



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département Electromécanique

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie industrielle

Spécialité : MFQ

Thème

**Mise en place d'un outil de gestion informatique
pour une maintenance fiable et qualité d'un
parc industriel**

Présenté et soutenu publiquement par :

OULD BRAHIM Abdelillah

et

MESSALTI Abdelfateh

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
ADJELOUA Abdelaziz	Docteur	IMSI	Président
CHENNOUFI Mohammed	Docteur	IMSI	Encadreur
TITAH Mouloud	Docteur	IMSI	Examineur

Année 2019/2020



Remerciements :

Avant tout nous tenons à remercier notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage. Allah qui nous a incité à acquérir le savoir et qui nous a aidé à accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de notre professeur le Docteur CHENNOUFI Mohammed, nous le remercions pour le bon déroulement de ces années de Master, et qui a énormément contribué à l'élaboration de ce travail. Nous ne saurions trouver les mots pour lui exprimer toutes nos gratitude.

Nos vifs remerciements vont vers le Docteur ADLELOUA Abdelaziz, pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury, pour son amabilité et son aide attentif.

Nos remerciements sont également à monsieur le Docteur TITAH Mouloud, qui a laissé ses multiples occupations pour se donner la peine à examiner notre travail.

Nous adressons également un grand merci aux enseignants du département de biologie et à tous nos professeurs qui nous ont permis d'acquérir ce niveau d'instruction.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin, par un mot ou par un geste, nous vous remercions infiniment.



Merci à vous tous ...





Dédicace :



A celle qui m'a donné la vie, celle qui m'a tout appris à part à vivre sans elle, celle qui m'a épaulée et aidée à mieux avancer, celle qui a su être une amie, une maman exemplaire ...

Elle fait partie de moi, elle est mon âme, mon cœur, ma flamme, mon bonheur, mon sang, mes yeux, mon ange précieux, elle est tout ce que j'ai de plus cher au monde ... Ma raison d'être, ma raison de vivre, près d'elle je serai jusqu'à la dernière seconde ...

Celle qui donne un sens à ma vie, ma source de tendresse et d'énergie, l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi ...

Sans ces sacrifices et sa patience avec moi je serai jamais arrivée là où je suis, sans elle je serai personne au moment présent, je ne saurai comment te remercier cher mère. Ce travail est le fruit des sacrifices qu'elle a consentis pour mon éducation et ma formation ...



JE T'AIME à l'infini **MAMAN** ... Que Dieu te procure bonne santé et longue vie

...

A celui qui c'est sacrifier jour et nuit pour mon bonheur et mon bien être, mon exemple éternel mon chère père, j'espère rester toujours fidèle aux valeurs morales qu'il m'a transmis. Grâce à lui j'ai appris à vivre positivement, il est pour moi un modèle et une source d'inspiration, Je t'aime de tout mon cœur ...

Que Dieu lui procure bonne santé et longue vie ...



Mon très chère frère Mohamed Khadir et ma chère sœur Ramzia les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Puisse Dieu le tout puissant exaucer tous vos vœux ...

Le dédicace ne serait rien sans une mention particulière de Kaouther, celle qui m'a aidé et soutenu moralement, et qui a joué un rôle très important pour l'aboutissement de ce travail, mes remerciements n'égalèrent jamais la noblesse de ta personne, que Dieu exauce tes vœux et tes prière les plus chères ...

Au membre de ma famille et mes amis veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère ...

Sans oublier mon cher collègue et binôme Abdelfateh, au début de notre première année j'ai cru rencontrer un nouveau ami à la fin de notre parcours je me suis trouvé un deuxième frère ...





Dédicace :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. A mes chers parents, **ABI** et **OMI** je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et les prières tout au long de mes études et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Puisse ALLAH, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A ma chère sœur, ma deuxième mère pour son encouragement permanent, et son soutien moral mon amour pour toi est infini et éternel. Je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que ALLAH, le tout puissant, te protège et te garde.

A mes chers frères, **SALIM** et **TITOU** pour leur appui et leur encouragement, leurs présences au long de ma vie, jamais je serai comment vous rendre votre bien a-moi, vous êtes les meilleures au monde je vous aime.

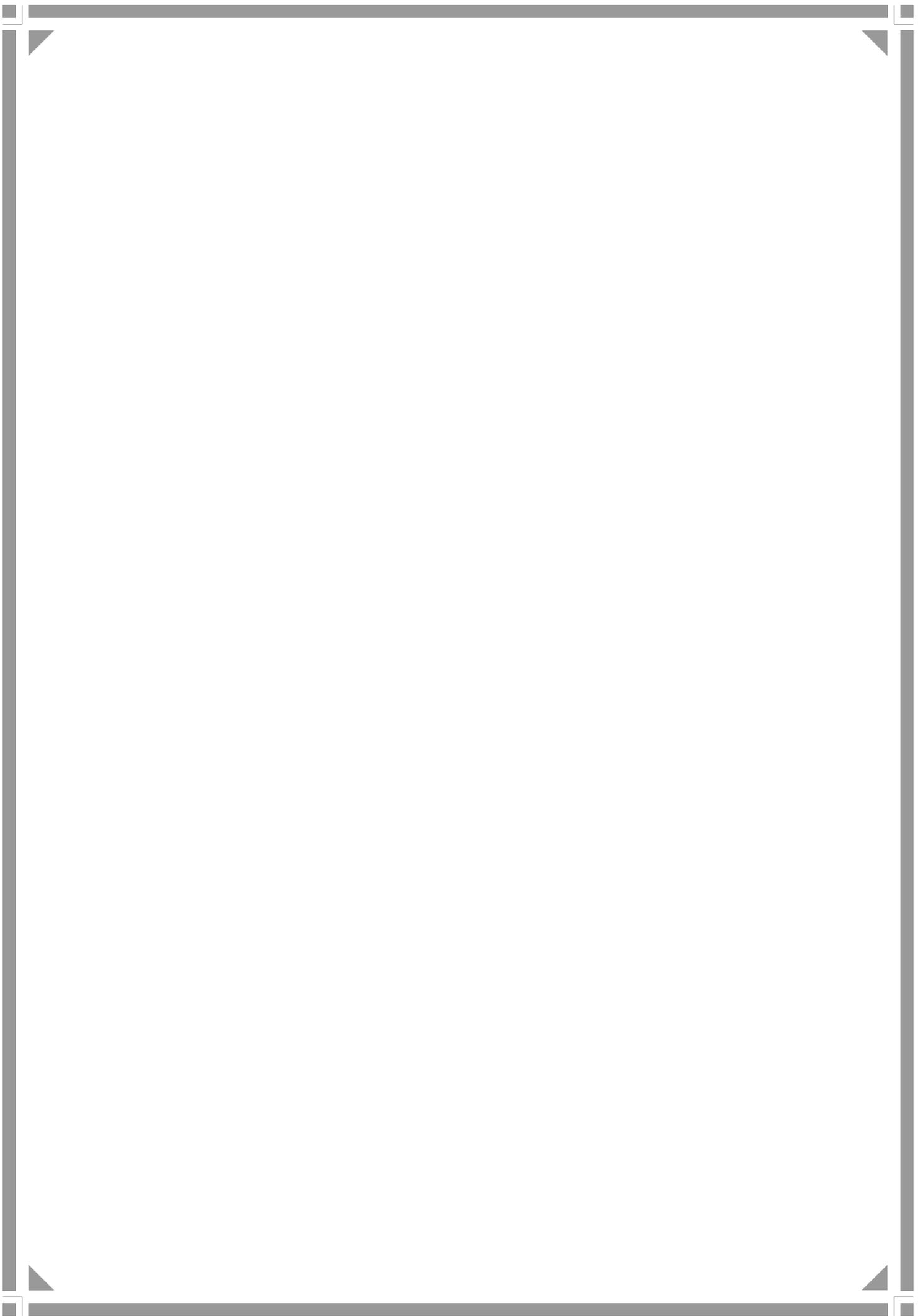
A mes nièces pour leur dérangement et leur support moral, aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Puisse ALLAH vous garde, éclaire votre route et vous aide à réaliser à votre tour vos vœux les plus chers.

A mes encadreurs **CHENNOUFI** et **BELHACHEMI** pour leur soutien et leur support au long de ce projet Je vous suis très reconnaissante, et je ne vous remercierai jamais assez pour votre générosité, votre aide précieuse.

A **DJAMEL**, **ISLAM**, **NORI**, **MADJID**, **BRAHIM**, **HADI**, **MOKHTAR** et tous mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Merci d'être toujours là pour moi ...





Résumé

Ce projet a été entamé en commencement avec la définition de la fonction maintenance, ses organes, ses types, ses missions et objectifs.

Le but de notre travail est l'étude du parc industrielle, ainsi que l'étude de la fiabilité, maintenabilité et disponibilité de ses équipements à l'aide d'un logiciel de **GMAO**, une bonne planification pour réduire la maintenance corrective et avoir une maintenance de qualité afin de minimiser le coût et assurer une activité de production continue.

Enfin, pour achever nos travaux, nous avons mets en service le système de maintenance informatisé utilisant **GMAO ACCEDER**, Nous l'avons utilisé pour suivre les interventions correctives et préventives sur nos équipements.

Mots clés : Maintenance, Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Qualité, Coût, Maintenance informatisé, GMAO, Correctives, Préventives, Equipements.

Abstract

This project was started at the beginning with the definition of the maintenance function, its organs, its types, its missions and objectives.

The goal of our work is the study of an industrial park, as well as the study of the reliability, maintainability and availability of its equipment using a **CAMM** software, a good planning to reduce the corrective maintenance to have maintenance of quality in order to minimize the cost and ensure an activity of production continue.

Finally, to complete our work, we commission the computerized maintenance system using **GMAO ACCES**. We used it to monitor corrective and preventive interventions on our equipment.

Keywords : Maintenance, Reliability, Maintainability, Availability, Quality, Cost, corrective , Preventive.

ملخص

بدأ هذا المشروع في البداية مع تعريف وظيفة الصيانة، أجهزتها، أنواعها، مهماتها و هدفها.

الهدف من عملنا هو دراسة منتزه صناعي، وكذلك دراسة موثوقية المعدات، وقابليتها للصيانة وتوافرها باستخدام برنامج **GMAO**، والتخطيط الجيد لتقليل الصيانة التصحيحية لإجراء صيانة الجودة من أجل تقليل التكلفة وضمان نشاط الإنتاج المستمر.

أخيراً، لإكمال عملنا، قمنا بتشغيل نظام الصيانة المعلوماتي باستخدام **GMAO ACCEDER** ، حيث استخدمناه لمراقبة التدخلات التصحيحية والوقائية على أجهزتنا.

الكلمات المفتاحية : الصيانة، موثوقيتها، التوافر، الصيانة التصحيحية، التكلفة، الوقائية.

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

BRM : Bons de réception magasin.

BSM : Bons de sortie magasin.

BT : Bon de travail.

CAMM : Computer-Assisted Maintenance Management.

Co : Les coûts d'exploitation.

D : La disponibilité des machines.

DI : Demandes d'intervention.

Di : Disponibilité intrinsèque.

ERP : Enterprise resource planning.

FMD : Fiabilité, Maintenabilité et la Disponibilité.

GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.

MDT : Temps moyen d'indisponibilité.

MTBF : La durée de vie des machines.

MTL : Moyenne des temps logistiques.

MTTF : Temps moyen avant-première défaillance.

MTTR : Les temps d'intervention.

MUT : Temps moyen de disponibilité.

NC : Nombre d'interventions de maintenance avec immobilisation.

OT : Ordres de travail.

PGI : Progiciels de gestion intégrée.

RFID : Radio frequency identification.

SAV : Service Après-Vente.

TCBF : Temps cumulé de bon fonctionnement.

X : les consommations anormales d'énergie.

λ : Taux de défaillance.

μ : Les taux de réparation.

Liste des figures

Figure (01) : Gestion de la maintenance.....	05
Figure (02) : De l'entretien à la maintenance.....	06
Figure (03) : Les différentes tâches contenues dans la fonction maintenance.....	09
Figure (04) : Les différents types de maintenance.....	12
Figure (05) : Communication production-maintenance.....	18
Figure (06) : Compromis entre les trois facteurs.....	20
Figure (07) : Fonction de défaillance.....	25
Figure (08) : Fonction associée.....	25
Figure (09) : Courbe de défaillance.....	29
Figure (10) : Les composantes de la disponibilité d'un équipement.....	32
Figure (11) : Durées caractéristiques FMD pour un système réparable.....	35
Figure (12) : La relation entre les notions FMD.....	36
Figure (13) : Analyse des indicateurs de maintenance.....	40
Figure (14) : Gestion de la maintenance assistée par ordinateur.....	42
Figure (15) : Fonctionnalités du GMAO.....	44
Figure (16) : Structure du progiciel actuellement utilisé par les LC.S.....	51
Figure (17) : Compresseur a vis.....	56
Figure (18) : Tableau de bord du logiciel.....	57
Figure (19) : Création d'une nouvelle société.....	57

Figure (20) : Fiche d'adresse.....	57
Figure (21) : Paramètres.....	58
Figure (22) : Localisation des équipements.....	58
Figure (23) : Section stockage.....	59
Figure (24) : Création d'un nouveau matériel.....	59
Figure (25) : Fiche matériel.....	60
Figure (26) : Affectation des éléments de l'équipement.....	60
Figure (27) : Bon d'arborescence du matériel.....	60
Figure (28) : Fiche d'article.....	61
Figure (29) : Localisation sur le matériel.....	61
Figure (30) : Fiche d'article.....	62
Figure (31) : Gestion du préventif.....	62
Figure (32) : Fiche préventif.....	63
Figure (33) : Fiche d'article de rechange.....	63
Figure (34) : Bon de travail préventif.....	64
Figure (35) : Plan de préventif.....	64
Figure (36) : Fiche préventif après réalisation.....	65
Figure (37) : Fiche de planification des travaux.....	65
Figure (38) : Bon de travail préventif après réalisation.....	66
Figure (39) : Fiche de création d'un bon de travail correctif.....	66

Figure (40) : Fiche d'information d'un bon de travail correctif.....	67
Figure (41) : Fiche des pièces de rechange.....	67
Figure (42) : Demande de travail correctif.....	68
Figure (43) : Fiche de paramètre des équipements.....	68
Figure (44) : Liste des équipements.....	69
Figure (45) : Bon de travail correctif clôture.....	69

Liste des tableaux

Tableau (01) : Les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance.....	11
Tableau (02) : Les facteurs de la maintenabilité.....	31
Tableau (03) : Fonctionnalité de logiciel GMAO_AC CEDER.....	55

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre I : La maintenance.	
I.1. Introduction.....	04
I.2. Définition de la maintenance.....	04
I.2.1. De l'entretien à la maintenance.....	05
I.3. Missions et objectifs de la maintenance.....	06
I.4. Rôle de la maintenance.....	07
I.5. La fonction maintenance.....	08
I.6. Les cinq niveaux de la maintenance.....	10
I.7. Les différents types de la maintenance.....	12
I.7.1. La maintenance préventive.....	13
I.7.2. Maintenance corrective.....	15
I.7.3. Maintenance améliorative.....	15
I.8. Les activités de la maintenance.....	16
I.9. Les entreprises s'organisent selon deux tendances.....	17
I.9.1. La centralisation.....	17
I.9.2. La décentralisation.....	18
I.10. Communication production-maintenance.....	18
I.11. Intérêts de pratiquer la maintenance.....	19

I.12. La politique de maintenance.....	19
II.12.1. Les objectifs de cette politique.....	19
I.13. Conclusion.....	22

Chapitre II : Fiabilité, maintenabilité et la disponibilité.

II.1. Introduction.....	24
II.2. Fiabilité.....	25
II.2.1. Objectif de la fiabilité.....	26
II.2.2. Indicateurs de fiabilité (λ) et (MTBF).....	26
II.2.3. Les différentes sortes de la fiabilité.....	27
II.2.4. Principales lois utilisées.....	27
II.3. La maintenabilité.....	29
II.3.1.La fonction maintenabilité.....	30
II.3.2. Observations.....	30
II.3.3. Maintenabilité et maintenance.....	31
II.3.4. Maintenabilité et disponibilité.....	32
II.4. La disponibilité.....	32
II.4.1. Différents niveaux de la disponibilité.....	33
II.5. Durées caractéristiques FMD pour un système réparable.....	35
II.6. La relation entre les notions FMD.....	36
II.7. Conclusion.....	37

Chapitre III : Gestion de maintenance assistée par ordinateur.

III.1. Introduction.....	39
III.2. Définition de GMAO.....	39
III.3. Pourquoi une GMAO.....	40
III.4. Importance de la GMAO.....	40
III.5. Caractéristique du GMAO.....	43
III.6. Fonctionnelle de la GMAO.....	43
III.7. Les différents types de licence GMAO.....	44
III.8. Les Gammes de la GMAO.....	45
III.9. Les avantages et inconvénients de la GMAO.....	45
III.9.1. Les avantages.....	45
III.9.2. Les inconvénients.....	45
III.10. Les objectifs de la GMAO.....	46
III.10.1. Objectifs à caractère économique.....	46
III.10.2. Objectifs à caractère technique.....	46
III.10.3. Objectifs à caractère humain.....	46
III.11. Domaines à gérer.....	47
III.11.1. Gestion des activités de maintenance.....	47
III.11.2. Gestion des matériels.....	47
III.11.3. Gestion des stocks et des approvisionnements.....	48

III.11.4. Gestion économique.....	48
III.11.5. Gestion des investissements.....	49
III.11.6. Gestion des moyens humains.....	50
III.12. Conclusion.....	51
Chapitre IV : Implémentation de la GMAO	
IV.1. Introduction.....	53
IV.2. Choix et présentation du progiciel.....	53
IV.2.1. Avantage de logiciel.....	54
IV.2.2. Simplicité et efficacité.....	54
IV.2.3. Les fonctionnalités de logiciel.....	54
IV.3. Choix des équipements.....	55
IV.4. Intégration des équipements dans le progiciel.....	56
IV.4.1. Création du fournisseur.....	56
IV.4.2. L'arborescence de notre équipement.....	58
IV.4.3. Maintenance préventive.....	61
IV.4.4. Maintenance corrective.....	66
IV.5. Conclusion.....	70
Conclusion générale.....	72
Référence bibliographiques.....	75
Annexes.....	80



Introduction générale

Introduction générale

La vie des entreprises des pays industrialisés ou en voie de l'être est caractérisée par des mutations profondes : technologiques, économiques et sociales. Supprimant certains types d'emplois, ces mutations posent des problèmes sociaux évidents : il n'y a qu'à ouvrir notre journal habituel pour s'en rendre compte. Mais elles créent également des besoins nouveaux qu'il nous faut identifier, puis satisfaire en termes de formation et de qualification des acteurs, de gestion et surtout d'organisation. Il en est ainsi pour la fonction maintenance, fonction qui a émergé dans les années 1970 à 1980 comme réponse à un besoin nouveau : celui de maîtriser techniquement et économiquement des systèmes productifs automatisés dans un environnement fortement informatisé. (**Monchy et al., 2010**)

L'évolution de la problématique de la maintenance, et de sa gestion économico-financière, a définitivement eu raison du « système Dépannage » purement technique. La réparation n'est plus la seule et unique raison d'être de la maintenance. Les méthodes préventives (systématique, conditionnelle, prévisionnelle) ont pris le dessus sur la méthode traditionnelle (curative), et pour justifier leur bien fondé, elles imposent une optimisation des organisations, des ressources nécessaires mises à disposition des moyens et des méthodes de travail.

