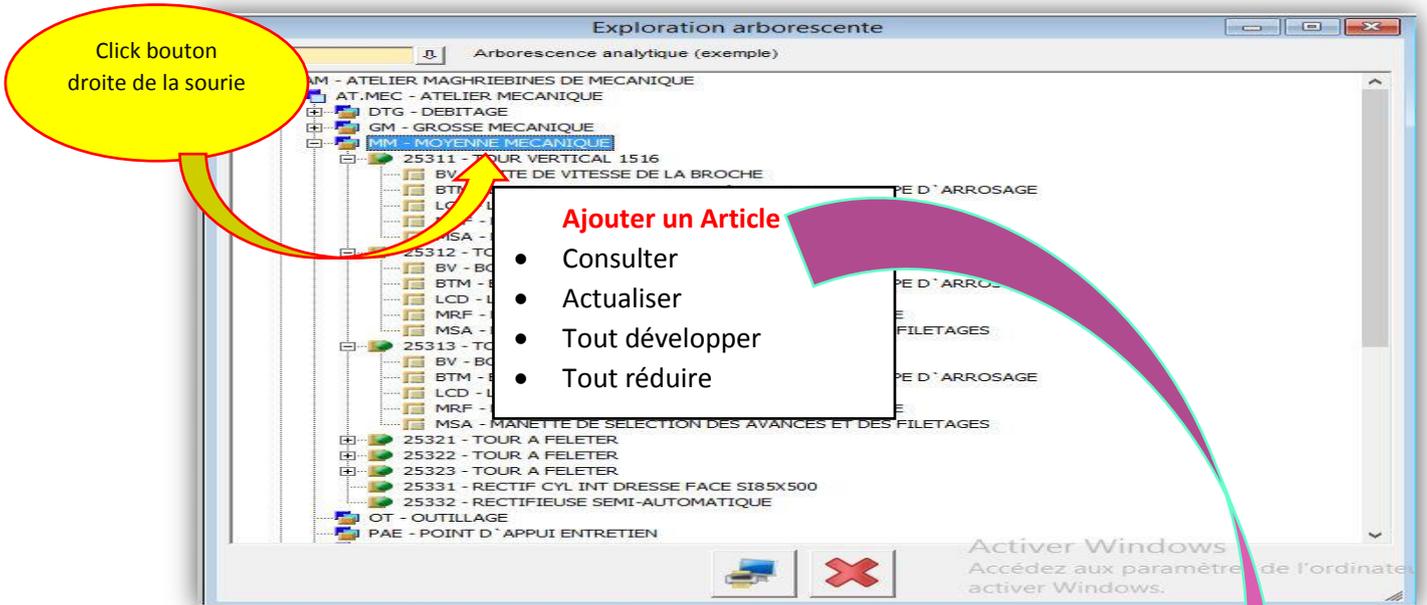


IV.3.6 Les Résultats :



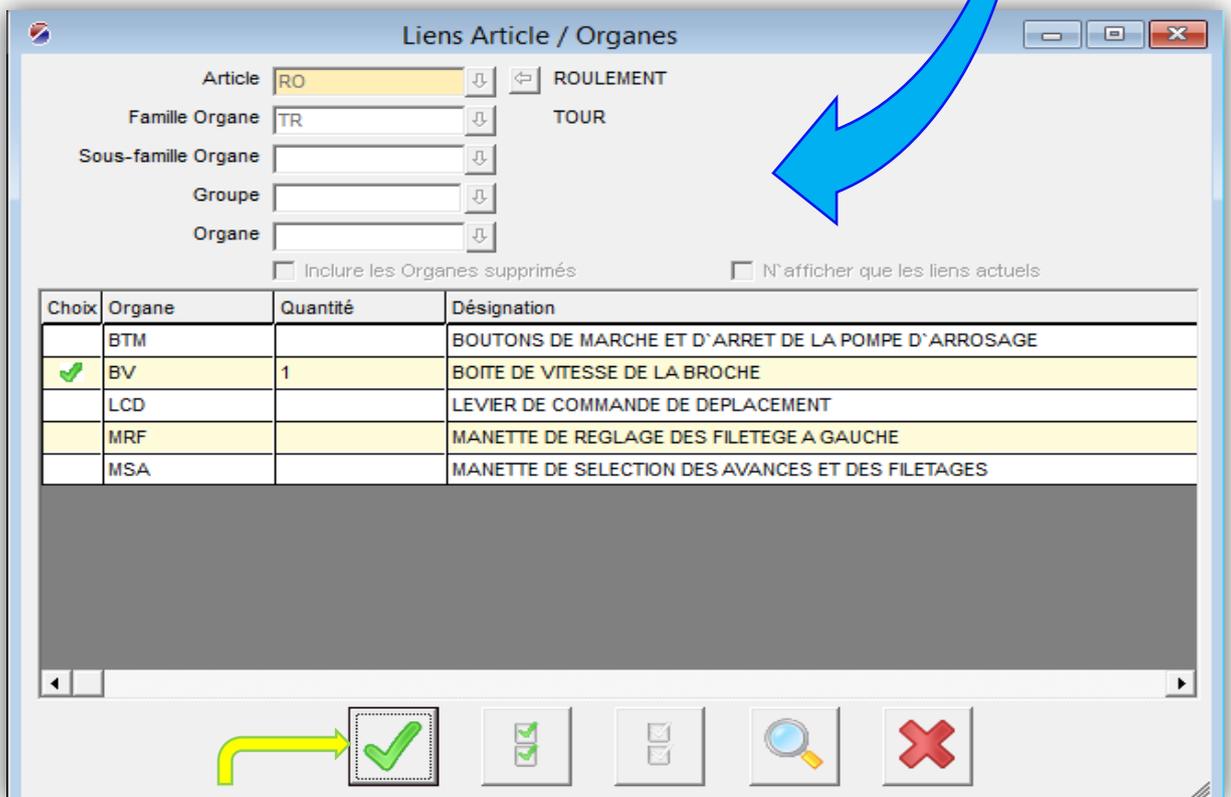
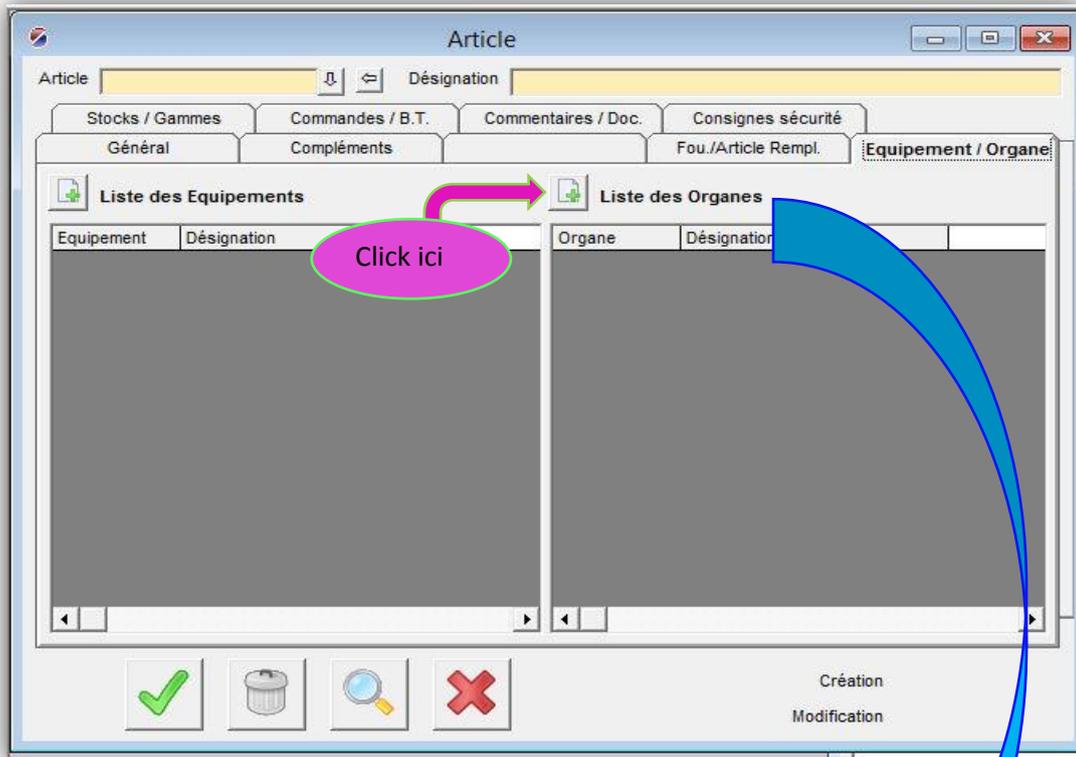
Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.3.7 Pour Ajouter les Articles Il faut Déterminer les étapes suivantes :