On a voulu par la suite intégrer tous ces îlots d'automatisation. Sont apparus sur le marché bon nombre de progiciels, proposant de couvrir les fonctionnalités dont la maintenance souhaitait disposer. Il s'agit de la naissance de la **GMAO** (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur), **CMMS** (Computer Maintenance Management System), **CAMM** (Computer Aided Maintenance Management). Ces progiciels permirent de traiter les événements auxquels la maintenance avait à faire face quotidiennement : que ce soit la panne et son traitement, que ce soit l'exécution du préventif, que ce soit la gestion de stock. L'utilisation des ressources s'en trouva naturellement très améliorée. (**Marc, 2011**)

GMAO est un sigle commode adopté par les professionnels de la maintenance depuis une vingtaine d'années. Autrefois, lorsque des systèmes restrictifs n'étaient utilisés qu'à des fins budgétaires comptables, il était difficile de réellement parler d'« assistance de l'ordinateur » à la gestion de la maintenance. Heureusement, depuis deux décennies, à la

Introduction générale

faveur de l'évolution des technologies informatiques et de la convivialité qu'elles autorisent, des systèmes plus spécifiques à la gestion de la maintenance se sont progressivement développés. Les logiciels internes que s'offraient à grands frais, les puissants groupes industriels, ont largement fait place à un marché du progiciel, marché qui suscité par des entreprises plus modestes, arrive aujourd'hui à maturité. (Marc, 2011)

Notre travail est constitué de quatre chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré à l'étude théorique de la maintenance.
- Le deuxième chapitre va présenter l'état de l'analyse ; fiabilité, maintenabilité et disponibilité.
- Le troisième chapitre sera consacré à la gestion de maintenance assistée par ordinateur.
- Finalement dans le dernier chapitre, nous allons parler du progiciel qu'on a choisi après on va faire l'arborescence de notre équipement ainsi que sa maintenance préventive et corrective.
- Et enfin, une conclusion qui ponctue ce travail de recherche qui est présenté dans le cadre de soutenance d'un mémoire de master en Génie Industriel (MFQ).



Chapitre I

- La maintenance.

Chapitre I : La maintenance.

I.1. Introduction

Quel que soient les efforts entrepris au stade de la conception et la fabrication des machines pour assurer leur sûreté de fonctionnement, des défaillances apparaissant au cours de leur exploitation, les causes d'apparition de ces défaillances sont variables. Elles vont du coût de simple remplacement d'une pièce détériorée à d'importants frais d'immobilisation pour la machine donnée, elles peuvent aussi provoquer de graves accidents corporels. C'est pourquoi on fait appel à la maintenance afin de maintenir en état les machines et rétablir leur performance après défaillance.

La maintenance implique un certains nombres de mesures organisationnelles, techniques et économiques. Après avoir démontré sa rentabilité la maintenance représente une fonction principale dans beaucoup d'entreprises industrielles et de services.

I.2. Définition de la maintenance

D'après l'AFNOR (NF X 60-010) la maintenance est un ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût optimal.

Maintenir : Contient la notion de « Prévention » sur un système en fonctionnement.

Rétablir : Contient la notion de « Correction » consécutive à une perte de fonction.

État spécifié ou **service déterminé** : Implique la prédétermination d'objectif à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques.

Coût optimal : Qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité. (Site Web¹)

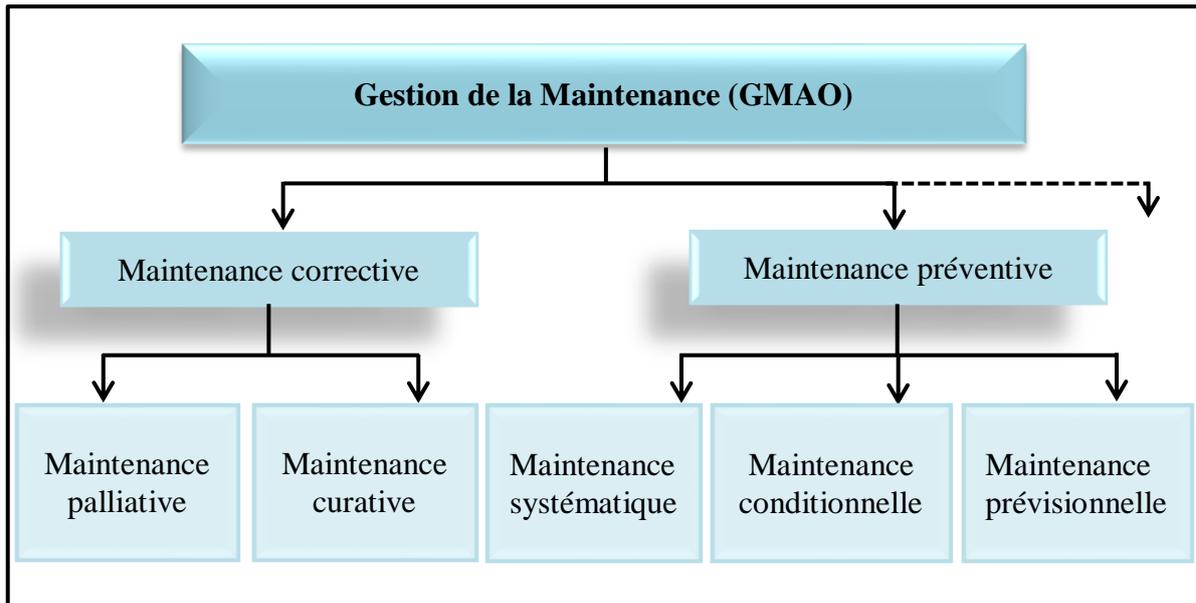


Figure (01) : Gestion de la maintenance.

I.2.1. De l'entretien à la maintenance

Cette différence de vocabulaire n'est pas une question de mode, mais marque une évolution de concept. Le terme maintenance est apparu dans les années 1950 aux Etats-Unis. En France, on parlait encore à cette époque d'entretien. Progressivement, une attitude plus positive vis-à-vis de la défaillance voit le jour. Il faut tirer une leçon de l'apparition d'une panne pour mieux réagir face aux aléas de fonctionnement (**figure (02)**).

Le terme « maintenance » se substitue à celui d'« entretien », qui signifie alors « maintenance corrective ».

Entretien, c'est dépanner, réparer pour assurer le fonctionnement de l'outil de production : entretenir, c'est subir le matériel. (**Heng, 2002**)

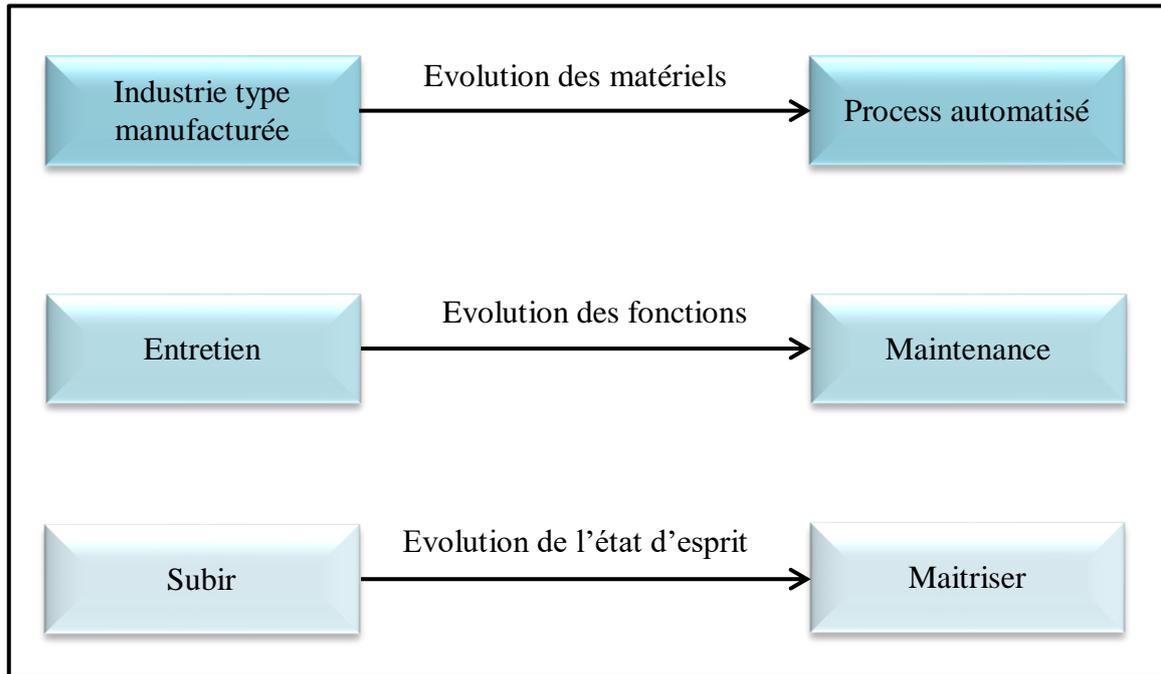


Figure (02) : De l'entretien à la maintenance. (Heng, 2002)

Maintenir, c'est intervenir dans de meilleures conditions ou appliquer les différentes méthodes afin d'optimiser le cout global de possession : maintenir, c'est maitriser.

I.3. Missions et objectifs de la maintenance

La maintenance est appelée à remplir les missions suivantes :

- * Assurer la continuité de marche de l'outil de production (diagnostic, réparation, révisions et prévention).
- * Faire les modifications demandées en accord avec la production pour améliorer la productivité.
- * Mettre en place et vérifier les dispositifs de sécurité tant pour le personnel que pour les installations.

Ses principaux objectifs peuvent être résumés en :

- * Améliorer la disponibilité de l'équipement de production par :
 - Une diminution des pannes et défaillances et augmenter ainsi la fiabilité des équipements.

- La mise en place d'un système de suivi des indicateurs de performances, notamment la disponibilité des équipements.

* Améliorer la qualité du Service par la mise en place de relation de type Client / Fournisseur entre la Production et la Maintenance.

* Diminuer les coûts de maintenance par un suivi rigoureux de tous les paramètres qui y entrent (main d'œuvre, matières...). (**Kahel, 2012**)

* La disponibilité des machines (D).

* La durée de vie des machines (MTBF).

* Les taux de défaillances (λ).

* Les temps d'intervention (MTTR).

* Les taux de réparation (μ).

* Les coûts d'exploitation (C_o).

* X les consommations anormales d'énergie.

* X les causes d'accidents graves (S). (**R.Nourddine, 2017**)

A travers ces objectifs nous remarquons que la définition de la maintenance donnée par l'**AFNOR** omet un aspect important à savoir : l'aspect économique (coûts de maintenance). Cette lacune est comblée dans un autre document de la même norme qui stipule que « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ». (**Kahel, 2012**)

I.4. Rôle de la maintenance

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise, en maintenant le potentiel d'activités en tenant compte de la politique de maintenance définis par l'entreprise. (**M.Soussan et T.Dib, 2012**)

I.4.1. Court terme

- Réduire les durées d'immobilisations.
- Réduire les coûts des interventions.

I.4.2. Moyen terme

- Elaboration d'un plan de prévisions des interventions à l'immobilisation des équipements.

I.4.3. Long terme

Réalisation d'opérations directement liées à la politique générale de l'entreprise et fin de minimiser l'ordonnancement :

- Des charges.
- Des stocks.
- Des investissements.

I.5. La fonction maintenance

La fonction maintenance est présentée comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles ; les activités à dominante technique et les activités à dominante gestion comme le montre **la figure (03)**.

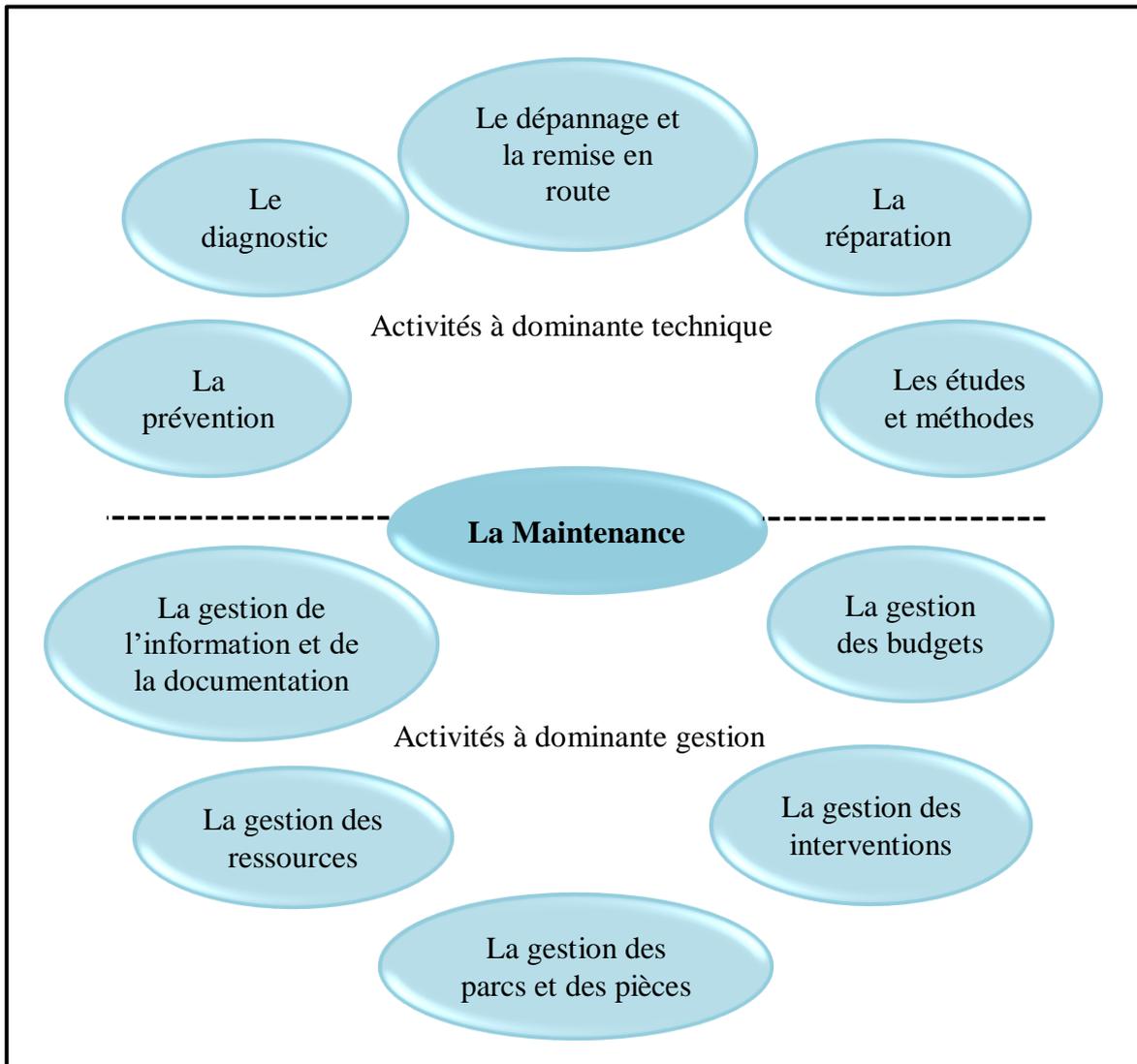


Figure (03) : Les différentes tâches contenues dans la fonction maintenance. (Monchy, 1997)

Chacune de ces composantes est constituée de tâches bien précises dont certaines sont assurées par plusieurs sous-fonctions. Pour simplifier nous désignerons les sous-fonctions par fonctions.

C'est ainsi que nous pouvons distinguer les fonctions suivantes :

- * La fonction Préparation.
- * La fonction Ordonnement.
- * La fonction Réalisation.

* La fonction Gestion du Service Maintenance.

I.6. Les cinq niveaux de la maintenance

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

Ainsi, selon le degré d'organisation de l'entreprise nous pouvons avoir jusqu'à cinq niveaux de maintenance. Ceux-ci font référence à la complexité des tâches à effectuer et aux ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de chacune des tâches.
(Monchy, 1997)

Tableau (01) : Les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance.

(Monchy, 1997)

Niveaux :	Personnel d'intervention :	Moyens :	Nature des Travaux effectués :
1^{er}	Exploitants sur place.	Outillage léger défini dans les instructions.	Réglage simple sans démontage, d'équipement ou échange d'équipement en toute sécurité.
2^{ème}	Technicien habilité sur place.	Outillage léger + pièces de rechange. Disponibles.	Dépannage par échange standard, ou opération mineure de préventif.
3^{ème}	Technicien spécialisé sur place ou en local maintenance.	Outillage prévu + appareils de mesures, banc d'essai, contrôle.	Identification et diagnostic de pannes réparation par échange de composants fonctionnels.
4^{ème}	Equipe encadrée par technicien spécialisé.	Outillage plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle.	Travaux important de maintenance ; préventive ou corrective.
5^{ème}	Equipe complète polyvalente au niveau de l'atelier central.	Moyens proches de fabrication, par le constructeur.	Travaux de rénovation, de reconstruction, ou réparations importantes confiées à l'atelier.

I.7. Les différents types de la maintenance

Les processus de la maintenance industrielle constituent le pilier de la productivité des entreprises. Ainsi, de nombreux types de maintenance coexistent afin de fournir aux industriels des possibilités d'optimisation de leurs chaînes de production.

Chaque entreprise définit donc ses besoins en termes de maintenance industrielle et met en place une stratégie de planification. (Site Web²)

Nous avons vu que la maintenance peut être subdivisée en deux principales composantes qui sont : la maintenance corrective et la maintenance préventive. **La figure (04)** nous en donne une image. Certains spécialistes parlent d'un troisième, la maintenance améliorative, dont on parle peu car dépendant des deux autres. (Richet, 1996)

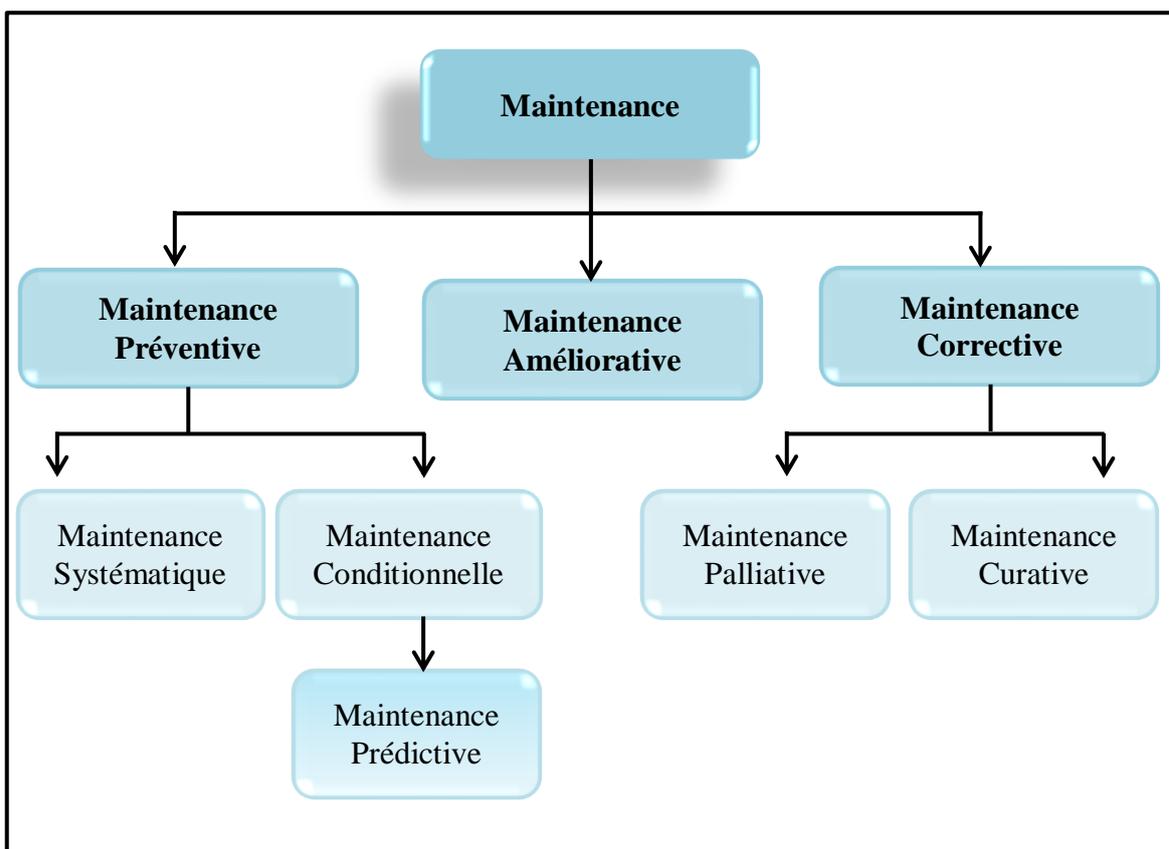


Figure (04) : Les différents types de maintenance. (Monchy, 1997)

I.7.1. La maintenance préventive

Et / ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service. Cette politique de maintenance s'adresse aux machines provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme important pour l'entreprise. Telle est le cas des machines des chantiers de forages. Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts souvent trop onéreux. Ainsi on aura à pratiquer trois formes de maintenance dite préventive :

I.7.1.1. Maintenance Systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage. La mise en pratique de cette maintenance nécessite de décomposer les machines en éléments maintenables. Ces éléments doivent être visités ou changés régulièrement.

La périodicité de ces visites s'établit par l'étude des lois de durée de vie. On harmonisera ces périodicités de façon à les rentres multiple les unes des autres.

Des gammes d'entretien seront élaborées de façon à préciser le travail à exécuter par l'équipe de maintenance, un rapport sera rédigé mettant en relief les résultats des diverses mesures et les observations. L'intérêt de cette méthode est de diminuer les risques de défaillance. Ceux-ci restants néanmoins possible entre deux visites.

- **Les opérations de maintenance préventive systématique peuvent être :**

- **Le remplacement :**

- De l'huile des boites de vitesse.
- Des filtres (air, huile, carburant...).
- Des pièces d'usure normale.

- **Le réglage et l'étalonnage :**

- Des niveaux de pressions hydrauliques et pneumatiques.

- Des tensions de courroies.
- Des jeux glissières ou des cales d'ajustement.

➤ **Le contrôle de l'état général :**

- Des niveaux d'huile.
- Des divers blocages.
- Apparence d'usure ou de fissure.

I.7.1.2. Maintenance conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien.

Note : Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

• **Outil disponibles pour la maintenance conditionnelle industrielle :**

L'intégration des différentes technologies de la maintenance préventive prévisionnelle conduit à une optimisation de la disponibilité des équipements.

- Analyse des vibratoire pour la détection de problèmes mécanique sur les machines rotatives.
- Analyse d'huile sur site ou avec l'aide d'un laboratoire d'analyse externe.
- Mesure de température, thermographie infrarouge pour le contrôle périodique de l'installation électrique, mécanique

I.7.1.3. Maintenance prédictive (prévisionnelle)

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

I.7.2. Maintenance corrective

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de son fonctionnement, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

Note : La maintenance corrective comprend en particulier :

- La localisation de la défaillance et son diagnostic.
- La remise en état avec ou sans modification.
- Le contrôle du bon fonctionnement.

I.7.2.1. Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées pour permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

Note : Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

I.7.2.2. Maintenance curative

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat des activités réalisées doit présenter un permanent, ces activités peuvent être :

- Des réparations.
- Des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance (s).

I.7.3. Maintenance améliorative

Ce type de maintenance permet, après réflexion et étude, d'éliminer le problème. Elle nécessite obligatoirement une concertation entre services production-bureau d'étude et maintenance.

I.8. Les activités de la maintenance

- **L'inspection :**

C'est un contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien. En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance.

- **La surveillance :**

C'est l'activité exécutée manuellement ou automatiquement ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien. La surveillance se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

- **La réparation :**

Ce sont les actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.

- **Le dépannage :**

Ce sont les actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.

- **L'amélioration :**

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

- **La modification :**

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien.

- **La révision :**

Ensemble complet d'examens et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité.

- **La reconstruction :**

Action suivant le démontage d'un bien et la réparation ou le remplacement des composants qui approchent de la fin de leur durée de vie utile et/ou devraient être systématiquement remplacés.

Elle diffère de la révision en ce qu'elle peut inclure des modifications et/ou améliorations. L'objectif de la reconstruction est normalement de donner à un bien une vie utile qui peut être plus longue que celle du bien d'origine.

I.9. Les entreprises s'organisent selon deux tendances

I.9.1. La centralisation : Où toute la maintenance est assurée par un service.

- **Les avantages sont :**

- Standardisation des méthodes, des procédures et de la communication.
- Regroupement permet la mutualisation des coûts.
- Vision globale de l'état du parc à gérer.
- Gestion plus aisée et plus souple des personnels.
- Rationalisation des moyens matériels (amortissement plus rapide).
- Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles.
- Communication simplifiée avec les autres services.

I.9.2. La décentralisation : Où la maintenance est confiée à plusieurs services liés à chacun des services de l'entreprise.

- **Les avantages sont :**

- Meilleures communications et relations avec le service responsable et l'utilisateur du parc à maintenir.
- Effectifs moins importants dans les différentes antennes.
- Réactivité accrue face à un problème.
- Meilleure connaissance du matériel.
- Gestion administrative allégée. (**Maintenance Industriel, 2008**)

I.10. Communication production-maintenance

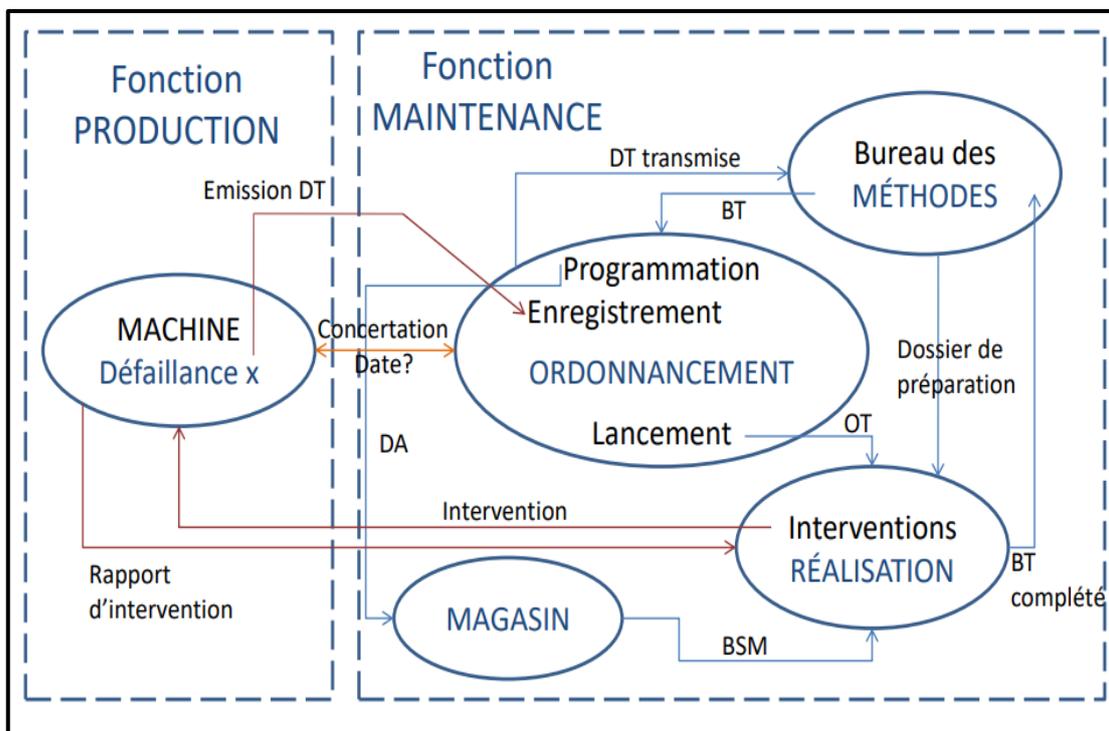


Figure (05) : Communication production-maintenance.

La communication au sein de la maintenance utilise les abréviations suivantes :

- ✓ **DT** : Demande de Travail, ouvrant un N° de référence, provenant du client interne.
- ✓ **OT** : Ordre de Travail, géré par l'ordonnancement.
- ✓ **BT** : Bon de Travail, accompagnant la préparation et retourné compléter après intervention.
- ✓ **DA** : Demande d'Approvisionnement.
- ✓ **BSM** : Bon de Sortie Magasin. (R.Nourddine, 2017)

I.11. Intérêts de pratiquer la maintenance

La maintenance se montre très importante pour les 5 domaines suivants :

- **La productivité et rentabilité** : En limitant le nombre de défaillances, la maintenance permet de conserver une bonne productivité en réduisant le nombre d'arrêts de la production ou son ralentissement.
- **La qualité** : En limitant la dérive des systèmes due au vieillissement ou à l'usure, la qualité de la production est conservée.
- **La sécurité de l'environnement** : En limitant les défaillances la maintenance permet de prévenir certains accidents.
- **La durabilité des biens** : En limitant les effets de l'usure et du vieillissement, la maintenance permet de conserver les équipements en bon état plus longtemps.
- **La disponibilité et la capacité de traitement** : permet des économies de rachat de matériel et d'éviter les problèmes causés par l'intégration de nouveau matériel pour la capacité. (Tisakfi, 2017)

I.12. La politique de maintenance

Elle consiste à définir les objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge des équipements.

II.12.1. Les objectifs de cette politique

Ces objectifs peuvent être de types : Opérationnels, socio-économiques ou organisationnels. Il faut noter que ces objectifs doivent toujours faire l'objet d'un

compromis entre les trois facteurs que nous avons cité plus haut (humain, technique et économique) comme le montre **la Figure (06)** ci-dessous.

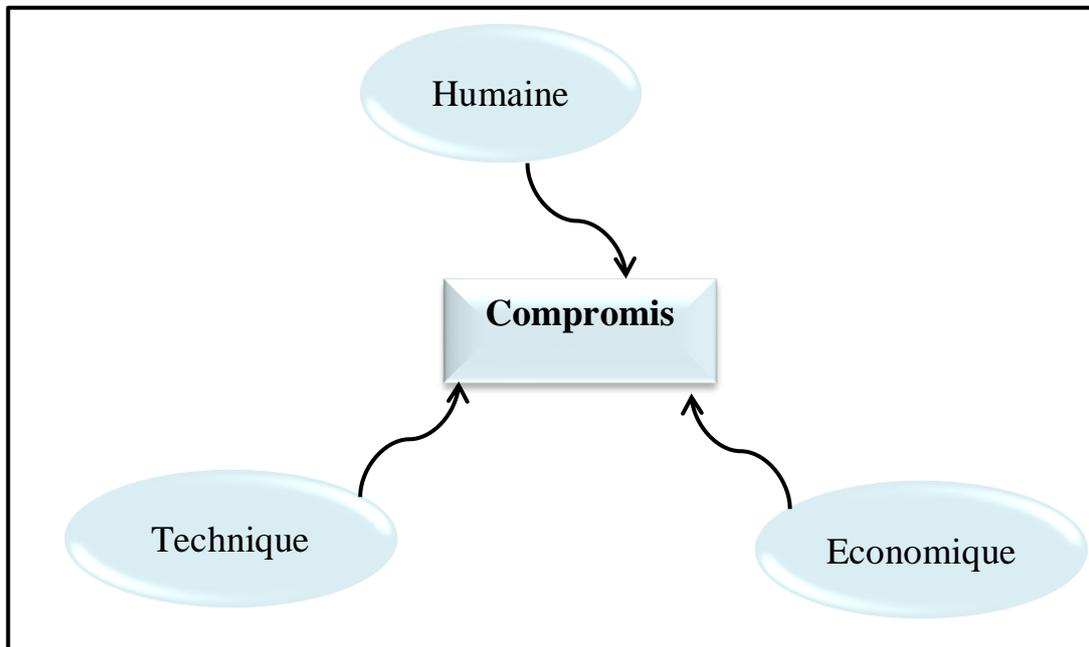


Figure (06) : Compromis entre les trois facteurs.

Notons que les objectifs doivent être cohérents selon les niveaux hiérarchiques. En effet, ils ne sont pas perçus de la même manière par les différents niveaux de la hiérarchie. Par exemple les responsables de maintenance s'intéresseront aux coûts de maintenance tandis qu'au sein des ateliers on s'intéressera plutôt à la réduction du nombre de défaillances et des retards des chantiers. (Issa, 2003)

- **Objectifs opérationnels :**

Ce sont les objectifs qui concernent les missions à assurer sur les équipements :

- Maintenir les équipements de production dans les meilleures conditions possibles.
- Assurer la disponibilité du matériel à un coût optimum.
- Avoir un rendement maximal d'une machine sur une période assez conséquente.
- Assurer une durée de vie de l'équipement la plus longue possible.
- Organiser les interventions rapides et efficaces.

- **Objectifs socio-économiques :**

Ces objectifs tendent à :

- Assurer la sécurité du personnel et des installations ;
- Diminuer les coûts directs (de maintenance) et indirects (de perte de production) ;
- Réduire les coûts annexes en diminuant les stocks de rechange; Augmenter les performances du personnel de maintenance;
- Optimiser (minimiser) les coûts de possession des équipements;
- Fidéliser la clientèle par une production de bonne qualité à des coûts compétitifs.

- **Objectifs organisationnels :**

Il s'agit d'objectifs qui permettent d'organiser les activités de maintenance :

- Bien répartir les charges de travail des différentes équipes d'intervention.
- Améliorer l'efficacité de l'ordonnancement ; mieux définir les politiques de sous-traitance et/ou d'approvisionnement.

Une fois les objectifs définis, il faut procéder à la mise en place des indicateurs de performance qui permettront de savoir si les objectifs visés sont atteints. Ensuite il sera précisé la méthode de mise en place de ces indicateurs et de la politique de maintenance choisie. (Issa, 2003)

I.13. Conclusion

La maintenance est une fonction complexe par son effet, elle agit comme un facteur de productivité, élément de sécurité, argument de promotion et réputation de la classe de l'entreprise.

Dans ce chapitre nous avons essayé de donner une idée générale sur les concepts généraux de la maintenance industrielle (une définition, les missions et objectifs, le rôle, la fonction, les 5 niveaux, les différents types, les activités, les tendances des entreprises, la communication production-maintenance, les intérêts de pratiquer la maintenance et la politique de la maintenance).

Nous allons consacrer le deuxième chapitre pour présenter l'étude de fiabilité, la maintenabilité ainsi que la disponibilité.



Chapitre II

- Fiabilité.
- Maintenabilité.
- Disponibilité.

Chapitre II : Fiabilité, maintenabilité et disponibilité.**II.1. Introduction**

L'exécution de la maintenance dans une entreprise industrielle est d'une importance capitale pour maintenir les équipements en état de bon fonctionnement. La maintenance, dans sa plus large définition, est l'ensemble de toutes les opérations de gestion, de programmation et d'exécution. Le calcul de la fiabilité d'un équipement constitue un outil incontournable pour évaluer l'efficacité de n'importe quelle entité. Les concepteurs et les utilisateurs sont souvent confrontés à des contraintes par pauvreté ou par manque de modèles permettant de faire des études prévisionnelles correctes. Le taux de défaillance est souvent considéré comme constant ce qui est manifestement faux en mécanique d'où l'intérêt d'outils, de modèles ou de méthodes plus adaptées. Le calcul de la fiabilité des systèmes mécaniques est influencé par les caractéristiques suivantes :

- La notion du taux de défaillance n'existe pas.
- Le recueil des informations sur la fiabilité est plus difficile.

Les défaillances ont des origines variées (la durée de vie des composants est principalement conditionnée par les problèmes de fatigue avec une forte influence des différentes contraintes).

Le système mécanique est de plus en plus performant et compliqué. Ainsi, le choix d'une loi de comportement du matériel (calcul de la fiabilité) devient une tâche très compliquée.

Fonction de fiabilité $R(t)$ - Fonction de défaillance $F(t)$

On appelle fonction de défaillance la fonction **F** définie pour tout $t \geq 0$.

Le nombre **F(t)** représente la probabilité qu'un dispositif choisi au hasard ait une défaillance avant l'instant t . **La figure (07)** donne l'allure de cette fonction.

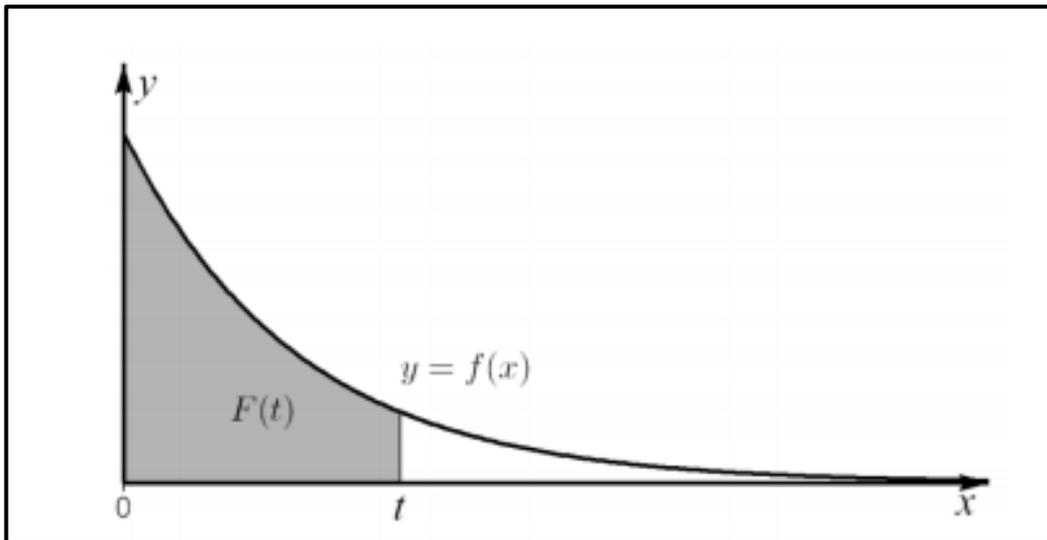


Figure (07) : Fonction de défaillance.

Cette fonction nous amène naturellement une fonction associée : la fonction de fiabilité R définie pour tout $t \geq 0$ par : $R(t) = 1 - F(t)$. Le nombre $R(t)$ représente la probabilité qu'un dispositif choisi au hasard dans la population n'ait pas de défaillance avant l'instant (t). La figure (08) montre les deux fonctions associées. (Bellaouar et Beleulmi, 2013)

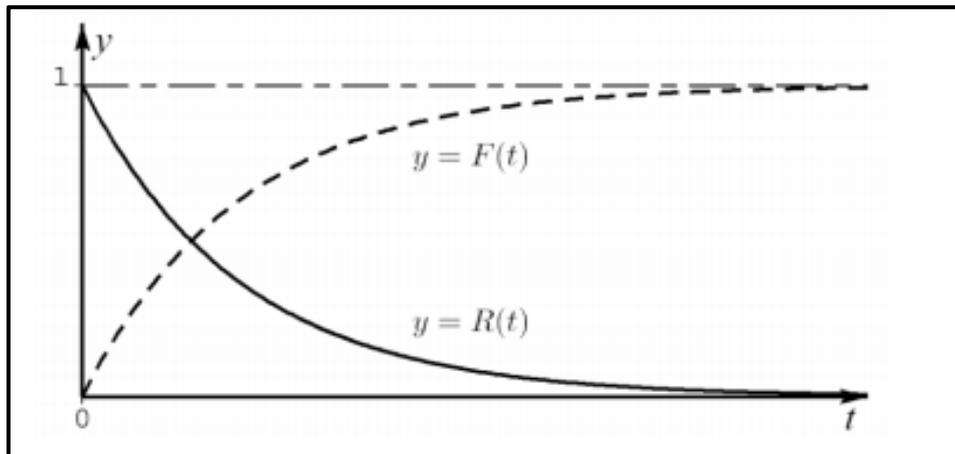


Figure (08) : Fonction associée.

II.2. Fiabilité

La norme NF X 60-500 définit la fiabilité comme l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné. (Lyonnet, 1992)

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 an l'intervention humaine. (Manuel de maintenance, 2001)

II.2.1. Objectif de la fiabilité

Utilisée depuis bientôt une dizaine d'années dans l'industrie, le concept de fiabilité permet à l'aide de renseignement statistique recueillies pendant la vie du matériel :

- De mesurer une garantie dans le temps.
- D'évaluer rigoureusement de degré de confiance.
- De chiffrer une dure de vie.
- D'évaluer une précision du temps de bon fonctionnement.
- De calculer le risque pris.
- De déterminer la stratégie d'entretien.
- De choisir le stock magasin judicieux. (Dehim, 2002)

II.2.2. Indicateurs de fiabilité (λ) et (MTBF)

(λ) et le (MTBF) sont les deux principaux indicateurs de la fiabilité utilisés industriellement.