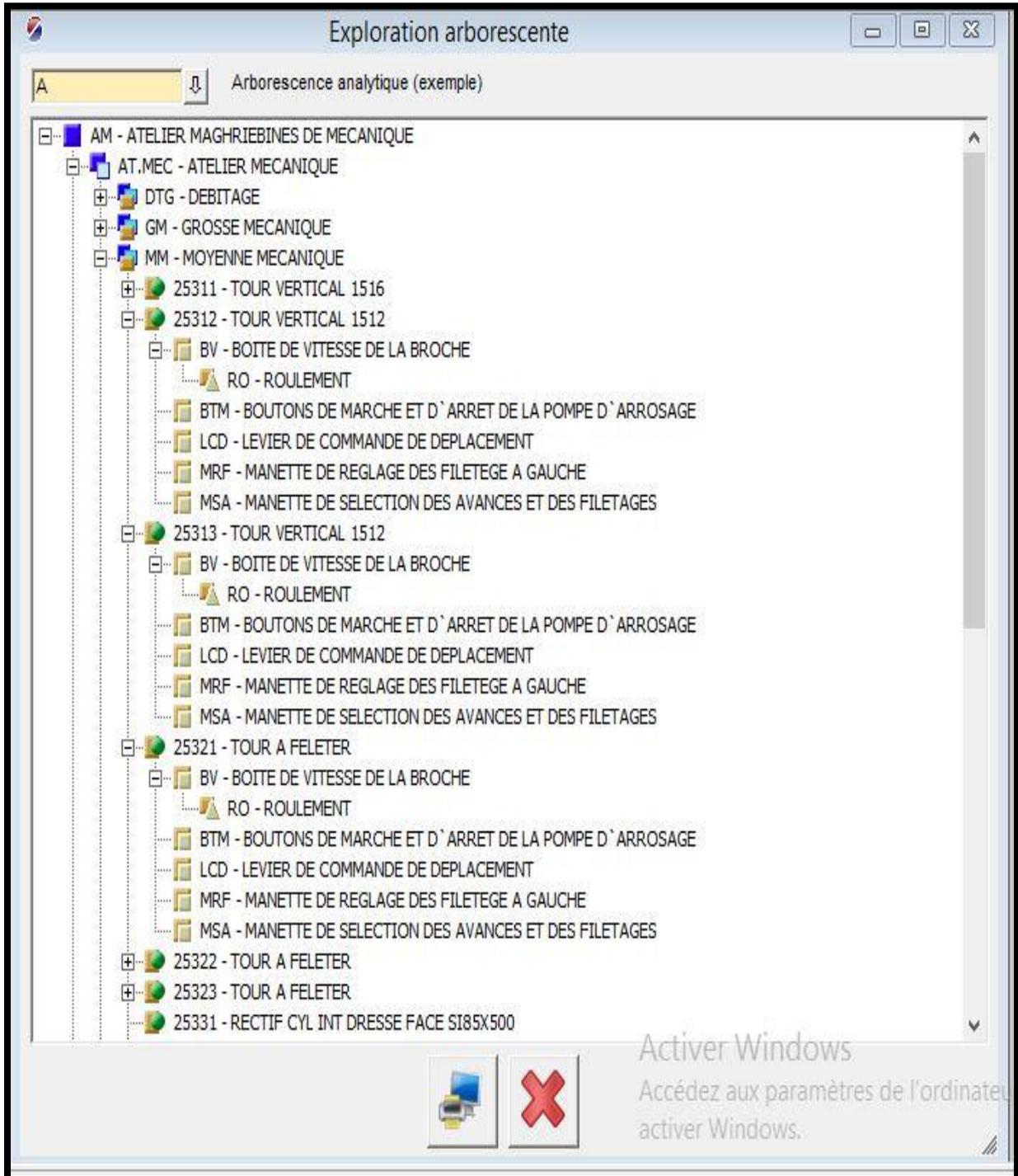


Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

La Suite ...