➤ Taux de défaillance (λ) :

(λ) représente le taux de défaillance ou le taux d'avarie. Il caractérise la vitesse de variation de fiabilité au cours du temps.

$$\lambda = \frac{\text{Nombre total de défaillance pendant le service}}{\text{Durée total de bon fonctionnement}}$$

➤ **Moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) :**

MTBF (qui vient de l'anglais : Mean Time Between Failure) représente la moyenne des temps de bon fonctionnement entre deux défaillances d'un système réparable ou le temps moyen entre deux défaillances.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Somme des temps de bon fonctionnement entre les (n) défaillances}}{\text{Nombre d'intervention de maintenance avec immobilisation}}$$

Si λ est constante alors $\text{MTBF} = 1/\lambda$. (Lyonnet, 1992)

II.2.3. Les différentes sortes de la fiabilité

On distingue plusieurs types de fiabilité (termes spécifiques) :

- La fiabilité opérationnelle (observée) déduite de l'analyse d'entités identiques dans les mêmes conditions opérationnelles à partir de l'exploitation d'un retour d'expérience.
- La fiabilité prévisionnelle (prédite) correspondant à la fiabilité future d'un système et établie par son analyse, connaissant les fiabilités de ses composants.
- La fiabilité extrapolée déduite de la fiabilité opérationnelle par extrapolation ou interpolation pour des conditions ou des durées différentes.
- La fiabilité intrinsèque ou inhérente qui découle directement des paramètres de conception. Sans modification de conception des entités, il n'est pas possible d'obtenir un niveau de fiabilité au plus égal à la fiabilité intrinsèque. (Lyonnet, 1992)

II.2.4. Principales lois utilisées

II.2.4.1. La loi de Weibull

L'expression loi de Weibull recouvre en fait toute une famille de lois, certaines d'entre elles apparaissent en physique comme conséquence de certaines hypothèses. C'est en particulier, le cas de la loi exponentielle ($\beta = 1$) et de la loi normale ($\beta = 3$). Ces lois constituent surtout des approximations particulièrement utiles dans des techniques diverses alors qu'il serait très difficile et sans grand intérêt de justifier une forme particulière de loi. Une distribution à valeurs positives (ou, plus généralement mais moins fréquemment, à valeurs supérieures à une valeur donnée) a presque toujours la même allure.

Elle ne part d'une fréquence d'apparition nul, croît jusqu'à un maximum et décroît plus lentement. Il est alors possible de trouver dans la famille de Weibull une loi qui ne s'éloigne pas trop des données disponibles en calculant β et à partir de la moyenne et la variance observées. Sa fonction de fiabilité est : **(Bendris et Saadi, 2017)**

Avec les paramètres et signification :

γ, β, η définissent la distribution de Weibull.

On utilise trois paramètres :

β : paramètre de forme ($\beta > 0$).

η : paramètre d'échelle ($\eta > 0$).

γ : paramètre de position ($-\infty > \gamma > +\infty$) Sa courbe théorique de distribution est donnée à la figure.

II.2.4.2. La loi exponentielle

La loi exponentielle a de nombreuses applications dans le domaine de l'ingénierie en particulier dans l'étude de fiabilité d'un équipement. Elle présente également diverses applications dans l'étude des phénomènes d'attentes. **(Bendris et Saadi, 2017)**

La loi exponentielle est une loi simple ayant un seul paramètre et généralement utilisée pour modéliser des données de fiabilité. La loi exponentielle est en fait un cas particulier de la loi de Weibull où $\beta = 1$.

II.2.4.3. La loi normale

Cette loi est aussi appelée loi de Gauss. La loi normale est la loi statistique la plus répandue et la plus utile, elle est utilisée afin d'approcher des probabilités associées à des variables aléatoires binomiales possédant un paramètre « n » très grand. Elle représente beaucoup de phénomènes aléatoires. De plus, de nombreuses autres lois statistiques peuvent être approchées par la loi normale, tout spécialement dans le cas des grands échantillons. Sa fonction de fiabilité est : **(Renée, s.d)**

$$n(t) = \frac{n}{(\sigma\sqrt{2\pi})} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

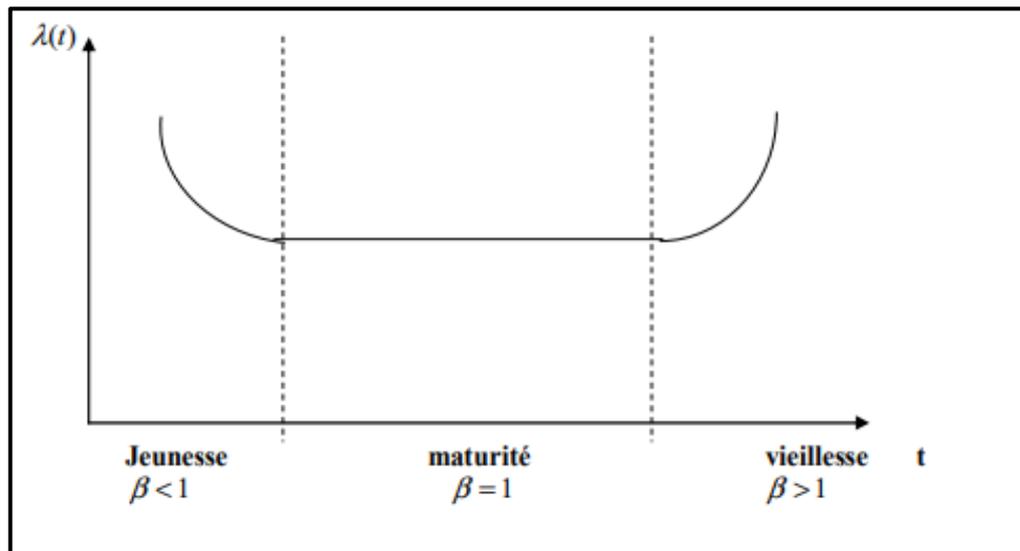


Figure (09) : Courbe de défaillance.

$\beta < 1$: Correspond à la zone décroissante de la courbe, c'est la période de mise en place et de rodage de l'installation (période de jeunesse)

$\beta = 1$: Correspond à la zone où le taux de défaillance est pratiquement constant, c'est la période de défaillance aléatoire qui ne présente généralement aucun symptôme de dégradation préalable (vie-utile) c'est la période la plus longue

$\beta > 1$: Correspond à la zone croissante rapide, c'est l'époque de vieillesse provoquée par l'usure mécanique.

II.3. La maintenabilité

Dans des conditions données, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.

Maintenabilité = être rapidement dépanné

C'est aussi la probabilité de rétablir un système dans des conditions de fonctionnement spécifiées, en des limites de temps désirées.

A partir de ces définitions, on distingue :

- **La maintenabilité intrinsèque** : Elle est « construite » dès la phase de conception à partir d'un cahier des charges prenant en compte les critères de maintenabilité (modularité, accessibilité, etc.).
- **La maintenabilité prévisionnelle** : Elle est également « construite », mais à partir de l'objectif de disponibilité.
- **La maintenabilité opérationnelle** : Elle sera mesurée à partir des historiques d'interventions. L'analyse de maintenabilité permettra d'estimer la **MTTR** ainsi que les lois probabilistes de maintenabilité (sur les mêmes modèles que la fiabilité).
(Nacerddine et Farid, 2006)

La maintenabilité d'un équipement dépend essentiellement de la facilité de démontage de ces éléments consécutifs et de leurs interchangeabilité.

II.3.1. La fonction maintenabilité

C'est la probabilité pour qu'un dispositif soit réparé avant le temps (**t**). (Lannoy, 1996)

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

Le taux de réparation (**μ**)

$$\mu = 1/MTTR$$

μ est le taux de réparation ou le nombre d'intervention par unité de temps.

MTTR : Moyenne des temps de réparation

$$MTTR = \sum TR/N$$

TR est le temps de réparation

II.3.2. Observations

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'à du matériel maintenable, donc réparable. « Les moyens prescrits » englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc.

La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :

Tableau (02) : Les facteurs de la maintenabilité.

Facteurs liés à l'équipement :	facteurs liés au constructeur :	facteurs liés à la maintenance :
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation - Aptitude au démontage - Facilité d'utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Conception - Qualité de service après-vente - Facilité d'obtention des pièces de rechange - Cout des pièces de rechange 	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation et formation du personnel - Moyens adéquats - Etudes d'améliorations (maintenance améliorative)

Remarque : On peut améliorer la maintenabilité en :

- Développant les documents d'aide à l'intervention.
- Améliorant l'aptitude de la machine au démontage (modifications risquant de coûter cher).
- Améliorant l'interchangeabilité des pièces et sous ensemble.

II.3.3. Maintenabilité et maintenance

Pour un technicien de maintenance, la maintenabilité est la capacité d'un équipement à être rétabli lorsqu'un besoin de maintenance apparaît. L'idée de « facilité de maintenir » se matérialise par des mesures réalisées à partir des durées d'intervention.

Il est évident que la maintenabilité intrinsèque est le facteur primordial pour que la maintenance soit performante sur le terrain. En effet, une amélioration ultérieure de la maintenabilité initiale n'est jamais chose facile.

Il est donc indispensable que la maintenance sache définir ses besoins et les intégrer au cahier des charges d'un équipement nouveau afin que celui-ci puisse être facilement maintenable. (Bellaouar et Beleulmi, 2013)

II.3.4. Maintenabilité et disponibilité

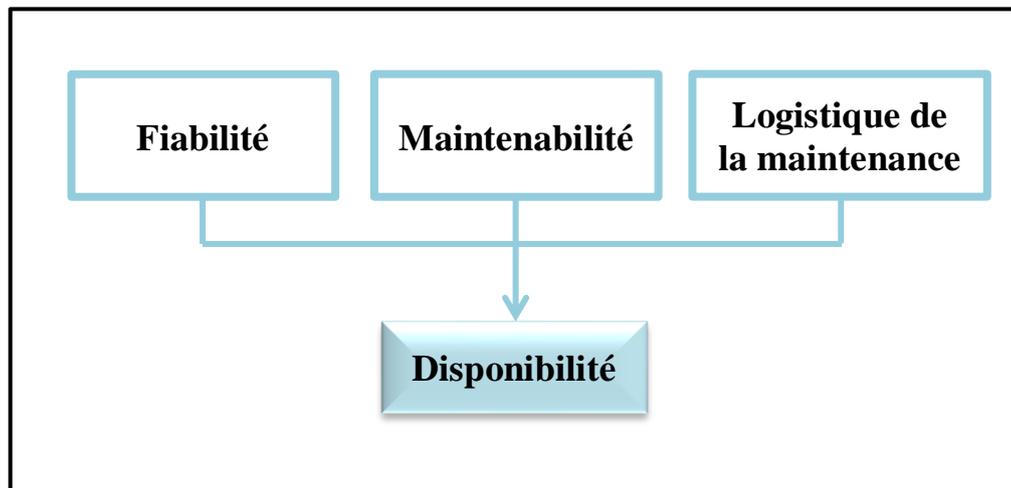


Figure (10) : Les composantes de la disponibilité d'un équipement.

Le schéma ci-dessus rappelle les composantes de la disponibilité d'un équipement. Il met en évidence :

- Que la maintenabilité est un des leviers d'action pour améliorer la disponibilité et donc la productivité d'un équipement.
- Que la fiabilité et la maintenabilité sont 2 notions parallèles de même importance (et dont les démarches d'analyse sont semblables). (Bellaouar et Beleulmi, 2013)

II.4. La disponibilité

D'après l'AFNOR (X 60-500), la disponibilité est définie comme « l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires de maintenance soit assurée ».

II.4.1. Différents niveaux de la disponibilité

II.4.1.1. Disponibilité intrinsèque théorique

Cette disponibilité est évaluée en prenant en compte les moyennes des temps de bon fonctionnement et les moyennes de réparations, ce qui donne :

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$MTBF = \frac{TCBF}{N_c} \quad MTTR = \frac{\sum TR}{N_c}$$

Ou :

Di : Disponibilité intrinsèque.

MTBF : Moyenne de temps de bon fonctionnement.

MTTR : Moyenne de temps technique de réparation.

TCBF : Temps cumulé de bon fonctionnement.

NC : Nombre d'interventions de maintenance avec immobilisation.

II.4.1.2. Disponibilité instantanée

C'est la probabilité pour qu'un dispositif puisse accomplir une fonction requise dans des conditions données et un instant donné.

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

Ou :

D(t) : La disponibilité instantané.

μ : Taux de réparation.

λ : Taux de défaillance.

II.4.1.3. Disponibilité moyenne

La disponibilité moyenne sur un intervalle de temps donné peut-être évalué par les rapports suivants :

$$Dm = \frac{TCBF}{MCBF + TCI}$$

TCI : Temps cumulé d'immobilisation.

II.4.1.4. Disponibilité opérationnelle

Pour cette mesure, sont pris en compte les temps logistiques, ce qui donne :

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL}$$

Avec : **M.T.L** : Moyenne des temps logistiques.

II.4.1.5. Disponibilité asymptotique

Lorsque λ et μ sont indépendants des temps et quand (**t**) devient grand, on constate que **D (t)** tend vers une valeur constante. Cette valeur est souvent dénommée disponibilité asymptotique et se note **A α** elle est égale à : (Salah et Meddour, 2018)

$$A \alpha = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$$

Avec :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \qquad \mu = \frac{1}{MTTR}$$

II.5. Durées caractéristiques FMD pour un système réparable

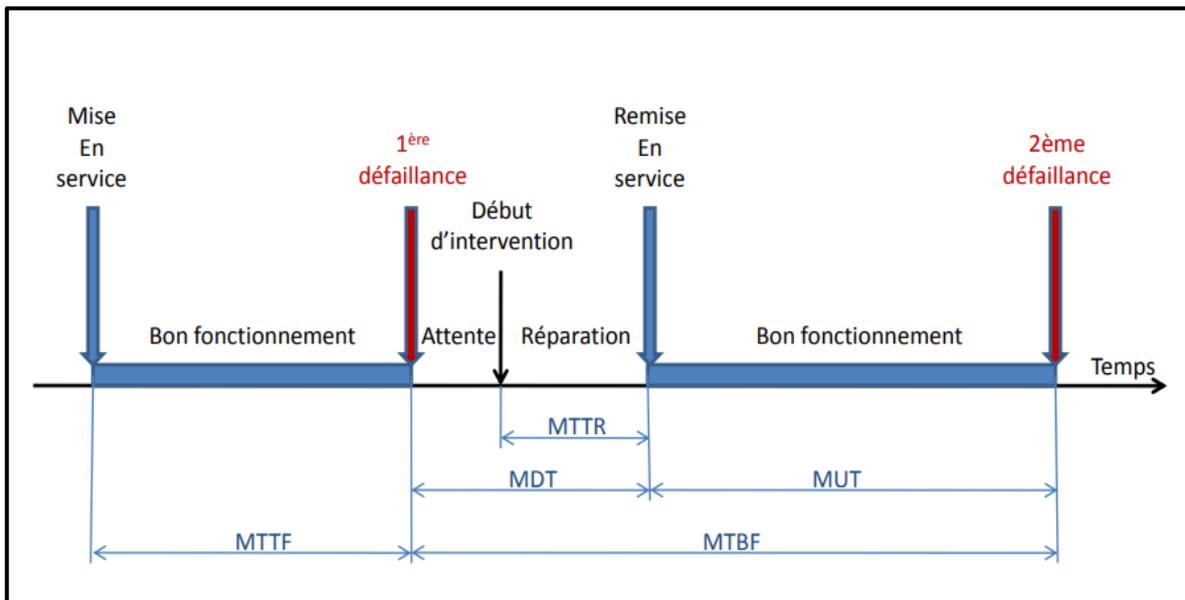


Figure (11) : Durées caractéristiques **FMD** pour un système réparable.

En fait, les grandeurs portées par le graphe sont des durées (**TBF**) auxquelles on fait correspondre des moyennes (**MTBF**) obtenues par exploitation statistique $m(t)$ ou probabiliste $E(t)$ des n durées constatées et enregistrées. Les sigles utilisés sont d'origine anglo-saxonne et correspondent aux notions suivantes :

- **MTTF (mean time to [first] failure)** : Temps moyen avant-première défaillance.
- **MTBF (mean time between failure)** : Temps moyen entre deux défaillances successives.
- **MDT ou MTI (mean down time)** : Temps moyen d'indisponibilité ou temps moyen d'arrêt propre.
- **MUT (mean up time)** : Temps moyen de disponibilité.
- **MTTR (mean time to repair)** : Temps moyen de réparation. (Éditions Eyrolles, Paris, 1973)

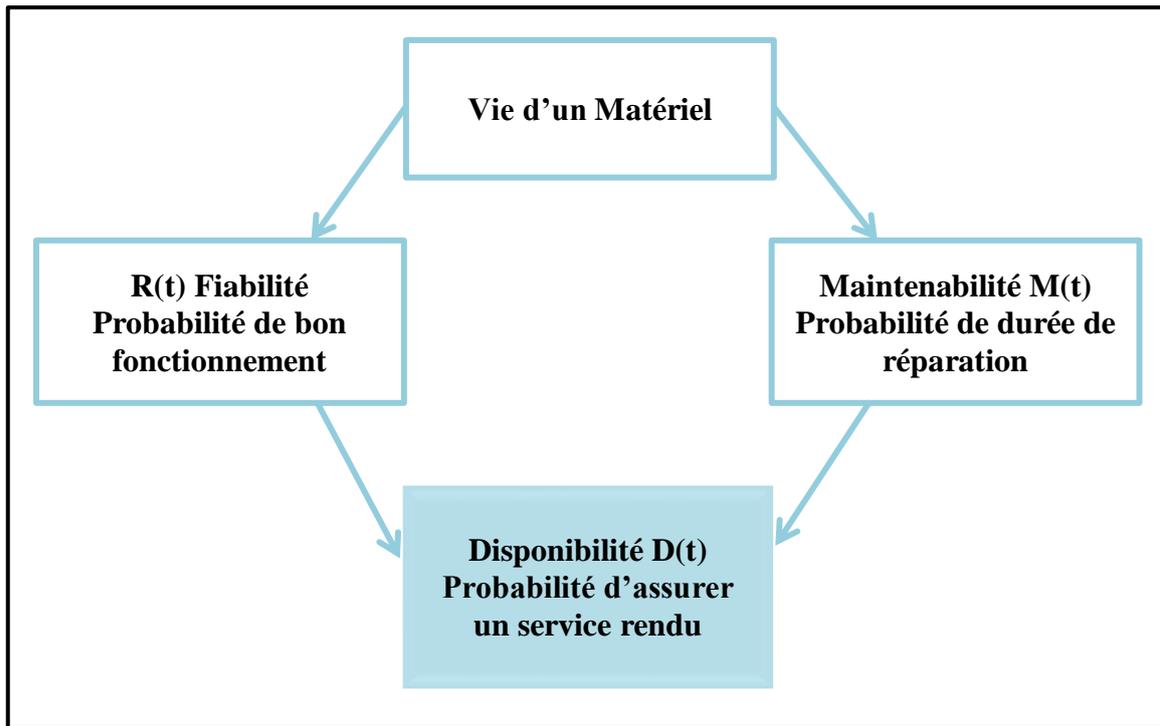
II.6. La relation entre les notions FMD

Figure (12) : La relation entre les notions FMD. (Kadi, 2014)

Pour qu'un matériel soit disponible il faut s'assurer que sa fiabilité est optimum et qu'il est aussi maintenable.

II.7. Conclusion

La notion de Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité (**FMD**) constitue les indices majeurs d'une stratégie d'optimisation des activités de maintenance au sein d'une entreprise.

Fiabilité = ne pas avoir de défaillance.

Maintenabilité = être rapidement dépanné.

Disponibilité = être en état d'accomplir sa fonction.

Dans ce chapitre nous avons consacré la fiabilité (sa définition, ses objectifs, ses indicateurs, ses différentes sortes ainsi que les différents lois utilisés), nous avons aussi donné une idée sur la maintenabilité (sa définition et sa fonction), nous avons parlé sur la disponibilité (sa définition et ses différents niveaux). Nous avons donné les durées caractéristiques **FMD** pour un système réparable, et finalement nous avons donné la relation entre les trois notions (**FMD**).

Dans le chapitre suivant nous allons parler de la **GMAO** (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur).

A decorative flourish consisting of symmetrical, ornate scrollwork and leaf-like patterns framing the text.

Chapitre III

- Gestion de maintenance assistée par ordinateur.

Chapitre III : Gestion de maintenance assistée par ordinateur.**III.1. Introduction**

Disposer d'un outil de Gestion de la Maintenance est aujourd'hui incontournable tant d'un point de vue technique, budgétaire qu'organisationnel pour optimiser la productivité des investissements des entreprises mais aussi pour garantir la disponibilité au moindre coût de la chaîne des moyens de production et logistiques.