IV.3.8 Les Résultats :



Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.4 INTERVENANT :

Click ici

Intervenant [RM] Nom [REGAMI] Prénom [MOUHAMED]

Commentaires / Doc. Adresse

Général Compléments Qualifications Horaires

C.F. [PM] Adresse [PETITE MECANIQUE]

Famille [INT] Intervenant interne

Responsable Fournisseur

Rôles Interventions Stock Achats

Choix	Principal	Qualification	Description
		ACH	Acheteur
		EL	Electronique
		ELC	Electricité
		EM	Electro-Mécanique
		HY	Hydraulique
		IN	Informatique
✓	✓	ME	Mécanique
		MG	Maintenance
		RM	Responsable Maintenance
		TM	Technicien de Maintenance

Horaires	De	à	De	à	7,00
Lundi	08:30	12:00	12:30	16:00	7,00
Mardi	08:30	12:00	12:30	16:00	7,00
Mercredi	08:30	12:00	12:30	16:00	7,00
Judi	08:30	12:00	12:30	16:00	7,00
Vendredi	00:00	00:00	00:00	00:00	
Samedi	00:00	00:00	00:00	00:00	
Dimanche	08:30	12:00	12:30	16:00	7,00

Impression

Imprimante [Edition B.T./D.I. sur imprimante]

Envoi B.T./D.I. par E-Mail

E-Mail

Demande d'achat

Demande d'achat obligatoire pour les commandes dont le montant total est supérieur ou égal à [] DA

Signature

Mot de passe [] Confirmez le mot de passe []

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

La Suite ...

The main screenshot shows the 'Intervenant' form with the following fields:

- Intervenant: RM
- Nom: REGAMI
- Prénom: MOUHAMED
- Adresse: PETITE MECANIQUE
- Qualifications: Intervenant interne
- Rôles: Interventions, Stock, Achats

Annotations:

- Yellow circles with 'Click ici' point to the 'Intervenant' dropdown and the 'Adresse' field.
- A yellow arrow points from the 'Intervenant' dropdown to a callout window.
- A purple arrow points from the 'Adresse' field to another callout window.
- A red arrow points from the 'Intervenant' dropdown to a third callout window.
- A green arrow points from the 'Intervenant' dropdown to a fourth callout window.

Callout windows:

- Yellow callout:** Shows the 'Intervenant' form with a 'Documents joints' table.
- Purple callout:** Shows the 'Intervenant' form with the 'Adresse' field highlighted.
- Red callout:** Shows a 'C.F.' (Qualification) selection table.
- Green callout:** Shows a 'Famille' (Family) selection table.

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.5 FOURNISSEUR :

Fournisseur
Fournisseur: S.Z | Dénomination: ZAGHOUM SALIM

Click ici (next to Adresse tab) | **Click ici** (next to Contacts tab)

Général | **Adresse** | **Compléments** | **Contacts** | **Commentaires / Doc.**

Famille: MN | MAINTENANCE

Siret: []

A.P.E.: []

N° intracommun.: []

Compte: []

Transporteur

Lien Fournisseur / Contacts

Fournisseur: S.Z

Civilité: []

Nom: []

Prénom: []

Fonction: []

Service: []

Téléphone: [] | Téléphone mobile: []

Télécopie: []

E-Mail: []

Contact principal | Contact commande par défaut

Commentaires: []

Création / Modification: []

Compte

Compte	Désignation
208000	Autres immobilisations incorporelles
322100	Combustibles
322200	Produits d'entretien
322400	Fournitures de magasin
401001	Fournisseur Apisoft
401002	Fournisseur Arcades
401003	Fournisseur Asco
445660	TVA Achat 19.6%
445661	TVA Achat 5.5%
602110	Carburants
602200	Fournitures consommables
602210	Combustibles
602220	Produits d'entretien
602240	Fournitures de magasin

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

La Suite ...

Click ici

Click ici

Commande

Fournisseur

Code	Désignation
30	30 Jours
30FM	30 Jours fin de mois
30FM10	30 jours fin de mois le 10
30FM20	30 jours fin de mois le 20
60	60 Jours
60FM	60 jours fin de mois
60FM10	60 jours fin de mois le 10
60FM20	60 jours fin de mois le 20
90	90 Jours
90FM	90 jours fin de mois
90FM10	90 jours fin de mois le 10
90FM20	90 jours fin de mois le 20
RF	A réception facture

Code	Désignation
CH	Chèque Bancaire
LC	Lettre de change
VB	Virement Bancaire

Code	Désignation
AIR	Aérien
FR	Franco de port
MER	Maritime
PDU	Port dû

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.6 BUDGET :

Click ici

OptiMaint 6.2.3 - Licence accordée à Demo - FERROVIAL - ADMINISTRATEUR - 3

Fichier Bases Préventif Interventions Achats Stocks Traitements Editions Fenêtre ?

Explorateur Equipement Planning Organe Article Intervenant Fournisseur Contrat D.I. B.T. B.T. mono Affect BT B.R. Facture Budget C.F. Budget Equ. Document Messagerie

Budget par C.F.

C.F. [PM] Année [2009]

Global
 Catégorie
 Rubrique

Coûts
 Global
 M.O.
 Articles
 Factures

C.F. Désignation

C.DTG	CENTRALE DE DEBIT
CF	CENTRAL DE FORMATION
DTG	DEBITAGE
G.FRG	GROSSE FORGE
GM	GROSSE MECANIQUE
M.FEG	MOYENNE FORGE
MM	MOYENNE MECANIQUE
MSU	ATELIER SPECIALIT2 USINAGE DES PIECES TRAIT2
OT	OUTILLAGE
P.FRG	PETITE FORGE
AE	POINT D'APPUI ENTRETIEN
PM	PETITE MECANIQUE
PS	ATELIER DE PROCESSUS SPECIALITE
RETEUR	BONDES TRANSPORTISEES

Budget par C.F.

Global
 Catégorie
 Rubrique

Coûts
 Global
 M.O.
 Articles
 Factures

Budget par C.F.

C.F. [PM] Année [2009]

Global
 Catégorie
 Rubrique

Coûts
 Global
 M.O.
 Articles
 Factures

Budget -> 2009 / PETITE MECANIQUE / Global / Coût : Global

Mois	Initial	Actualisé	En cours	Réalisé	Solde	%	D.A.	Solde	%
1	0								
2	0								
3	0								
4	0								
5	0								
6	0								
7	0								
8	0								
9	0								
10	0								
11	0								
12	0								

Modifier le budget

Saisissez le nouveau budget

OK Annuler

Budget par C.F.

C.F. [PM] Année [2009]

Global
 Catégorie
 Rubrique

Coûts
 Global
 M.O.
 Articles
 Factures

Budget -> 2009 / PETITE MECANIQUE / Global / Coût : Global

Mois	Initial	Actualisé	En cours	Réalisé	Solde	%	D.A.	Solde	%
1	15000,00		0,00	0,00	15000,00	0%	0,00	15000,00	0%
2	2540,00		0,00	0,00	2540,00	0%	0,00	2540,00	0%
3	1470,00		0,00	0,00	1470,00	0%	0,00	1470,00	0%
4	560,00		0,00	0,00	560,00	0%	0,00	560,00	0%
5	1480,00		0,00	0,00	1480,00	0%	0,00	1480,00	0%
6	4580,00		0,00	0,00	4580,00	0%	0,00	4580,00	0%
7	142,00		0,00	0,00	142,00	0%	0,00	142,00	0%
8	4580,00		0,00	0,00	4580,00	0%	0,00	4580,00	0%
9	0,00		0,00	0,00	0,00	0%	0,00	0,00	0%
10	145,00		0,00	0,00	145,00	0%	0,00	145,00	0%
11	2350,00		0,00	0,00	2350,00	0%	0,00	2350,00	0%
12	950,00		0,00	0,00	950,00	0%	0,00	950,00	0%
TOTAL	33797,00		0,00	0,00	33797,00	0%	0,00	33797,00	0%

Création 20/01/2009 23:51
 Modification 20/01/2009 23:51

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.7 DOCUMENT :

The image illustrates the process of creating a document in OptiMaint 6.2.3. It consists of four main windows:

- OptiMaint 6.2.3 - Licence accordée à Demo - FERROVIAL - ADMINISTRATEUR - 3**: The main application window with a menu bar (Fichier, Bases, Préventif, Interventions, Achats, Stocks, Traitements, Editions, Fenêtre, ?) and a toolbar. A yellow callout bubble labeled "Click ici" points to the "Document" icon in the toolbar.
- Document**: A dialog box with two tabs: "Général" and "Commentaires". The "Général" tab contains fields for "Auteur", "Date", and "Version". Below these is the "Emplacement" section with a "Chemin" field containing "C:\program files\apisoft\optimaint\documents\" and a "Logiciel associé" section with radio buttons for "Word", "Excel", and "Autres" (selected). A yellow callout bubble labeled "Click ici" points to the "Chemin" field. At the bottom are "Création" and "Modification" buttons with icons.
- Recherche fichier**: A file search window showing the file system structure. The "C:\Program Files (x86)\Apisoft\OptiMaint" folder is selected. A list of files is shown on the right, including "Export_Fournisseurs.txt", "Export_Intervenants.txt", "Fusion.txt", "RECH_ARTICLE.txt", "RECH_EQUIPEMENT.txt", and "RECH_ORGANE.txt". The "Type de fichier" is set to "*.xls;*.doc;*.rtf;*.txt;*.pdf". The path "C:\Program Files (x86)\Apisoft\OptiMaint\Export_Fournisseurs.txt" is displayed at the bottom. A green arrow points from the "Logiciel associé" section of the "Document" dialog to this window.
- RECH_EQUIPEMENT - Bloc-notes**: A Notepad window displaying the content of the generated document. The text is a list of equipment records, each with a unique ID and various attributes separated by semicolons. A blue arrow points from the "Recherche fichier" window to this Notepad window.

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.8 Coûts B.T Par C.F :

Click ici

Maint 6.2.3 - Licence accordée à Demo - FERROVIAL - ADMINISTRATEUR - 3

Fichier Bases Préventif Interventions Achats Stocks Traitements Editions Fenêtre ?

- **Intervention**
 - Achats
 - Stocks
 - Bilans
 - Classements
 - Classements ABC
 - Etats personnalisés
- **Coûts B.T. par C.F.**
 - Rapport d'intervention
 - Interventions sur contrats
 - Plan de charge hebdomadaire
 - Activités journalières
 - Planification hebdomadaire
 - Analyses interventions
 - Bilan TPM

Edition des coûts B.T. par C.F.

Destinataire: ADMINISTRATEUR

Division: AT.MEC ATELIER MECANIQUE

Centre analytique:

C.F.: PM PETITE MECANIQUE

Sélection sur:

- Début B.T.
- Souhaitée
- Acceptation
- Fin

Du: 01/01/2009 Au: 15/01/2009

Situation B.T.:

- Edité
- En cours
- Terminé
- En cours de validation
- Validé
- Clôturé

Editer le détail des coûts

Edition: OM-INT-0004

Division

Division	Désignation
CATCHGE	ATELIER CAUTCHOUTAGE
AT.FRG	ATELIER FORGE

C.F.

C.F.	Désignation
C.DTG	CENTRALE DE DEBIT
CF	CENTRAL DE FORMATION
DTG	DEBITAGE
G.FRG	GROSSE FORGE
GM	GROSSE MECANIQUE
M.FEG	MOYENNE FORGE
MM	MOYENNE MECANIQUE
MSU	ATELIER SPECIALIT2 USINAGE DES PIECES TRAIT2
OT	OUTILLAGE
P.FRG	PETITE FORGE
PAE	POINT D'APPUI ENTRETIEN
PM	PETITE MECANIQUE
PS	ATELIER DE PROCESSUS SPECIALITE
S.PT	SECTEUR BOMES TRANSPORTSEES

Calendrier - 01/01/2014

Janvier 2014 Semaine 1

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
1	30	31	1	2	3	4	5
2	6	7	8	9	10	11	12
3	13	14	15	16	17	18	19
4	20	21	22	23	24	25	26
5	27	28	29	30	31	1	2

Sélection d'une plage de dates:

Date début: Date fin:

Click ici

Edition des coûts B.T. par C.F.

Destinataire: ADMINISTRATEUR

Division: AT.MEC ATELIER MECANIQUE

Centre analytique:

C.F.: PM PETITE MECANIQUE

Sélection sur:

- Début B.T.
- Souhaitée
- Acceptation
- Fin

Du: 01/01/2009 Au: 15/01/2009

Situation B.T.:

- Edité
- En cours
- Terminé
- En cours de validation
- Validé
- Clôturé

Editer le détail des coûts

Edition: OM-INT-0004

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.8.1 Les Résultats :

Les coûts B.T. Par C.F.

Destinataire: ADMINISTRATEUR
Société

Edité le 21/01/2009 à 00:08:40

Coûts B.T. par C.F.

Paramètres édition	
Division	AT.MEC
C.F.	PM
Centre analytique	

Devise	
Date début	01/01/2009
Date fin	15/01/2009

Editer le détail des coûts	OUI

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur
pour activer Windows.

Page 1

Coûts B.T. par C.F.

Aperçu

B.T.	Rubrique	Equipement	Observation	Fournisseur	
		Coût Article Mouvement / Coût Mouvement	Coût M.O. Activité / Coût Activité	Coût Fournisseur Commande / Facture / Coût Ligne	Coût Total

DIVISION
C.F.