Le marché des progiciels de gestion de maintenance est un marché mature qui propose des solutions capitalisant un fort savoir-faire. **(Richet, 2004)**

La **GMAO** fait partie du système d'information, de gestion et de pilotage de la fonction maintenance qui a pour mission de garder les installations dans un état tel qu'ils puissent constamment répondre aux spécifications pour lesquelles ils ont été conçus et ceci d'une manière efficace et économique. L'outil informatique de gestion est alors une aide pour tracer, archiver, analyser et prendre des décisions. **(Francis, 2005)**

III.2. Définition de GMAO

Gestion la Maintenance Assistée par Ordinateur (**GMAO**), Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. Bien maintenir, c'est assurer l'ensemble de ces opérations au coût optimal.

GMAO est le système informatique permettant la gestion des moyens nécessaires à la maintenance et la gestion de la mise en œuvre de ces moyens. Il permet d'accompagner le service maintenance dans ses missions : tracer, archiver, analyser et faciliter la prise de décisions.

La **GMAO** peuvent couvrir des domaines variés tels que :

- La gestion d'équipements avec leur inventaire, leurs plans, leurs catalogues d'utilisation etc.

- La gestion des maintenances de différents types (maintenance préventive, maintenance corrective, ...) avec la génération des documents, plus la génération des documents du travail comme **DI** (demandes d'intervention), **OT** (ordres de travail), **BT** (bon de travail).
- La gestion des stocks des magasins.
- La gestion des personnels et des plannings : temps passé, pointage, main d'œuvre, fournitures. (**Site Web³**)

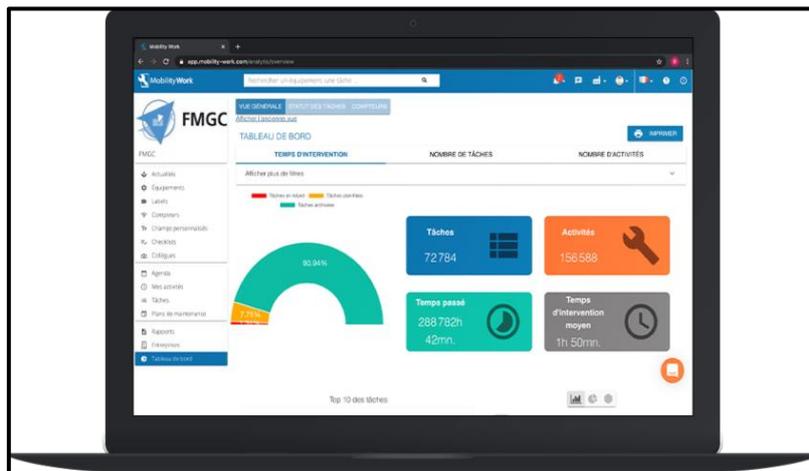


Figure (13) : Analyse des indicateurs de maintenance.

III.3. Pourquoi une GMAO

La **GMAO** est un outil destiné aux équipes de maintenance, son but étant d'être un outil de suivi, de planification et d'optimisation du service maintenance. Il améliore la disponibilité de l'outil de production et prolonge la durée de vie des équipements au meilleur coût. Elle apporte également de l'aide dans les processus de décision concernant les équipements en s'appuyant sur les indicateurs de coût, de **MTBF** ou encore **MTTR**.

La **GMAO** intervient dans la gestion du service en permettant de suivre et mesurer l'activité au quotidien (coût, disponibilité équipement, réactivité du service).

C'est un indicateur permettant à l'équipe de se mesurer face à ses objectifs. (**Tisakfi, 2017**)

III.4. Importance de la GMAO

Les attentes de l'informatisation de la gestion de la maintenance sont :

- Eviter une redondance des informations source de perte de temps et d'incohérence et mieux les intégrer aux flux.
- Eviter de saisir deux ou plusieurs fois les mêmes informations permettant une bonne cohérence de l'information.
- Permettre une modification de l'information par une seule personne limitant de ce fait les erreurs de saisie.
- Permettre un accès autorisé et sécurisé aux informations. **(Marc, 2011)**

Par ailleurs, l'introduction des technologies de l'information et de la communication n'ayant pas affecté seulement la fonction maintenance de l'entreprise, il devient important que la **GMAO** puisse s'interfacer avec d'autres logiciels de gestion des finances, de la production, de la logistique, des **SAV**, etc. Certains logiciels ont été conçus pour permettre la gestion intégrée et globalisée de toutes les ressources de l'entreprise.

Ce sont les progiciels de gestion intégré (**PGI**) en anglais enterprise resource planning (**ERP**). La tendance sur le marché des progiciels de **GMAO** est de type « full web » ergonomique (avec un serveur d'application et un serveur de bases de données) intégrant l'utilisation d'interfaces intelligents tels que les tablettes (ergonomie d'utilisation) ainsi que les technologies **RFID** (Radio frequency identification) qui eux permettent par exemple de mieux retracer les équipements et de mieux gérer les stocks de pièces de rechange **(Francis, 2014)**

La **GMAO** est la gestion informatisée de la maintenance. En tant que telle, elle doit permettre de gérer toutes les fonctionnalités de maintenance. Les **GMAO** sont utiles et trouvent leur application dans la gestion de la maintenance des actifs industriels tels que les bâtiments, le génie civil, les mines et pour la gestion des actifs dans les structures biomédicales et hospitalières. Leur acquisition et leur implémentation ainsi que leur maintenance doivent s'inscrire dans une démarche digne de tout autre projet. Un audit de la fonction maintenance est nécessaire dans les phases d'un tel projet car aucun projet de **GMAO** ne peut être effectif dans une entreprise où la fonction maintenance n'existe pas ou n'est pas rigoureusement organisée.

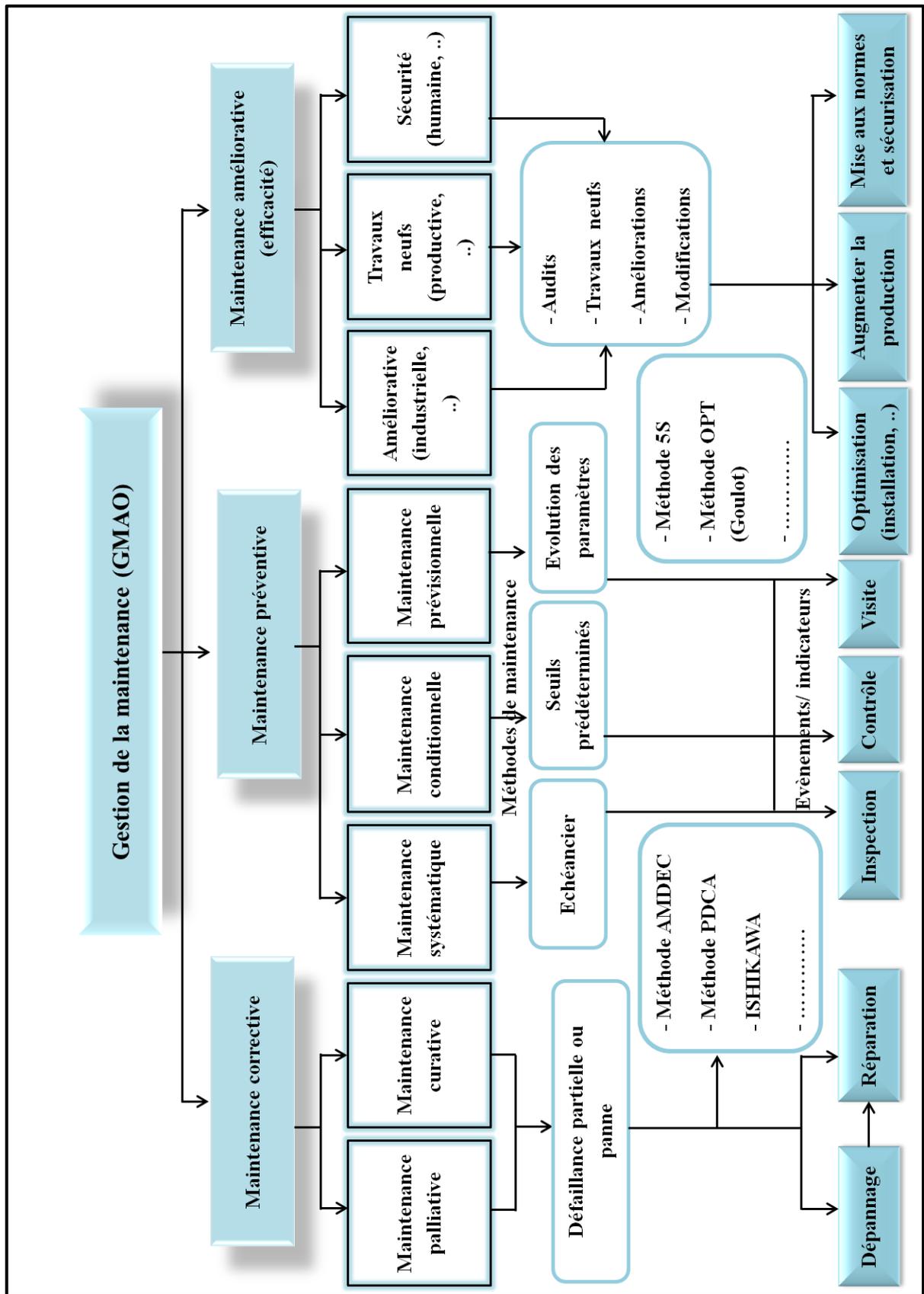


Figure (14) : Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

III.5. Caractéristique du GMAO

La gestion de maintenance, présente deux caractères :

- L'un est purement technique où l'application procure des aides à la recherche des dysfonctionnements, à la détection des causes possibles et bien sûr, à leur résolution.
- L'autre est un domaine particulier de la gestion où il faut prendre en charge tous les aspects de support aux utilisateurs, tels que :
 - La gestion du Service Après-Vente (SAV).
 - La gestion des réparations.
 - La gestion logistique des approvisionnements de pièces détachées.
 - La gestion prévisionnelle des retours.
- La gestion de maintenance est un ensemble des actions techniques mais aussi de management. (Tiskafi, 2017)

III.6. Fonctionnelle de la GMAO

La GMAO permet de gérer l'activité de l'entreprise lié à la maintenance :

- D'établir l'inventaire des éléments à maintenir, et De gérer les interventions de maintenance préventive et corrective sur le plan de la programmation technique et sur le plan financier.
- De gérer les stocks et les achats.
- De faire la traçabilité des interventions, et de gérer les entreprises sous-traitantes ou cotraitantes.
- De prévoir leur remplacement en fonction des durées de vie théoriques, des interventions, des Tableaux de bord et génération des rapports de performance. (Tiskafi, 2017)

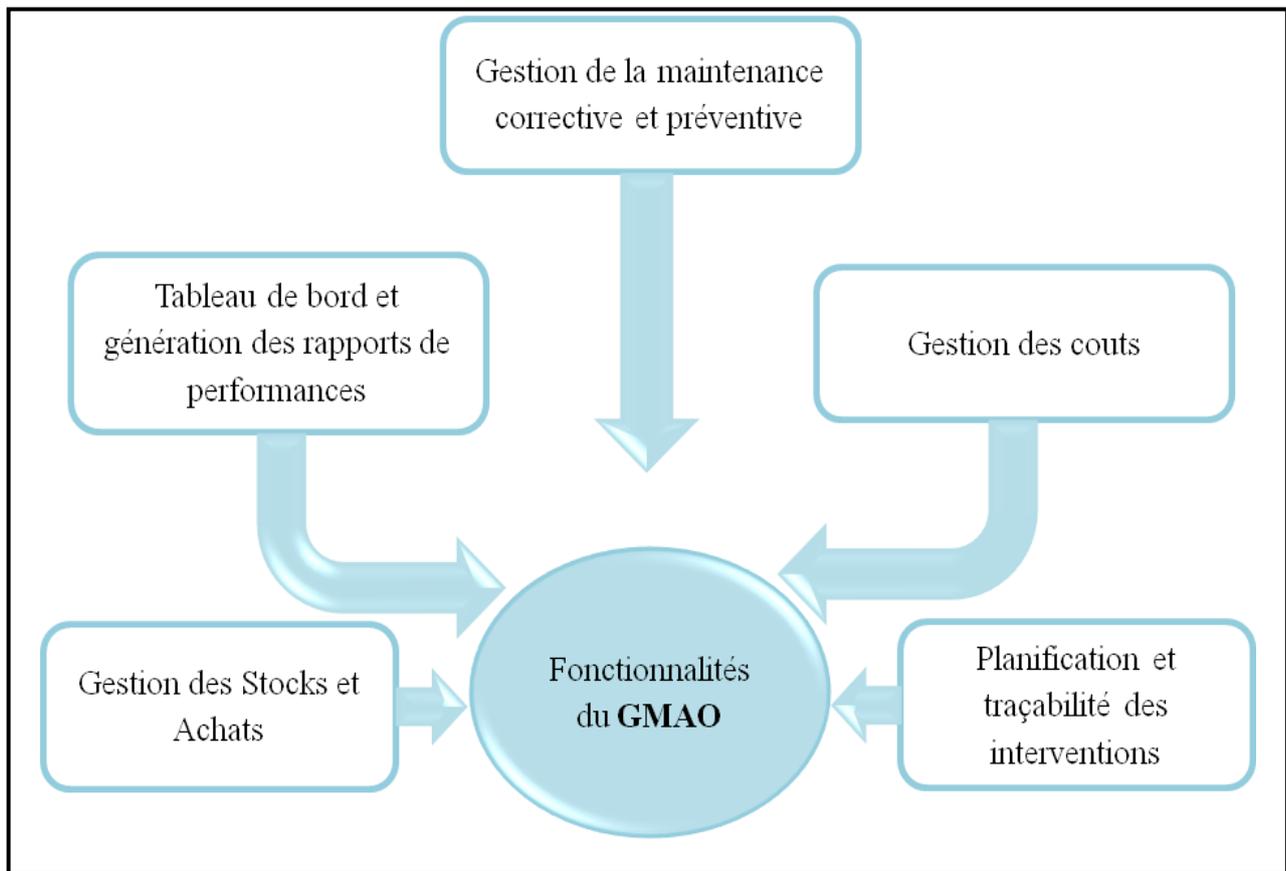


Figure (15) : Fonctionnalités du GMAO.

III.7. Les différents types de licence GMAO

Les **GMAO** existent en :

- ✓ Monoposte.
- ✓ Multi sites.
- ✓ Multipostes client/serveur.
- ✓ Globales intégrées dans un **PGI** (Progiciel de Gestion Industriel ou **ERP**).

Dans les trois derniers cas, il doit s'intégrer dans un existant : système d'exploitation (Windows, Unix, ...).

De plus, s'il s'agit d'un logiciel dédié à la maintenance, à s'intégrer avec ceux existant en place :

- ✓ PGI.
- ✓ Logiciels de comptabilité.

- ✓ Logiciel de gestion du personnel.
- ✓ Logiciel de gestion clientèle. (**Site Web⁴**)

III.8. Les Gammes de la GMAO

Il existe dans le marché trois gammes de **GMAO** selon la taille de l'entreprise :

- **Micro** : Hyper économique et très complet, la **GMAO** idéale pour commencer l'information d'une entreprise peu chère, limitée en fonctions et non évolutifs.
- **Mini** : La référence de la **GMAO** facile, un modèle de puissance et de simplicité, complet et évolutifs.
- **Maxi** : pour des projets de plusieurs dizaines de milliers d'Euros, en général multi sites, pour des services techniques très structurés .Ces logiciels sont plus lourds à utiliser et plus complexes à mettre en œuvre.

Dans notre projet, nous avons opté pour l'étude de la gamme Mini puisqu'elle est satisfaisante. (**Settouti et Bourzouk, 2010**)

III.9. Les avantages et inconvénients de la GMAO

III.9.1. Les avantages

- Meilleure connaissance des consommations de pièces, d'énergie.
- Meilleure connaissance de l'interchangeabilité des pièces.
- Meilleure connaissance et une amélioration de la nomenclature des équipements.
- Meilleure analyse des opérations de maintenance :
 - ✓ Meilleure connaissance des temps réel des opérations de maintenance.
 - ✓ Possibilité d'analyse des pannes et interventions.
 - ✓ Connaissance des statistiques et modes de défaillance.
 - ✓ Meilleure connaissance des coûts de la maintenance.

III.9.2. Les inconvénients

- Formation initiale et récurrente importante
- Procédures formalisées à suivre dans le logiciel. (**Ousfya et Talbi, 2016**)

III.10. Les objectifs de la GMAO

III.10.1. Objectifs à caractère économique

- Réduire les prix de revient par diminution des coûts de maintenance.
- Gérer les parcs de matériels.
- Gérer les pièces de rechange.
- Permettre la gestion prévisionnelle de la maintenance.

III.10.2. Objectifs à caractère technique

- Réduire les temps de maintenance.
- Faciliter la maintenance des systèmes complexes.
- Améliorer la disponibilité du parc.
- Augmenter la qualité de la maintenance.
- Prolonger la durabilité des équipements
- Faciliter le suivi de l'activité de maintenance : déclencher et suivre des opérations de maintenance préventive, recenser et connaître la situation des travaux à réaliser avec les éléments de programmation (quand, où, par qui, avec quoi et comment).
- Améliorer la gestion de la documentation de maintenance.
- Rendre accessible à tous la documentation technique opérationnelle (nomenclatures, fiches techniques, etc.), élaborer et améliorer progressivement cette documentation, réduire les temps de recherche et de classement.

III.10.3. Objectifs à caractère humain

- Libérer le technicien de certaines tâches offrant peu d'intérêt : éviter les temps passés par l'encadrement de maintenance à des travaux administratifs au détriment de ses objectifs de gestion technique
- Accroître la rigueur dans l'analyse et dans le report des informations.
- Facilite le travail et minimiser les papiers.

III.11. Domaines à gérer

III.11.1. Gestion des activités de maintenance

Le développement du modèle informatisé de gestion des interventions va se faire à partir du modèle suivant : toute intervention ou toute activité d'un agent de maintenance fait l'objet d'un Ordre de Travail (**OT**) : l'**OT** comprend une demande de travail (**DT**) et un bon de travail (**BT**).

Si la procédure impose la valorisation de chaque **OT** (coûts pièces et main d'œuvre), c'est pour permettre à l'analyse de gestion de :

- Répartir et suivre l'évolution des activités en temps.
- Répartir et suivre l'évolution des dépenses.

Ceci permet une gestion simultanée des activités et des coûts directs. La richesse d'un tel module est grande car tous les éléments figurant sur l'**OT** sont susceptibles de « mise en famille ». L'**OT** pourra être affecté à :

- Un atelier, un équipement, un type de machine, etc.
- Un type de maintenance, un type d'activité, etc.
- Un corps de métier, une qualification d'agent, une équipe, etc.

III.11.2. Gestion des matériels

Les informations à saisir pour assurer le suivi des matériels sont les suivantes :

- Classement suivant l'état de la machine.
- Relevé des unités d'usage.
- Mesure de la dérive des performances.
- Résultats des rondes de surveillance.
- Historiques des défaillances.
- Fiches d'analyse des défaillances.
- Liste de rechanges consommés.
- Consommation en lubrifiants et énergies.
- Mesure de nuisances industrielles.

III.11.3. Gestion des stocks et des approvisionnements

C'est un des domaines où l'informatique est « passée dans les mœurs », très normalement de par le grand nombre d'informations à traiter quotidiennement.

* Fichiers de départ

- ✓ Fichiers des nomenclatures, contenant l'ensemble des consommables contenus dans les dossiers machines avec la référence constructrice et avec les interchangeabilités trouvées.
- ✓ Fichiers des fournisseurs (coordonnées, conditions financières, catalogues)
- ✓ Fichiers de réapprovisionnement automatique.
- ✓ Fichiers des commandes volontaires avec saisie des factures dès réception, avec délais et frais d'approvisionnement.
- ✓ Saisie des mouvements : **BSM** (bons de sortie magasin) et **BRM** (bons de réception magasin : réception d'une commande avec contrôle des défauts)

* Traitements principaux :

- ✓ Gestion des stocks à réapprovisionner, à partir des paramètres de stock minimal, de point de commande, de quantité à commander.
- ✓ Le gestionnaire peut disposer de la liste des pièces en stock, de leur valeur actualisée (éventuellement), de détails de consommation par machine et par secteur.

III.11.4. Gestion économique

C'est un élément très important dans le cadre d'un budget global impliquant le suivi de différents postes budgétaires. La ventilation des coûts sera le plus souvent mensuelle.

* Informations de départ

- ✓ Coûts horaires indirects d'arrêt par machine (estimation de la production).
- ✓ Coût horaire de main d'œuvre (par spécialisation et niveau de qualification).
- ✓ Coût horaire des frais généraux (estimation de la comptabilité)
- ✓ Les **BT** remplis avec les temps passés certifiés exacts.
- ✓ Les **BSM** valorisés.

- ✓ L'archivage des coûts passés des années antérieures.
- ✓ Les factures (travaux sous-traités, contrats de maintenance, outillages, etc.).

*** Ventilation des coûts par machine**

Une codification permet l'imputation des coûts à un type d'incident (suivant son origine) ou à un sous-ensemble fonctionnel.

*** Ventilation des coûts par type d'action de maintenance**

- ✓ Coûts d'actions correctives.
- ✓ Coûts d'actions préventives systématiques.
- ✓ Coûts d'actions préventives conditionnelles.
- ✓ Coûts des rondes, visites, actions de surveillance.
- ✓ Coût de la lubrification.
- ✓ Coûts de l'entretien général.
- ✓ Coûts des dossiers d'amélioration.
- ✓ Coûts des travaux neufs.
- ✓ Coûts des travaux sous-traités.
- ✓ Coûts de rénovation des matériels.
- ✓ Coûts des travaux de sécurité.
- ✓ Coûts des prestations extérieures.

La comparaison et la part relative de ces coûts est un élément important du « tableau de bord ».

*** Ventilation des coûts par service, atelier, etc. :** Elle se fera suivant la spécificité de chaque entreprise.

III.11.5. Gestion des investissements

*** Informations de départ**

- ✓ Frais d'achat et d'installation.
- ✓ Durabilité estimée.
- ✓ Type de financement.

Le traitement consiste à juger de la rentabilité, de l'amortissement et des conditions économiques de financement.

*** Indicateurs principaux**

- ✓ Coûts moyens annuels de maintenance.
- ✓ Coûts moyens annuels de possession.
- ✓ Les graphes de cycle de vie et les bilans d'exploitation.

III.11.6. Gestion des moyens humains

*** Informations de départ**

- ✓ Structure de l'effectif : répartition par services, qualification et spécialisation, ancienneté moyenne.
- ✓ La formation : relevé des heures internes, externes.
- ✓ Les conditions de travail : relevé des accidents, des maladies professionnelles ou non, des absences, etc.
- ✓ Relevé des salaires et des promotions passées.

*** Indicateurs principaux**

- ✓ Taux d'affectation (nb de salariés en maintenance / nb de salariés de l'entreprise).
- ✓ Taux d'encadrement.
- ✓ Taux de fréquence et de gravité des accidents du travail.
- ✓ Taux d'absentéisme.
- ✓ Taux d'ancienneté. (**Site Web⁴**)

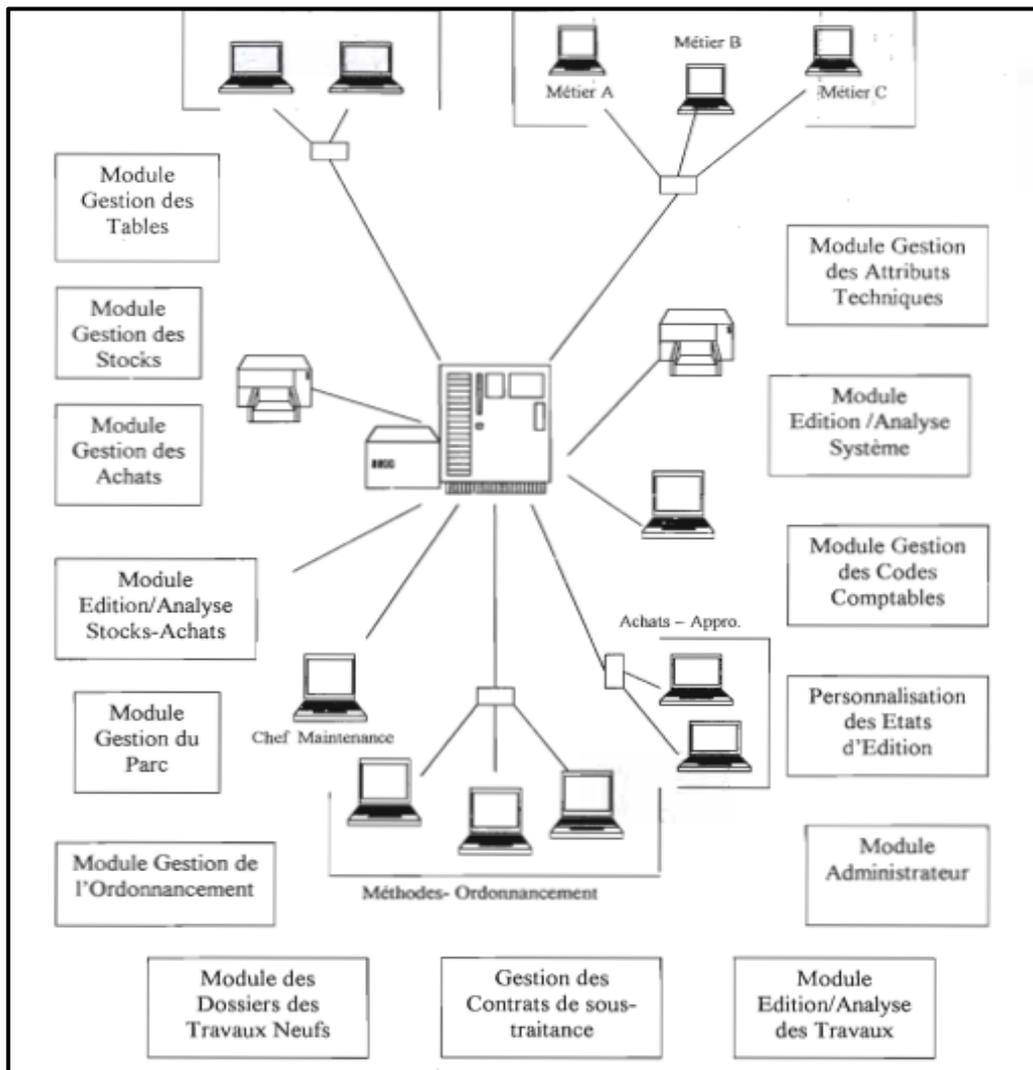


Figure (16) : Structure du progiciel actuellement utilisé par les LC.S. (Issa, 2003)

III.12. Conclusion

L'informatisation de la fonction maintenance ne peut s'envisager que dans le cadre d'un projet global mettant en œuvre une démarche structurée. C'est l'une des premières conditions de réussite de ce projet de **GMAO**.

Dans ce chapitre, nous avons parlé de la gestion de maintenance assistée par ordinateur, nous avons donné une définition de la **GMAO**, nous avons cité son but et son importance, nous avons aussi cité ses caractéristiques, sa fonctionnelle, ses différents types, ses gammes, ainsi que ses avantages et inconvénients, nous avons parlé aussi des objectifs de la **GMAO**, et les domaines à gérer.



Chapitre IV

- Implémentation de la
GMAO.

Chapitre IV : Implémentation de la GMAO.

IV.1. Introduction

La production continue sans arrêt de la maintenance est un défi à relever, surtout dans les sociétés multinationales qui basent sur la production internationale, pour cela il faut être à jour avec les équipements de notre parc, pour minimiser le risque de défaillance et les pertes d'arrêt de production.

Au cours de notre stage de fin d'étude on a eu la chance de voir de près quelques équipements de **TOSYALI ALGERIE**, qui est une des plus grandes sociétés de production de fer et acier dans notre pays.

Dans ce qui suit on va parler de quelques équipements de ce complexe, leur localisation, arborescence, ainsi que leur maintenance.

IV.2. Choix et présentation du progiciel

Dans le domaine de gestion de maintenance assistée par ordinateur, on trouve divers progiciels l'un diffère de l'autre, le choix est basé sur quelques points comme le coût, la facilité de manipulation et la langue.

On a pu tester et voir différents logiciels, comme : **ASP, FIX, MAINT-MANAGE, ACCEDER**. Notre choix était limité par le coût et la langue. On prend l'exemple de **FIX** ; c'est un logiciel associé entre les Canadiens et les Américains, ce qui concerne la langue elle est complètement en anglais seulement quelques paramètres sont en français, malgré la disponibilité de vidéo tutoriel pour faciliter la manipulation mais elle reste difficile.

L'éditeur a créé une version légère gratuite : **Fiix Lite** Cette version, bien moins riche par rapport aux autres éditions payantes, elle est relativement complète mais avec des fonctionnalités dégradées. **FIX** offre aussi d'autres versions ; **BASIC, PROFESSIONEL, ENTREPRISE**, chaque version est riche par rapport à l'autre

Pour notre projet de fin d'étude on a choisi le logiciel **GMAO_ACCEDER** , car au cours de notre cursus universitaire on a eu la chance de travailler sur ce logiciel, et il fait

partie d'un des meilleurs logiciels de **GMAO** qui permet d'organiser, traquer et planifier différents niveaux de maintenance.

IV.2.1. Avantage de logiciel

- Facilité de prise en main
- Paramétrage minimal pour la mise en service (parc machine et liste des utilisateurs).
- Possibilité de contrôler très rapidement toutes les saisies, de les corriger ou de les annuler.
- Les formulaires correctif et préventif contiennent plusieurs zones de saisie avec un traitement de texte enrichi (copie possible avec la mise en forme depuis Word).
- Fonction Gestion de la documentation très complète.
- Suivi possible des mouvements des outillages spéciaux (sorties, affectation et retour).
- Formation possible sur bureau virtuel (entre 2 et 4h), ou sur site.

IV.2.2. Simplicité et efficacité

L'application **ACCEDER** est avant tout conçue pour une exploitation industrielle. Grâce à sa facilité de prise en main, elle est utilisée sur environ 100 sites industriels et plus de 300 sites de formation. Pour la formation, son installation très simple permet de s'adapter à tous les besoins des enseignants. Elle est aussi exploitable par les étudiants sans nécessiter une longue période de formation. (**Site Web**⁵)

IV.2.3. Les fonctionnalités de logiciel

GMAO_ACCEDER : Est un véritable outil d'aide à la décision pour votre structure qui va vous permettre une gestion optimisée des ressources humaines, matérielles et budgétaires. Cela se traduit concrètement par le tableau suivant :

Tableau (03) : Fonctionnalité de logiciel GMAO_AC CEDER.

Gestion des interventions	Gestion des achats	Gestion des stocks	Gestion des historiques	Gestion de la documentation
Permet d'optimiser la gestion des interventions préventives et curatives avec un historique.	Permet d'optimiser la gestion des achats avec un cycle complet de la demande de prix jusqu'à la facture fournisseur.	Permet d'optimiser la gestion des stocks en évitant les ruptures ou les surstock.	Permet d'optimiser l'historique des équipements ainsi que celui du personnel.	Permet d'optimiser la documentation et de la rendre plus accessible

IV.3. Choix des équipements

Le choix des équipements s'est fait au cours de notre formation à **TOSYALI**, à l'aide des ingénieurs on a pu voir et comprendre le principe de fonctionnement de quelques équipements et leurs composants.

A l'unité de traitements des eaux exactement au procès de sédimentation nous avons découvert les équipements principaux pour aspirer nettoyer le retour des eaux utiliser en usinage (eau pleine de graisse et crasse de fer). Les équipements les plus importants sont :

Compresseur à vis, pompe centrifuge à double aspiration, pompe volumétrique à piston, tour de refroidissement, filtre à sable, vanne papillons, vannes à bille, vanne à piston.

Parmi ces équipements, on a choisi le compresseur à vis pour ses composants qui exigent les deux types de maintenance préventif et correctif.

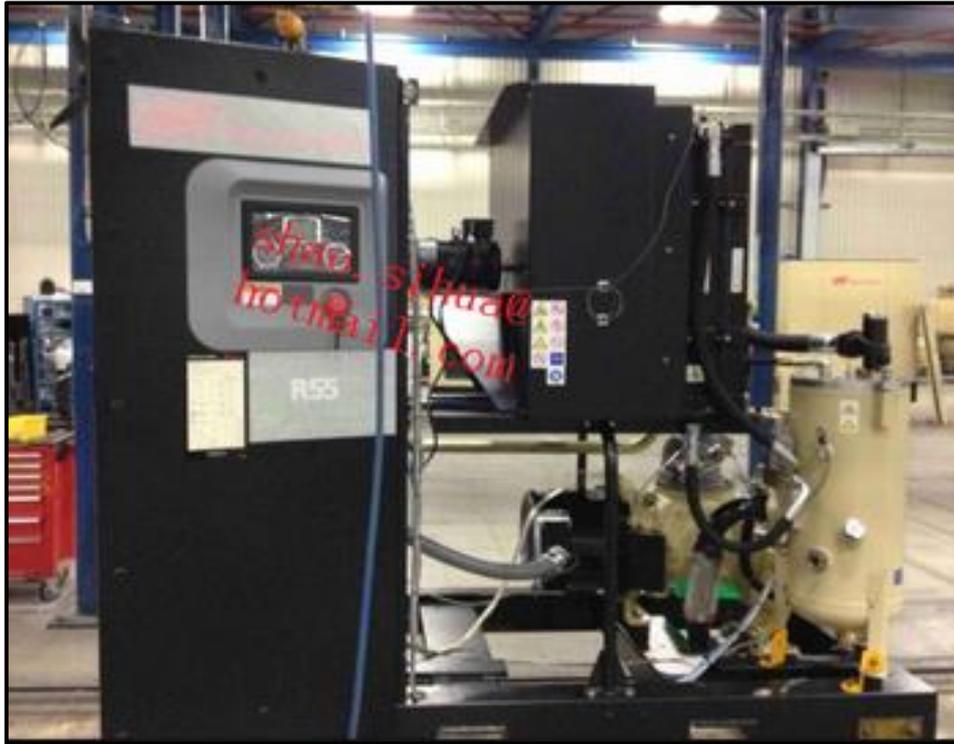


Figure (17) : Compresseur a vis.

IV.4. Intégration des équipements dans le progiciel

Dans cette partie nous allons alimenter le progiciel **GMAO_ACCEDER** par l'équipement qu'on a choisi, pour cela nous allons suivre la démarche suivante :

IV.4.1. Création du fournisseur

Elle contient toutes les informations concernant le fournisseur (adresse, code postal, téléphone, Fax, E-mail, ...etc.) (**Figure (20)**)

1. Tout d'abord on va ouvrir l'interface de notre progiciel, et cliquer sur l'icône fournisseur.

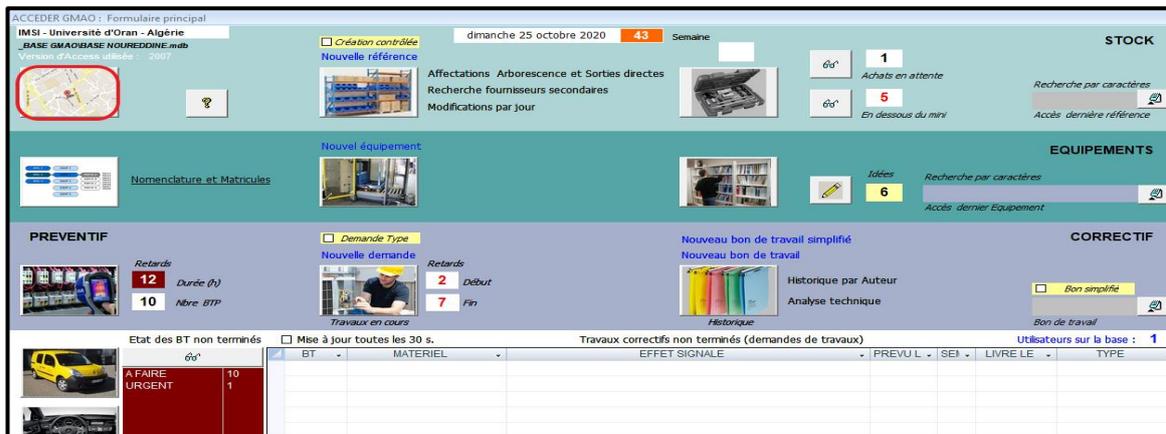
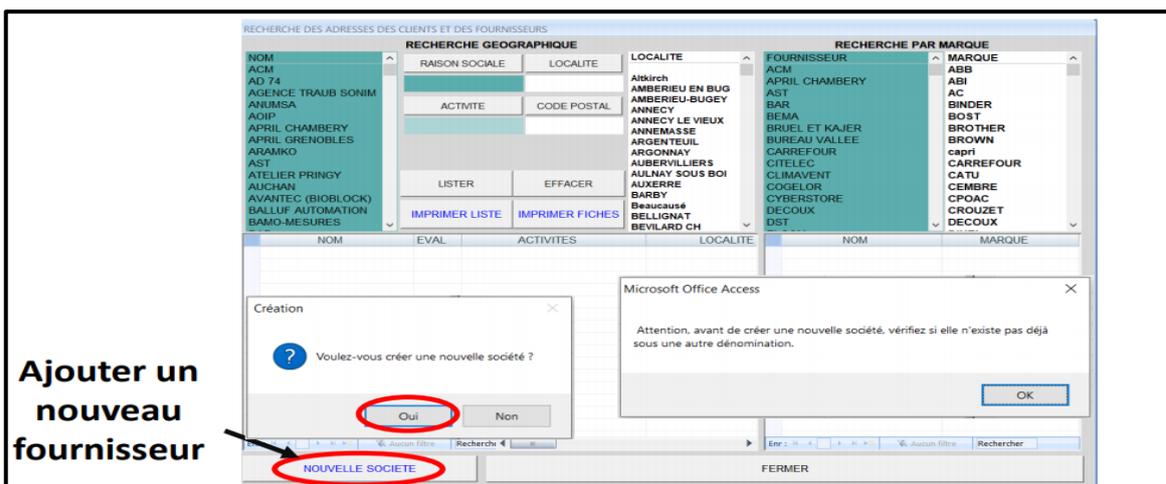


Figure (18) : Tableau de bord du logiciel.

2. Ajouter un nouveau fournisseur.



Ajouter un nouveau fournisseur

Figure (19) : Création d'une nouvelle société.

3. Ensuite, on va remplir les informations du fournisseur.

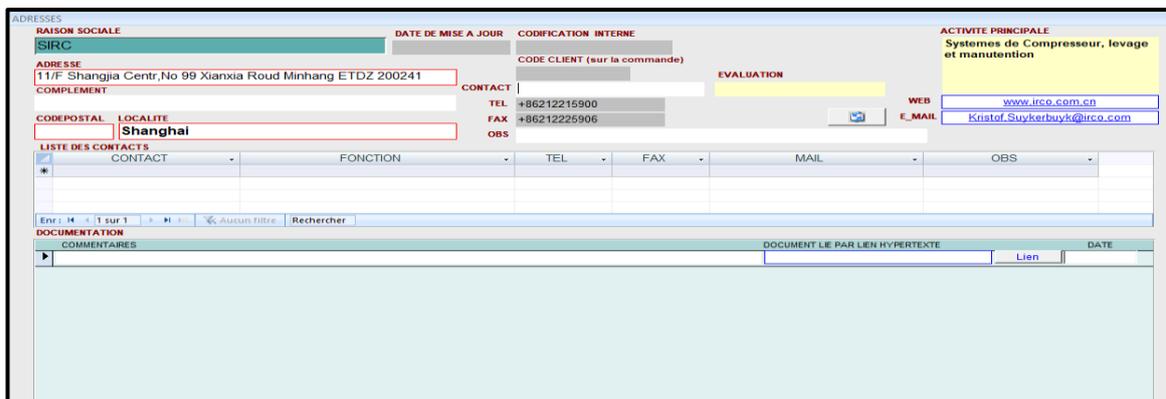


Figure (20) : Fiche d'adresse.

IV.4.2. L'arborescence de notre équipement

Le module Arborescence permet de ranger les équipements. Il est conseillé d'avoir une structure d'équipements représentative de l'organisation de votre site car cela permet de faciliter la réalisation de l'intervention et l'analyse des coûts. (Site Web⁶)

Cette fonctionnalité est destinée à la création d'équipements depuis le formulaire paramètres. Elle est avantageuse surtout dans le cas où il est possible de créer des équipements simples (arborescence non détaillée) et si possible dans les mêmes locaux.