Total C.F. 0,00

Nombre d'enregistrements édites 1

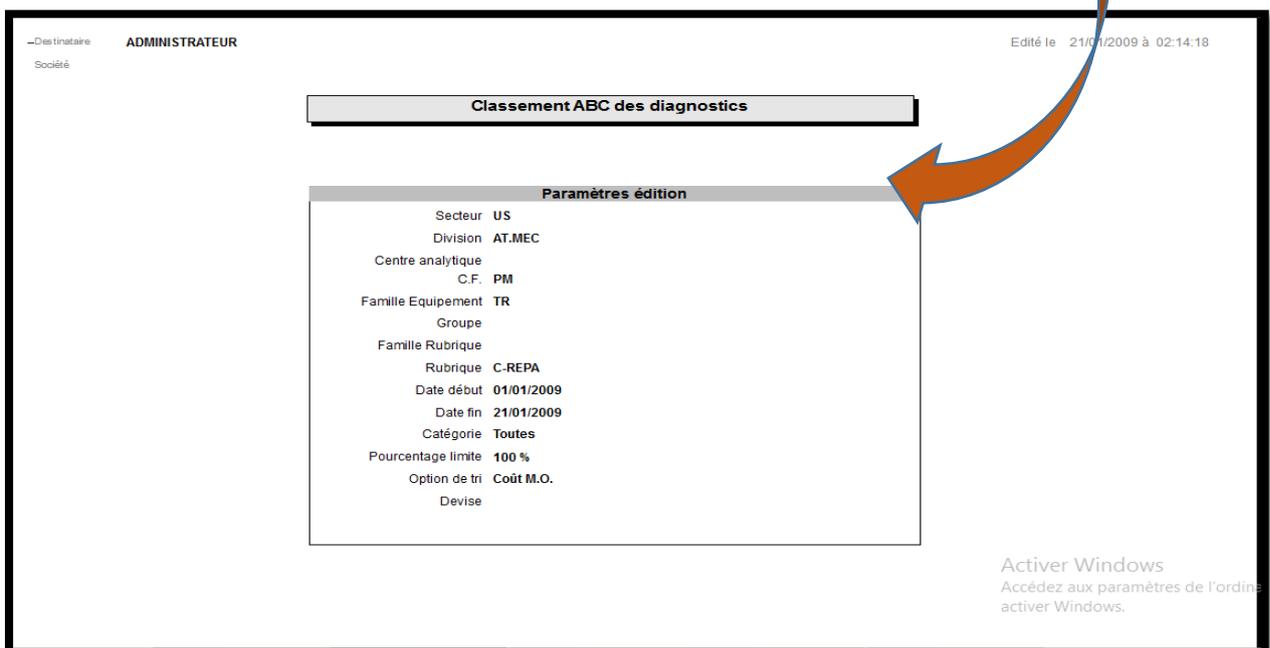
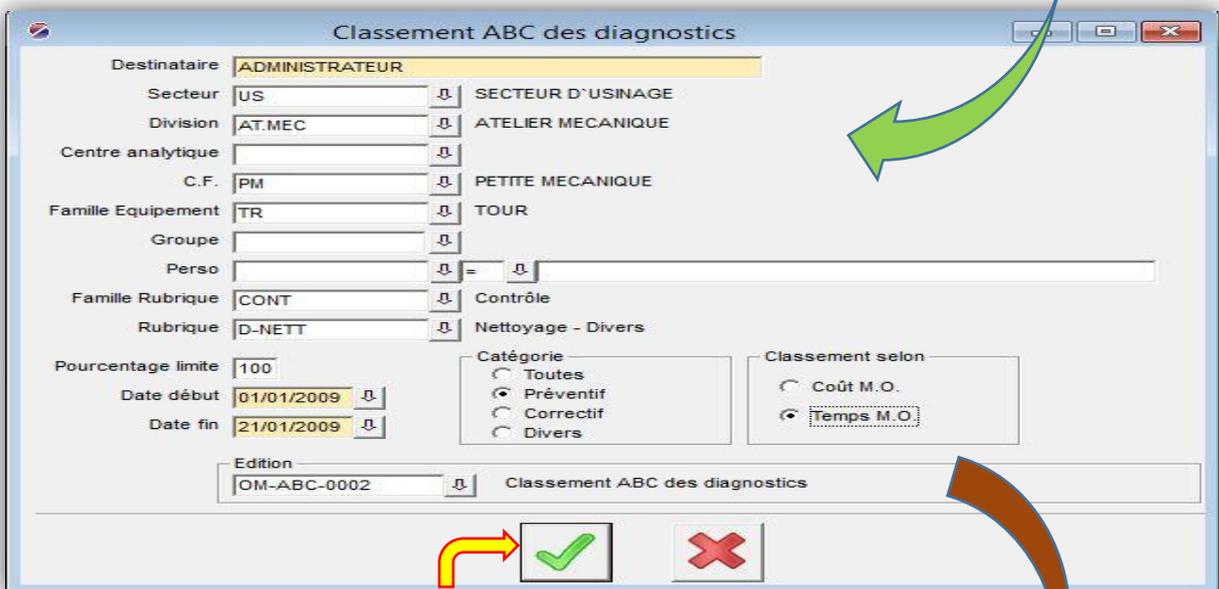
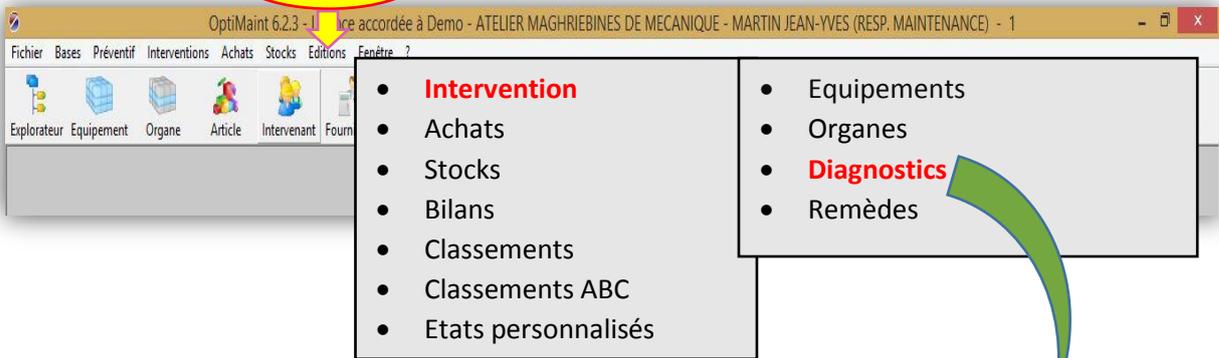
Apssoft - CostMan - 6.2.3 Page 2 / 2 C:\Program Files (x86)\Apssoft\CostMan\B_Lan_Crnt