1. Paramétrage :

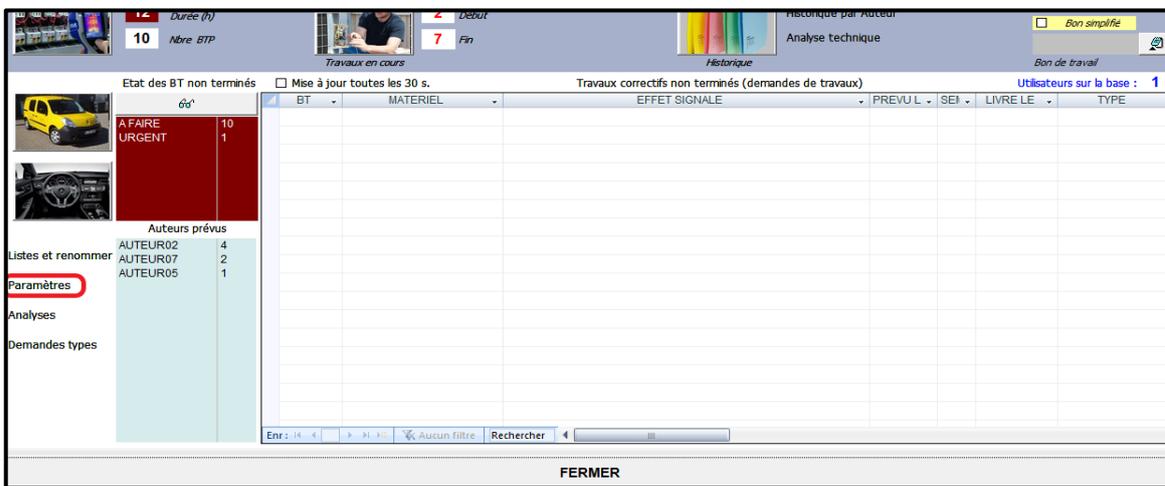


Figure (21) : Paramètres.

2. Ajouter une nouvelle localisation.

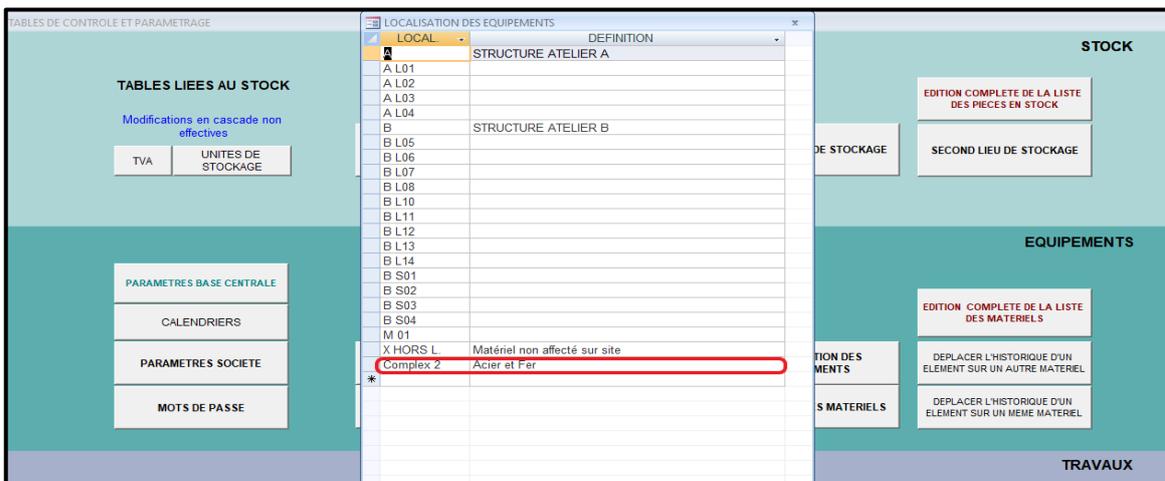


Figure (22) : Localisation des équipements.

3. Ajouter une nouvelle section.

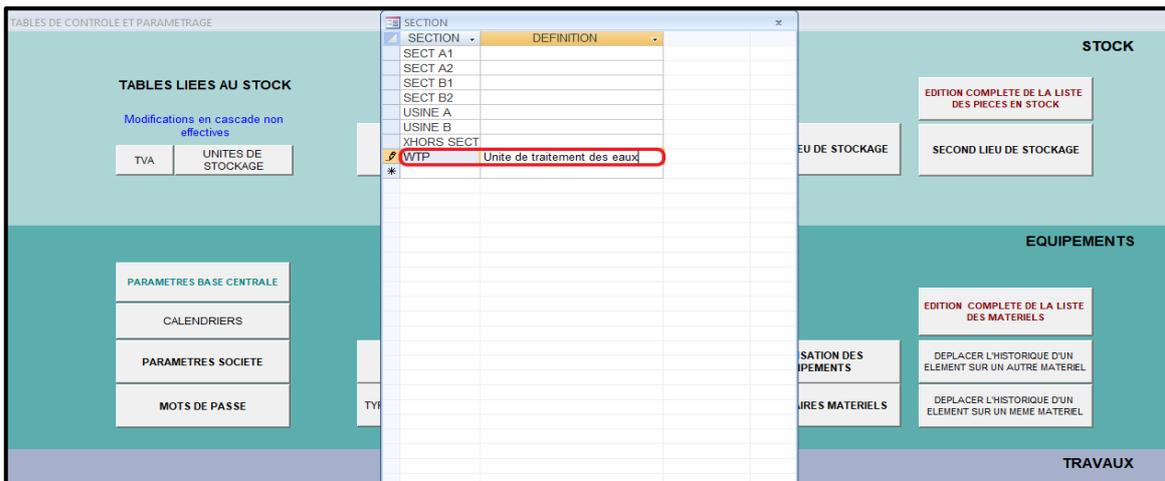


Figure (23) : Section stockage.

4. Localisation et information de notre équipement.

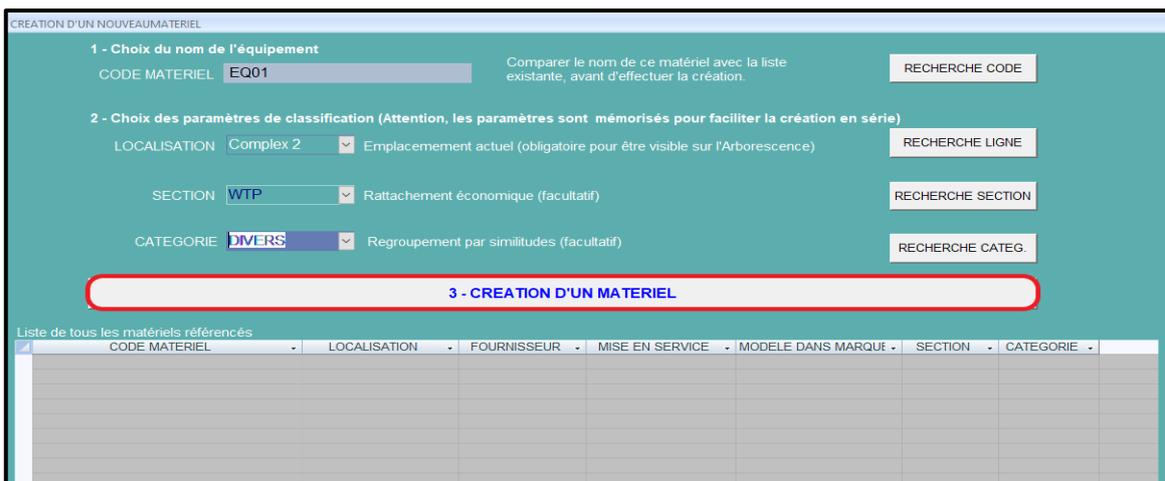


Figure (24) : Création d'un nouveau matériel.

5. Remplissage des champs obligatoires et création de l'arborescence :

La saisie du nom de l'équipement est suivie immédiatement par l'inscription de tout ou partie des paramètres proposés en haut à gauche (ici : ENSEMBLE – LOCAL1- S1 – C1 – DMS) avec la date du jour. Tout est modifiable par la suite.

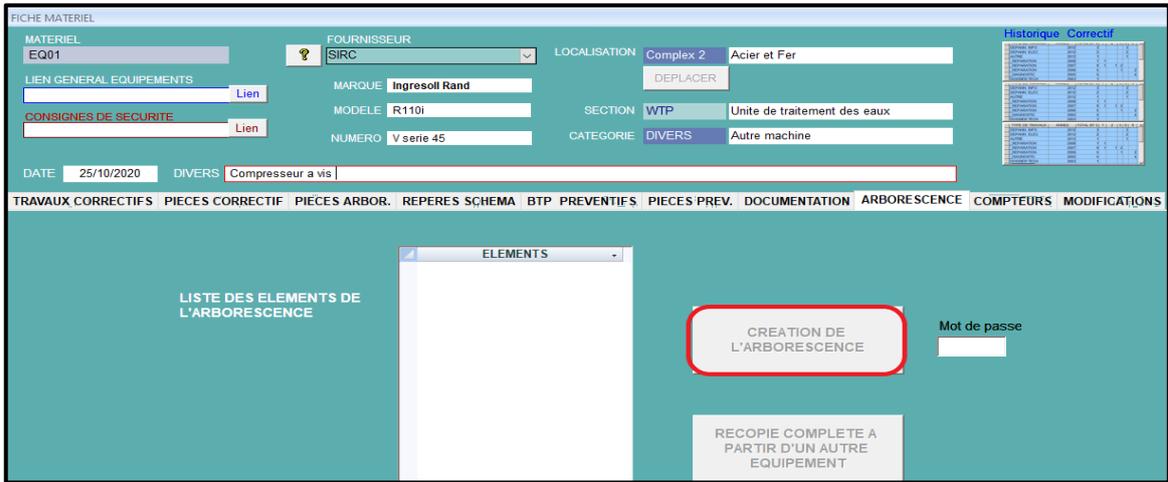


Figure (25) : Fiche matériel.

6. Modification de la liste des éléments et affectation sur l'équipement.

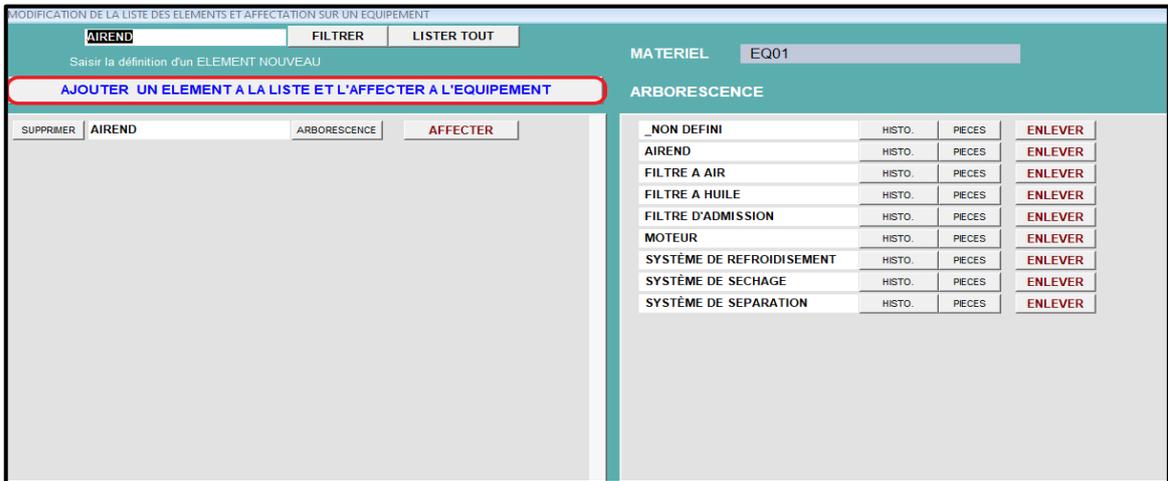


Figure (26) : Affectation des éléments de l'équipement.

7. Arborescence du matériel.

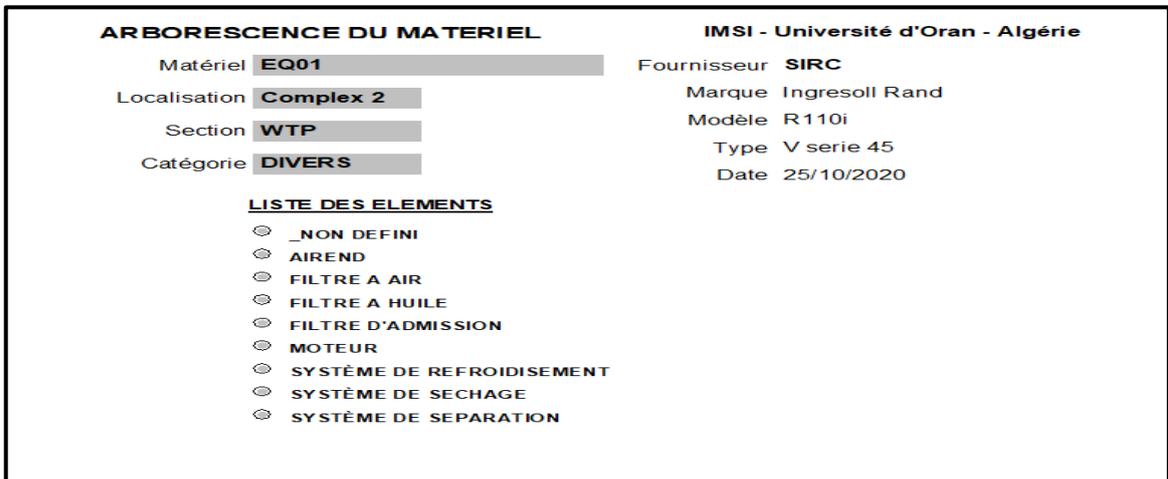


Figure (27) : Bon d'arborescence du matériel.

IV.4.3. Maintenance préventive

➤ Nouvel référence de pièce de rechange :

Chaque pièce inventoriée possède sa propre fiche individuelle qui contient toutes les informations lui concernant (référence fournisseur, code, quantité, fabricant, photo, ...etc.) (Figure (29))

1. Création d'article et choix de l'auteur.

Figure (28) : Fiche d'article.

2. Remplissage de la fiche et localisation des produits on stock.

Figure (29) : Localisation sur le matériel.

3. Impression de la fiche d'article.

FICHE ARTICLE		IMSI - Université d'Oran - Algérie	
REFERENCE	DESIGNATION	Lieu de stockage	
1927	FILTRE D'ADMISSION	ARMOIRE 6 01	
COMMENTAIRE		Famille	
FILTRE DISPONIBLE DEPUIS LE FOURNISSEUR		PNEU FILTRES	
		Nbre	Mini 0 PRIX HT
		10 U.	Qéco 0 50,00 €
		Documentation	
Fournisseur	Code fournisseur	Marque	Prix unitaire Conditionnement Délai
SIRC			
Localisation du matériel	Elément	Nombre	
EQ01	FILTRE D'ADMISSION	1	

Figure (30) : Fiche d'article.

➤ Imprimer le bon et le plan préventif (avant la réalisation de l'opération) :

1. Création du nouveau bon préventif.

GESTION DU PREVENTIF

NOUVEAU BON DE PREVENTIF

COPIE DE BON DE PREVENTIF

Travaux à faire

RECHERCHE PAR EQUIPEMENTS

RECHERCHE PAR LOCALISATION

VALIDATION INSTANTANEE

RECHERCHE PAR AUTEUR

Historique des travaux préventifs

HISTORIQUE DES BONS

HISTORIQUE DES TRAVAUX

HISTORIQUE PAR AUTEUR

Prévisions et réalisations

Mot de passe

ESTIMATION DES CHARGES PREVUES ET TAUX DE REALISATION

Préventif

Semaine **44**

Bon de travail préventif

Retards **12**

10

MISE A JOUR

Liste des travaux préventifs en retard							
NBTP	MATERIEL	PERIODE	PROCHAINE	REALISE	DUREE	SEM	COMMENTAIRES
8	006 FLEXICA	6 MOIS	10/05/2004	10/11/2003	0,75	20	NETTOYAGES
12	013 PRESSE ACM	6 MOIS	12/06/2004	15/12/2003	0,20	24	NETTOYAGES
7	002 ASCENSEUR	6 MOIS	05/07/2004	05/01/2004	0,90	28	NETTOYAGES

[IMPRIMER](#)

Figure (31) : Gestion du préventif.

2. Remplissage de la fiche préventif.

FICHE PREVENTIVE

Matériel: BTP 56, EQ01
 Résumé des Travaux: REPLACEMENT DES FILTRES
 Durée totale (h): 1,0
 Période: 3 MOIS
 Niveau: N2
 Type: CHGT.PIECE
 Dernier auteur enregistré: NOUREDDINE Rachid

TRAVAUX A EFFECTUER | **PIECES PREVUES** | HISTORIQUE DES TRAVAUX PREVENTIF | PIECES CHANGEES

Choix du jour de réalisation: 26/10/2020 (44)
 Prochaine intervention prévue le: 26/10/2020 (44)

Observations: Remplacement périodique systématique

ELEMENT et LIEN HYPertexte	TRAVAUX A EFFECTUER	AUTEUR, DUREE et DATE de REALISATION
FILTRE D'ADMISSION	Demontage Changeement du filtre Montage	REALISE RAZ 0,5 h 0 0
FILTRE A AIR	Demontage Changeement du filtre Montage	REALISE RAZ 0,5 h 0 0
*		REALISE RAZ h 0 0

Figure (32) : Fiche préventif.

3. Affectation de pièce de rechange :

AFFECTATION DE PIECES : Permet de choisir une ou plusieurs pièces dans la liste stock. Les pièces sont affectées avec un nombre prévu, mais elles ne seront sorties du stock que sur une action volontaire. Il faut indiquer la quantité utilisée dans **NB CHANGE**. (Figure (33))

AFFECTATION ARTICLE SUR UN BT PREVENTIF

DESIGNATION: FILTRE D'ADMISSION
 REFERENCE: 1927
 PRIX HT: 50
 NB en Stock: 10

Articles localisés sur l'ARBORESCENCE:

REFERENCE	DESIGNATION	NBRE	PRIX	LIEU 1	LIEU 2	LIEN	FOURNISSEUR
1927	FILTRE D'ADMISSION	10	50,00 €	ARMOIRE	01		

AFFECTATION D'UNE PIECE

Figure (33) : Fiche d'article de rechange.

4. Impression de bon de travail préventif.

BON DE TRAVAIL PREVENTIF		56	IMSI - Université d'Oran - Algérie		
MATERIEL	LOCALISATION	PERIODE	NIVEAU	TYPE DE PREVENTIF	
EQ01	Complex 2	3 MOIS	N2	CHGT.PIECE	
Résumé des travaux		<input type="checkbox"/>		Consignes de sécurité	
REPLACEMENT DES FILTRES					
Lien documentation					
PROCHAINE DATE	SEMAINE	NB DE TRAVAUX PREVUS	DUREE (h)	DERNIERE REALISATION	
26/10/2020	44	2	1		
LISTE DES TRAVAUX					Auteur, durée, date et lien
FILTRE A AIR	Demontage Changement du filtre Montage			0,5	<input type="checkbox"/>
FILTRE D'ADMISSION	Demontage Changement du filtre Montage			0,5	<input type="checkbox"/>
<i>Liste des pièces prévues (classement par famille)</i>					
REFERENCE	DE SIGNATION	Q.prévue, changée		Rangement	Q.stk
PNEU FILTRES					
01295	FILTRE A AIR MASTER PUR 012956898		0	ARM CONS	1
1927	FILTRE D'ADMISSION		0	ARMOIRE 8 01	10

Figure (34) : Bon de travail préventif.

5. Impression du plan préventif.

PLAN DE PREVENTIF		IMSI - Université d'Oran - Algérie			
		_BASE GMAO\BASE NOUREDDINE.mdb			
EQ01	LOCAL	Complex 2	SECTION WTP		
55	REPLACEMENT DE FILTRE D'ADMISSION ET DE FILTRE A AIR		Réalisé	Durée	1
3 MOIS	CHGT.PIECE	N2	Prochain	26/10/2020	Sem. 44
			Sem	0	Durée
FILTRE A AIR	Demontage Changement de filtre a air Montage		NOUREDDINE		
			Sem	0	Durée 0,5
FILTRE D'ADMISSION	Demontage Changement de filtre d'admission Montage		NOUREDDINE		
			Sem	0	Durée 0,5

Figure (35) : Plan de préventif.