Page 2

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.9 Classement ABC diagnostics :

Click ici



IV.10 Classement ABC remèdes :

Click ici

Menu:

- Intervention
- Achats
- Stocks
- Bilans
- Classements
- Classements ABC
- Etats personnalisés
- Equipements
- Organes
- Diagnostics
- Remèdes**

Classement ABC des remèdes

Destinataire: ADMINISTRATEUR

Secteur: US SECTEUR D'USINAGE

Division: AT.MEC ATELIER MECANIQUE

Centre analytique:

C.F.: PM PETITE MECANIQUE

Famille Equipement: TR TOUR

Groupe:

Perso:

Famille Rubrique:

Rubrique: C-CONT Contrôle - Curatif

Pourcentage limite: 100

Date début: 01/01/2009

Date fin: 21/01/2009

Édition: OM-ABC-0001 Classement ABC des remèdes

Catégorie: Toutes, Préventif, Correctif, Divers

Classement selon: Coût M.O., Temps M.O.

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur pour activer Windows.

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.11 Historique d'un équipement:

Click ici

- Intervention
- Achats
- Stocks
- **Bilans**
- Classements
- Classements ABC
- Etats personnalisés

- Equipement : Coûts
- Equipement : Pannes et Indisponibilité
- Equipement : Synthèse disponibilité
- **Equipement : Historique**
- Organe : Coûts
- Organe : Pannes et Indisponibilité
- Organe : Historique
- C.F et Catégories
- Compteurs : Coûts à l'unité
- Compteurs : Coûts à l'unité (mensuels)
- Evolution du nombre de pannes
- Evolution du temps d'indisponibilité
- Evolution du coût d'indisponibilité
- Evolution du taux de disponibilité
- Evolution du M.T.B.F
- Evolution du M.T.T.R
- Evolution du coût globale

Historique d'un Equipement

Destinataire

Equipement TOUR A FELETER

Date début

Date fin

Paramétrage édition

<input checked="" type="checkbox"/> Commentaires	<input checked="" type="checkbox"/> Activités
<input checked="" type="checkbox"/> Consignes sécurité	<input checked="" type="checkbox"/> Compteurs
<input checked="" type="checkbox"/> Liens avec Articles	<input checked="" type="checkbox"/> Mouvements stock
<input checked="" type="checkbox"/> Liens avec Organes	<input checked="" type="checkbox"/> Commandes
<input checked="" type="checkbox"/> Maintenance Préventive	<input checked="" type="checkbox"/> Factures
<input checked="" type="checkbox"/> Champs personnalisés	<input checked="" type="checkbox"/> Budgets
<input checked="" type="checkbox"/> Documents joints	<input checked="" type="checkbox"/> Graphiques

Edition Historique d'un Equipement

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.11.1 Les Résultats :

Destinataire: **ADMINISTRATEUR** Edité le 21/01/2009 à 02:56:53
Société: **AM ATELIER MAGHREBINES DE MECANIQUE**

Historique d'un Equipement

Paramètres édition	
Equipement	25321 TOUR A FELETER
Date début	01/01/2009
Date fin	21/01/2009
Edition des commentaires	Oui
Edition des Consignes de sécurité	Oui
Edition des Liens Equipement - Articles	Oui
Edition des Liens Equipement - Organes	Oui
Edition Fiches de Maintenance Préventive	Oui
Edition des Champs personnalisés	Oui
Edition des documents joints	Oui
Edition des activités	Oui
Edition des compteurs	Oui
Edition des Mouvements Articles	Oui
Edition des Commandes	Oui
Edition des Factures	Oui
Edition des budgets	Oui
Edition des Graphiques	Oui

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur
pour activer Windows.

Page N° 1

Historique d'un Equipement

Renseignements généraux

Equipement	25321 TOUR A FELETER	
C.F.	MM	MOYENNE MECANIQUE
Classe		
Famille	TR	TOUR
Sous-famille		
N° Inventaire		
Responsable		
Prix d'achat	0,00 DA	
Type		
Marque		
Date limite garantie		
Dernier B.T.	0	
Suppression	Non	
Taux horaire	0,00 DA	
Criticité		
Groupe		
Emplacement		
Fournisseur		
Destinataire D.I./B.T.		
N° Série		
Date Mise en Service	20/01/2009	

Page N° 2

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

Historique d'un Equipement

Liste des Articles 25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Article	Désignation	Magasin	Famille	Sous-famille	Date création	Date modification	Quantité
RO	ROULEMENT	M PDR	RO		20/01/2009	20/01/2009	1,00

Articles liés indirectement par Organes

Article	Désignation	Organe
RO	ROULEMENT	BV

Liste des Orqanes 25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Organe	Désignation	Famille	Sous-famille	Date création	Date modification
BV	BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE	TR		20/01/2009	20/01/2009
BTM	BOUTONS DE MARCHÉ ET D'ARRÊT DE LA POMPE D'ARROSAGE	TR		20/01/2009	20/01/2009
LCD	LEVIER DE COMMANDE DE DEPLACEMENT	TR		20/01/2009	20/01/2009
MRF	MANETTE DE REGLAGE DES FILETAGE A GAUCHE	TR		20/01/2009	20/01/2009
MSA	MANETTE DE SELECTION DES AVANÇES ET DES FILETAGES	TR		20/01/2009	20/01/2009

→

Documents joints 25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Document	Désignation	Logiciel associé	Emplacement	Chem in

Page N° 3

Historique d'un Equipement

Nombre de pannes 25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Temps indisponibilité 25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Page N° 4

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

Historique d'un Equipement

25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Coût indisponibilité DA

Répartition des coûts DA

Coût M.O.	DA	
Coût Articles	DA	
Coût Factures	DA	
Coût Total	DA	

Page N° 5

Historique d'un Equipement

25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Temps M.O. par Catégorie Temps M.O. par Rubrique

Coûts M.O. par Catégorie Coûts M.O. par Rubrique

Page N° 6

Historique d'un Equipement

25321 / TOUR A FELETER 01/01/2009 → 21/01/2009

Coûts Articles par Catégorie Coûts Articles par Rubrique

Coûts Factures par Catégorie Coûts Factures par Rubrique

Page N° 7

IV.12 Historique d'un organe :

Click ici

The screenshot shows the main menu of the OptiMaint 6.2.3 software. The menu items are: Fichier, Bases, Préventif, Interventions, Achats, Stocks, Editions, Fenêtre. Below the menu is a toolbar with icons for Explorateur, Equipement, Organe, Article, Intervenant, and Fourn. A dropdown menu is open, listing various options. The option 'Organe : Historique' is highlighted in red. A green arrow points from this option to the 'Suivi Organe' window below.

- Intervention
- Achats
- Stocks
- **Bilans**
- Classements
- Classements ABC
- Etats personnalisés
- Equipement : Coûts
- Equipement : Pannes et Indisponibilité
- Equipement : Synthèse disponibilité
- Equipement : Historique
- Organe : Coûts
- Organe : Pannes et Indisponibilité
- **Organe : Historique**
- C.F et Catégories
- Compteurs : Coûts à l'unité
- Compteurs : Coûts à l'unité (mensuels)
- Evolution du nombre de pannes
- Evolution du temps d'indisponibilité
- Evolution du coût d'indisponibilité
- Evolution du taux de disponibilité
- Evolution du M.T.B.F
- Evolution du M.T.T.R
- Evolution du coût globale

The 'Suivi Organe' window is displayed. It contains the following fields and options:

- Destinataire: ADMINISTRATEUR
- Organe: BV (BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE)
- Date début: 01/01/2008
- Date fin: 21/01/2008
- Paramétrage édition:
 - Commentaires
 - Consignes sécurité
 - Liens avec Articles
 - Liens avec Equipements
 - Maintenance Préventive
 - Champs personnalisés
 - Documents joints
 - Activités
 - Compteurs
 - Mouvements stock
 - Commandes
 - Factures
 - Graphiques
- Edition: OM-SUI-0003 (Suivi Organe)

At the bottom of the window are four buttons: a green checkmark, a green checkmark with a plus sign, a grey checkmark with a plus sign, and a red X.

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

IV.12.1 Les Résultats :

Destinataire: ADMINISTRATEUR
Société: AM ATELIER MAGHREBINES DE MECANIQUE

Edité le: 21/01/2009 à 02:27:55

Suivi Organe

Paramètres édition	
Organe	BV BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE
Organe identifié	Non
Date début	21/01/2009
Date fin	
Edition des commentaires	Oui
Edition des Consignes de sécurité	Oui
Edition des liens Organe - Articles	Oui
Edition des liens Organe - Equipements	Oui
Edition Fiches de Maintenance Préventive	Oui
Edition des Champs personnalisés	Oui
Edition des documents joints	Oui
Edition des activités	Oui
Edition des compteurs	Oui
Edition des Mouvements Articles	Oui
Edition des Commandes	Oui
Edition des Factures	Oui
Edition des Graphiques	Oui

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur
pour activer Windows.

Page N° 1

Suivi Organe

Renseignements généraux

Organe	
BV BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE	
Famille	TR TOUR
Sous-famille	
N° inventaire	
Responsable	
Prix d'achat	0,00 DA
Type	
Marque	
Dernier B.T.	0,00
Suppression	Non
Taux horaire	0,00 DA
Criticité	
Groupe	
Fournisseur	
N° Série	
Date limite garantie	
Date Mise en Service	20/01/2009

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur
pour activer Windows.

Page N° 2

Suivi Organe

Liste des Articles

BV / BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE 21/01/2008 → 21/01/2009

Article	Désignation	Magasin	Famille	Sous-famille	Date création	Date modification	Quantité
RO	ROULEMENT	M PDR	RO		20/01/2009	20/01/2009	1,00

Liste des Equipements

BV / BOITE DE VITESSE DE LA BROCHE 21/01/2008 → 21/01/2009

Equipement	Désignation	Famille	Sous-famille	Date création	Date modification
25131	TOUR A FELETER TT183M	TR		20/01/2009	20/01/2009
25411	TOUR A SURFECER DP2x4500	TR		20/01/2009	20/01/2009
25412	TOUR A FELETER 1M058	TR		20/01/2009	20/01/2009
25414	TOUR A COMMANDE NUMERIC	TR		20/01/2009	20/01/2009
25415	TOUR VERTICAL A DEUX MANTANTS	TR		20/01/2009	20/01/2009
25311	TOUR VERTICAL 1510	TR		20/01/2009	20/01/2009
25312	TOUR VERTICAL 1512	TR		20/01/2009	20/01/2009
25313	TOUR VERTICAL 1512	TR		20/01/2009	20/01/2009
25321	TOUR A FELETER	TR		20/01/2009	20/01/2009
25322	TOUR A FELETER	TR		20/01/2009	20/01/2009
25323	TOUR A FELETER	TR		20/01/2009	20/01/2009

Prochaine intervention prévue le

Gamme		Dernière intervention
Etat Equipement		Début
Priorité		Fin
Rubrique		Dernier B.T.
Destinataire		Planification selon calendrier
Intervenant		Fréquence
Fournisseur		jours
Organe		
Etat Organe		
Gamme primaire		
Durée prévue	H	
Crité. créat.		

Activer Windows
Accédez aux paramètres de l'ordinateur
pour activer Windows.

Page N° 7

Chapitre IV : Recommandation de service maintenance

En premier lieu, tous les équipements sont notifiés et intégrés dans le logiciel « OPTIMAINTE ».

Ceci nous permettra d'un seul clic à sélectionner l'équipement considéré pour intervention, où toutes les informations et interventions sont consignées ; organes mécanique et intervenants(personnel).

L'intérêt essentiel est de quantifier chaque BT en coût, ceci nous permettra de réguler notre budget de maintenance. Suivra les remèdes après diagnostic.

La rubrique bilan historique, nous informe sur le coût de l'indisponibilité de l'équipement. En page N°7, ce logiciel nous informe sur les échéanciers d'intervention, ce qui est une information très importante, jointe d'une gamme opératoire de maintenance (temps d'intervention réel).

Conclusion :

Les bénéfices d'une **GMAO** sont encore sous-estimés par les directions générales et beaucoup de sociétés n'ont pas encore investi dans ce type de solution.

➤ *Le but de GMAO consiste à :*

- ✓ Améliorer le contrôle des coûts.
- ✓ Optimiser le budget maintenance.
- ✓ Optimiser la gestion des achats et des stocks (réduction des coûts).
- ✓ Augmenter la disponibilité des équipements (diminution du manque à produire).
- ✓ Améliorer et faciliter la planification de la maintenance.
- ✓ Capitaliser sur l'expérience (consultation facile et rapide de l'historique).
- ✓ Améliorer la qualité de service (répondre aux besoins et augmenter le taux de satisfaction).
- ✓ Augmenter la productivité de la maintenance.
- ✓ Réduire au maximum les interventions urgentes.
- ✓ Diminuer les délais d'intervention.

➤ *Les principales motivations pour mettre en place une GMAO :*

- Améliorer et faciliter la gestion des interventions préventives / curatives
- Optimiser la gestion des achats et des stocks
- Capitaliser sur l'expérience au travers de l'historique des interventions pour prendre les bonnes décisions
- Mettre en place des procédures (normes iso ...)

Une GMAO maîtrisée doit aboutir à des gains de productivité et d'efficacité et donc une meilleure compétitivité.

Conclusion général

La fonction maintenance est très importante dans le maintien des équipements à un niveau d'utilisation optimal. Le domaine de la fabrication mécanique exige un état de machines au plus haut niveau de performance pour assurer une productivité qualitative et quantitative.

Notre suggestion a été motivée, pour améliorer la situation dans les ateliers AMM.

Ce modèle est valable pour toutes les machines de cet atelier et dans différentes entreprises qui cherche à maîtriser l'aspect organisationnel.

Cette suggestion, prend en compte la fonction ordonnancement qui prend en charge toutes les actions de maintenance, on considérant les moyens humains et matériels ainsi qu'organisationnels

ANNEXE N°1

Calcul de MTBF pour la loi de Weibull :

MTBF= A. η + γ et écarte type = B. η

A	B	β	A	B	β	A	B
120	1901	1,65	0,9842	0,556	4,2	0,9089	0,244
24	199	1,7	0,8922	0,54	4,3	0,9102	0,239
9,2605	50,08	1,75	0,8922	0,525	4,4	0,9114	0,235
5,0731	19,98	1,8	0,8906	0,511	4,5	0,9126	0,23
3,3232	10,44	1,85	0,8893	0,498	4,6	0,9137	0,226
2,4786	6,44	1,9	0,8874	0,486	4,7	0,9149	0,222
2	4,47	1,95	0,8867	0,474	4,8	0,916	0,218
1,7024	3,35	2	0,8862	0,463	4,9	0,9171	0,214
1,5046	2,65	2,1	0,8857	0,443	5	0,9182	0,21
1,3663	2,18	2,2	0,8856	0,425	5,1	0,9192	0,207
1,2638	1,85	2,3	0,8859	0,409	5,2	0,9202	0,203
1,1906	1,61	2,4	0,8865	0,393	5,3	0,9213	0,2
1,133	1,43	2,5	0,8873	0,38	5,4	0,9222	0,197
1,0889	1,29	2,6	0,8882	0,367	5,5	0,9232	0,194
1,0522	1,17	2,7	0,8893	0,355	5,6	0,9241	0,191
1,0234	1,08	2,8	0,8905	0,344	5,7	0,9251	0,186
1	1	2,9	0,8917	0,334	5,8	0,926	0,185
0,9803	0,934	3	0,893	0,325	5,9	0,9269	0,183
0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,316	6	0,9277	0,18
0,9517	0,83	3,2	0,8957	0,307	6,1	0,9286	0,177
0,9407	0,787	3,3	0,897	0,299	6,2	0,9294	0,175
0,9314	0,78	3,4	0,8984	0,292	6,3	0,9302	0,172
0,9236	0,716	3,5	0,8997	0,285	6,4	0,931	0,17
0,9114	0,687	3,6	0,9011	0,278	6,5	0,9316	0,168
0,9067	0,66	3,7	0,9035	0,272	6,6	0,9326	0,166
1,9027	0,635	3,8	0,9038	0,266	6,7	0,9333	0,163
1,9027	0,613	3,9	0,9051	0,26	6,8	0,934	0,161
0,8994	0,593	4	0,9064	0,254	6,9	0,9347	0,156
0,8966	0,574	4,1	0,9077	0,249			

ANNEXE N°2

Test de Kolmogorov-Smirnov « K6S »:

N°	Niveau significatif				
	0,2	0,15	0,1	0,05	0,01
1	0,9	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,579	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,51	0,565	0,669
6	0,41	0,436	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,557
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,41	0,49
11	0,307	0,326	0,325	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,45
13	0,295	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,84	0,292	0,314	0,349	0,18
15	0,274	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,25	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,245	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,2	0,22	0,24	0,29
35	1,18	0,19	0,21	0,23	0,27
< 35	1,07	1,14	1,22	1,336	1,63
	\sqrt{N}	\sqrt{N}	\sqrt{N}	\sqrt{N}	\sqrt{N}

Liste des symboles :

N	Nombre de panne
F (t)	Fonction de réparation
f (t)	Fonction de la densité de probabilité
R (t)	Fonction de fiabilité
TBF	Temps de bon fonctionnement
MTBF	Moyenne de temps de bon fonctionnement
TTR	Temps technique de réparation
MTTR	Moyenne de temps technique de réparation
λ (t)	Taux de défaillance
β	Paramètre de forme
α	Niveau de significatif
M (t)	Fonction de la maintenabilité
μ	Taux de réparation
D (t)	Fonction de disponibilité
D_i	Disponibilité intrinsèque
D_{INS}	Disponibilité instantanée
D_n	La fréquence d'adéquation

Référence bibliographique :

- [1] Documentation de l'entreprise Mittal (Atelier AMM).
- [2] Rapport de stage.
- [3] Document PDF. Adobe Reader.
- [4] Mémoire de master II (MN & FI). 2014.
- [5] Mémoire de magister. Université de Badji Hadj Lakhdar. Batna 2012.
- [6] cours « Maintenance des équipements ». Goundiam Madi Yassa. 2009.
- [7] Document PDF « cours maintenance ».
- [8] Mr. Kallouche Abelkader. Cours de maintenance.
- [9] Mémoire master II (MIFM). 2013
- [10] Jihène Kaabi-Harrath > Université de Franche-Comté, 2004.

Titre :

Contribution à l'Ordonnancement des Activités de Maintenance dans les Systèmes de Production.

<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00259516> on février 2008.

[11] Sakhri Larnene Kamel > Université Hadj Lakhdar Batna. Département de Génie Industriel Laboratoire d'Automatique et Production, 2012.

Titre :

Ordonnancement de la Maintenance et risque associé.

[12] Charles A-S, < Modélisation des défaillances des équipements d'une unité de production, optimisation des stratégies de maintenance > thèse de doctorat de l'Institut national polytechnique de Toulouse 2000