➤ **Imprimer le bon préventif (après réalisation) :**

1. Réalisation de l'opération préventive :

Chaque action sur le bouton réalisé donne lieu à un archivage de la ligne de travaux correspondante.



Figure (36) : Fiche préventif après réalisation.

2. Sortie de pièce de rechange et planification des travaux préventifs :

Un message vous indique ensuite que la planification est à faire, si vous acceptez il propose le prochain préventif décalé de la période choisie (ici 3 mois).

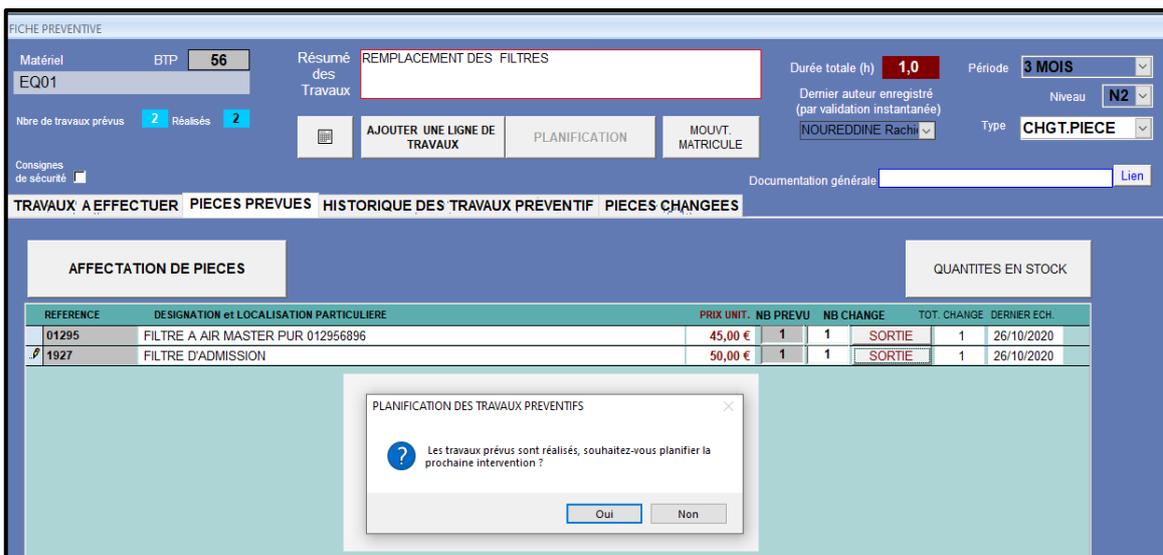


Figure (37) : Fiche de planification des travaux.

3. Impression du bon de travail préventif après réalisation.

BON DE TRAVAIL PREVENTIF		56	IMSI - Université d'Oran - Algérie		
MATERIEL	LOCALISATION	PERIODE	NIVEAU	TYPE DE PREVENTIF	
EQ01	Complex 2	3 MOIS	N2	CHGT.PIECE	
Résumé des travaux		<input type="checkbox"/> Consignes de sécurité		-	
REEMPLACEMENT DES FILTRES					
Lien documentation					
PROCHAINE DATE	SEMAINE	NB DE TRAVAUX PREVUS	DUREE (h)	DERNIERE REALISATION	
24/01/2021	3	2	1	26/10/2020	
LISTE DES TRAVAUX				Auteur, durée, date et lien	
FILTRE A AIR	Demontage Change ment du filtre Montage			NOUREDDINE	<input type="checkbox"/>
				0,5	26/10/2020
FILTRE D'ADMIS SION	Demontage Change ment du filtre Montage			NOUREDDINE	<input type="checkbox"/>
				0,5	26/10/2020
Liste des pièces prévues (classement par famille)					
REFERENCE	DE SIGNATION	Q.prévue, changée		Rangement	Q.stk
PNEU FILTRES					
01295	FILTRE A AIR MASTER PUR 0 12956896	1	1	ARM CONS	0
1927	FILTRE D'ADMISSION	1	1	ARMOIRE 6 01	9

Figure (38) : Bon de travail préventif après réalisation.

IV.4.4. Maintenance corrective

➤ Demande de travail :

1. Création d'un nouveau bon de travail correctif.

LOCAL.	MATERIELS	ELEMENTS	TYPE DE TRAVAIL	Etat de la demande	Demandeur (facultatif)	Auteur (facultatif)
A	EQ01	_NON DEFINI		A FAIRE	BANDAM PAUL	AUTEUR02
A L01		FILTRE A AIR	_DIAGNOSTIC	EN COURS	MARTINOT LOUIS	AUTEUR05
A L02		FILTRE A HUILE	AUTRE	PREPA	RESPONS ATÉL A	AUTEUR06
A L03		FILTRE D'ADMISSION	DEPANN. DIVERS	URGENT	RESPONS ATÉL B	AUTEUR07
A L04		MOTEUR	DEPANN. ELEC			NOUREDDINE Rachid
B		SYSTÈME DE REFROIDISEMENT	DEPANN. INFO			
B L05		SYSTÈME DE SECHAGE	DOSSIER TECH			
B L06		SYSTÈME DE SEPARATION	ECH CONSOMMABLE			
B L07			MODIFICATIONS			
Complex 2			REGLAGE			
X HORS L			REPARATION			
			Trav COMPRESS.			
			Trav CUVE REGUL			

EFFET SIGNALÉ (Mode de défaillance et symptôme)

APARITION D'UN VIBRATION HORS TOLERANCE

CREATION D'UNE DEMANDE DE TRAVAIL

Liste de tous les BT en attente (E=0) et Clôturés (E=1) sur un équipement

NUM - ET - ELEMENT - DATE BON - EFFET SIGNALÉ - TRAVAUX

Figure (39) : Fiche de création d'un bon de travail correctif.

2. Remplissage du bon de travail.

Figure (40) : Fiche d'information d'un bon de travail correctif.

3. Recherche de pièce de rechange sur stock.

REFERENCE	DESIGNATION	NBRE	PRIX	LIEU 1	LIEU 2	LIEN	FOURNISSEUR
6202-01	ROULEMENT UNE RANGEE DE BILLE 6202RS	4	8,00 €	_Vérifier			

Figure (41) : Fiche des pièces de rechange.

4. Impression de la demande de travail.

DEMANDE DE TRAVAIL		8087		IMSI - Université d'Oran - Algérie	
AUTEUR(S) PREVU(S)					
NOUREDDINE Rachid		1 h			
LOCAL	Complex 2	MATERIEL	EQ01	Début prévu	25/10/2020
TYPE	REPARATION	ELEMENT	MOTEUR	Fin prévue	25/10/2020
DOC.		SECURITE	<input type="checkbox"/>	Durée prévue	1,0 h.
SIGNALEMENT			Demandeur RESPONS ATE		
APARITION D'UNE VIBRATION HORS TOLERANCE					
TRAVAUX DEMANDES					
Changement de roulement défectueux					
REF.PIECES	DESIGNATION	NB	PU	RANGEMENT	
6202-01	ROULEMENT UNE RANGEE DE BILLE 6202RS	1	8,00 €	_Vérifier	
OBSERVATIONS MANUSCRITES					

Figure (42) : Demande de travail correctif.

➤ Paramétrage de l'arrêt de machine :

1. Taux horaire de matériel.

EQUIPEMENTS					
PARAMETRES BASE CENTRALE				EDITION COMPLETE DE LA LISTE DES MATERIELS	
CALENDRIERS		EMPLACEMENTS DOCUMENTATION		DEPLACER L'HISTORIQUE D'UN ELEMENT SUR UN AUTRE MATERIEL	
PARAMETRES SOCIETE		CATEGORIES DE MATERIELS		DEPLACER L'HISTORIQUE D'UN ELEMENT SUR UN MEME MATERIEL	
MOTS DE PASSE		TYPES DE SOUS ENSEMBLES		TAUX HORAIRES MATERIELS	
		SECTIONS COMPTABLES			
TRAVAUX					
TABLES LIEES AU PREVENTIF		TABLES LIEES AUX TRAVAUX CORRECTIFS		AUTEURS DES INTERVENTIONS	
PERIODICITES		TYPES DE TRAVAUX		DEMANDEURS	
TYPES		NATURES		ETAT TRAVAUX CORRECTIF	
NIVEAUX		HORAIRE DES EQUIPES		CAUSES	
<small>Modifications en cascade non effectives sur les boutons de droite</small>					
<small>C:\Users\SAJARA-PC\Desktop\GMAO \ BASE GMAO\BASE NOUREDDINE.mdb : Chemin de la base de données</small>					

Figure (43) : Fiche de paramètre des équipements.

2. Cout de machine en 1h d'arrêt.

Code	Description	Coût
A L01	030 M	0,0 €
A L01	031 M	0,0 €
A L02	032 M	0,0 €
A L02	033 M	0,0 €
A L02	034 M	0,0 €
B L06	035 M	0,0 €
B L06	036 M	0,0 €
B L06	037 M	0,0 €
B L05	038 M	0,0 €
B L05	039 M	0,0 €
B L05	040 M	0,0 €
A L01	041 EXTRUSION LMR	200,0 €
A L01	042 SP400	0,0 €
B L05	050 CUVE REGULATION	50,0 €
B L05	051 CUVE REGULATION	50,0 €
B L05	052 CUVE REGULATION	50,0 €
B L05	055 COMPRESSEUR A	100,0 €
B L05	056 COMPRESSEUR B	100,0 €
A L03	057 GALLIC 14	50,0 €
A L03	058 EXTRUDICC	100,0 €
A L01	059 MAJORICC	0,0 €
A	ATELIER A	0,0 €
B	ATELIER B	0,0 €
Complex 2	EQ01	100,0 €
A	LIGNE 02	0,0 €
A	LIGNE 03	0,0 €
A	LIGNE 04	0,0 €
B	LIGNE 05	0,0 €
B	LIGNE 06	0,0 €

Figure (44) : Liste des équipements.

➤ Bon de travail clôture avec perte d'arrêt de machine :

BON DE TRAVAIL - CLOTURE		8087	Sem	43	IMSI - Université d'Oran - Algérie
AUTEUR(S) - DUREE D' INTERVENTION - OBSERVATIONS					
NOUREDDINE Rachid		1 h			
LOCALISATION	Complex 2	MATERIEL	EQ01		
TYPE	REPARATION	ELEMENT	MOTEUR		
NATURE	MECANIQUE	CAUSE	Usure prématurée		
SIGNALEMENT		Demandeur RESPONSATEL A			
APARITION D'UN VIBRATION HORS TOLERANCE					
Travaux <input type="checkbox"/> Sécurité <input type="checkbox"/>		Observations			
Changement de roulement défectueux					
Documentation		Coût des pièces		8,0 €	
DEBUT 25/10/2020 FIN 25/10/2020		Coût des intervenants		25,0 €	
SOMME DUREE 1,0 HEURES		Pertes de production		100,0 €	
ARRET 1,0 HEURES		Coût externe		0,0 €	
		TOTAL		133,0 €	
REF.PIECES	DESIGNATION	LIEU	NB	PU	COUT
6202-01	ROULEMENT UNE RANGEE DE BILLE 6202RS	_Vénifier	1	8,00 €	8,00 €

Figure (45) : Bon de travail correctif clôture.

IV.5. Conclusion

En conclusion le choix du logiciel est important afin de réaliser une maintenance organisée, précise et facile, sans oublier de mettre en compte le coût et la langue.

Nous avons préféré d'utiliser **GMAO ACCEDER** pour sa disponibilité, sa simplicité et la facilité de manipulation des paramètres importants, tout d'abord pour implémenter notre équipement on a commencé par la création du fournisseur, sa localisation, puis on est passé à son arborescence, sa maintenance préventive et corrective.

Au final on a essayé de détailler et montrer les différentes fonctionnalités de notre progiciel et les étapes pour suivre l'équipement et réaliser une maintenance fiable et de qualité.



Conclusion générale

Conclusion générale

La maintenance n'est pas une destination, c'est un voyage et une fonction à part entière de l'entreprise, elle doit par son optimisation être une source de profit, elle intervient à tous les niveaux du cycle de vie d'un bien, de sa conception à son exploitation, à son vieillissement.

Les indicateurs les plus importants en maintenance sont : la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité. L'importance de l'évaluation de la disponibilité et la fiabilité des systèmes dans un cadre de l'étude de la sûreté de fonctionnement est capitale, elle nécessite l'élaboration d'une méthode de calcul numérique plus efficace afin de répondre à ce besoin.

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pris conscience de l'importance d'avoir une entreprise organisée et de bien gérer notre maintenance.

Le but de chaque entreprise c'est de réduire les temps d'arrêt grâce à la maintenance périodique. Afin de faciliter les routines de maintenance quotidiennes, les applications de **GMAO** nous assurent la réussite de nos actions de maintenance préventive planifiées. Certaines pannes se produisent soudainement d'où à une erreur de l'opérateur ou problème intérieur de l'installation qui nous conduisent à intervenir sur place (maintenance corrective), les routines de maintenance préventive (ou prévisionnelle) sont prévues en fonction de divers critères (données sur l'état réel des équipements, recommandations du fabricant, historique de maintenance, arrêt de production) afin d'assurer la fonction requise de notre équipement et d'anticiper un éventuel dysfonctionnement avant que celui-ci ne se produise. Le responsable de maintenance peut désormais élaborer un plan de maintenance pour les semaines à venir et assigner les tâches.

L'étude théorique nous a conduit à montrer la nécessité d'avoir une gestion informatisée des activités du service maintenance (**GMAO**), Afin de faciliter le travail et avoir une meilleure connaissance des équipements et du personnel de maintenance (coût, pièce de rechange, rendez-vous de maintenance, performance d'équipement, rendement des techniciens...) ; aussi réduire le temps de gestion, minimiser les papiers et faciliter le travail au technicien.

Le logiciel de gestion de maintenance assistée par ordinateur doit être fiable et conforme au besoin de l'entreprise, chaque logiciel offre des avantages par rapport à

Conclusion générale

l'autre. Cette étude nous a permis d'évaluer différents progiciels de la **GMAO**, on a choisi de travailler avec le logiciel **GMAO_ACCEDER** pour sa disponibilité et la facilité de sa manipulation. Notre choix était basé pour notre travail seulement, malgré ces avantages **GMAO_ACCEDER** malheureusement n'es qu'un logiciel simple par rapport aux autres progiciels qui sont plus riches et plus développer et plus optionnels en beaucoup de paramètres comme la gestion de personnels (information sur les techniciens), accessibilité au marché international (achat de pièce en ligne), sans oublier que ce logiciel est francophone, donc il est utilisé que dans les pays francophones (Algérie, Belgique, Tunis...), en plus de l'unité monétaire qui est en **EURO** seulement et ne peut pas être changé.

Afin d'avoir une maintenance fiable et une production continue et sans défaut, on doit choisir un logiciel qui couvre tous les besoins de l'entreprise. S'occuper des équipements et suivre leurs comportements, éliminer la maintenance palliative (dépannage), toujours faire un control quotidien, démarrer la machine à vide après un certain arrêt, ce si est de quelques solutions afin d'éviter les défaillances graves, soudaines et fatale à notre équipement.



Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Ouvrage

B

Bellaouar A, Beleulmi S., 2013-Fiabilité maintenabilité disponibilité, université de Constantine 1.

Bendris N, Saadi B., 2017-Maintenance préventive, élaboration d'un planning préventif pour la machine tréfileuse coupeuse, mémoire de master, Université de Bejaia.

C

Cours de Maintenance Industrielle., 2008, /TEC 336/, Faculté Des Sciences, Université de Constantine.

D

Dehim A., 2002-Etude de la fiabilité et la maintenabilité pour les machines à commandes numérique au niveau de la S.N.V.I, mémoire d'Ingénieur d'Etat en maintenance industrielle, Université de Boumerdès.

E

Éditions Eyrolles, Paris, 1973.

F

Francis V., 2005-Le 19e panorama de la GMAO, www.afim.asso.fr. (visité le 05-07-2020 à 19h.05)

Références bibliographiques

Francis V., 2014-Le marché de la GMAO. Association Française des ingénieurs et responsables de maintenance. <http://www.afim.asso.fr/actifs/gmao/gmaomarche.asp>. (visité le 19-07-2020 à 14h.30)

H

Heng J., 2002-Pratique de la maintenance préventive, Dunod, Paris.

I

Issa M., 2003-Contribution à l'amélioration de la GMAO de la centrale thermique de la Sonichar au Niger.

K

Kadi M., 2014-Etude et amélioration FMD d'une motopompe centrifuge, mémoire de master professionnel, Université de Ouargla.

Kahel H., 2012-Implantation d'un logiciel de GMAO, mémoire de master, université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 110p.

L

Lannoy A., 1996-Analyse quantitative et utilité du retour d'expérience pour la maintenance des matériels et la sécurité, édition Eyrolles, 1996.

Lyonnet P., 1992-La Maintenance: Mathématiques et Méthodes, éd Lavoisier, Tec et Doc, Paris.

M

Manuel de maintenance., 2001, NAPHTOGAZ, HMD.

Références bibliographiques

Marc F., 2011-Mettre en œuvre une GMAO, 2^{ème} édition, Dunod, Paris.

Monchy F, Pierre J, Vernier., 2010-Maintenance ; méthodes et organisations, 3^{ème} édition, Dunod, Paris.

Monchy F., 1997-La fonction de maintenance, éd Masson, 1997.

N

Nacerddine M, Farid B., 2006-Gestion de la maintenance intégrée de la machine à tubes RM 6 B au niveau de l'entreprise "IRRAGRIS" BBA, mémoire d'ingénieur d'état en électromécanique, Université de M'sila.

Noureddine R., 2017-Cours de maintenance et diagnostic.

O

Ousfya S, Talbi A., 2016-Analyse, Conception et mise en place de la GMAO.

R

Renée V., s.d-Statistique et probabilités pour l'ingénieur, 2^{ème} édition. 489p.

Retour D, Bouche M, Plauchu V., 1990- Où va la maintenance industrielle, problèmes économiques, VOL. 2.

Richet D., 1996- Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, éd Masson.

Richet., 2004-Gestion de la maintenance industrielle, www.cxp.fr. (visité le 05-08-2020 à 20h.50)

S

Références bibliographiques

Salah O, Meddour A., 2018-Utilisation de la GMAO pour la planification de la maintenance préventive, mémoire de master, université de M'sila.

Settouti F, Bourzouk S., 2010-Elaboration d'un cahier des charges d'une GMAO.

Soussan M, Dib T., 2012-Etude critique et propositions d'amélioration de la gestion de la maintenance-cas de l'adduction EL KANSERA, Mémoire d'ingénieur d'état.

T

Tisakfi M., 2017-Les caractéristiques d'un ERP, URL : <http://www.supinfo.com/articles/single/4237-caracteristiques-erp>. (visité le 06-08-2020 à 23h.45)

Sites Web :

1. Site Web¹

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://iut-gmp.univ-lille1.fr/fichiers/LPMICVI/15%2520Strategie%2520de%2520Maintenance%2520Industrielle.pdf&ved=2ahUKEwi4rdzr447tAhWVTBUIHf7mA8cQFjAAegQIAxAB&usg=AOvVaw2Ab9ZcXbfkAiMA8WWITLz9>. (visité le 19-07-2020 à 21h.35)

2. Site Web²

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.picomto.com/5-types-de-maintenance-a-connaître-absolument/&ved=2ahUKEwje-czV8o7tAhV-UBUIHdLTCLEQFjACegQIEhAE&usg=AOvVaw1mmUWXp8Pqq-VR31JS2CMV>. (visité le 05-08-2020 à 13h.45)

3. Site Web³

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_maintenance_assistée_par_ordinateur. (visité le 19-06-2020 à 20h.30)

Références bibliographiques

4. Site Web⁴

<https://www.guideinformatique.com/dossiers-actualites-informatiques-gestion-de-maintenance-assistee-par-ordinateur-9/gmao-gestion-de-la-maintenance-assistee-par-ordinateur-283.html>. (visité le 20-07-2020 à 14h.30)

5. Site Web⁵

<http://jmarea.free.fr/demonstration.htm>. (visité le 25-08-2020 à 00h.45)

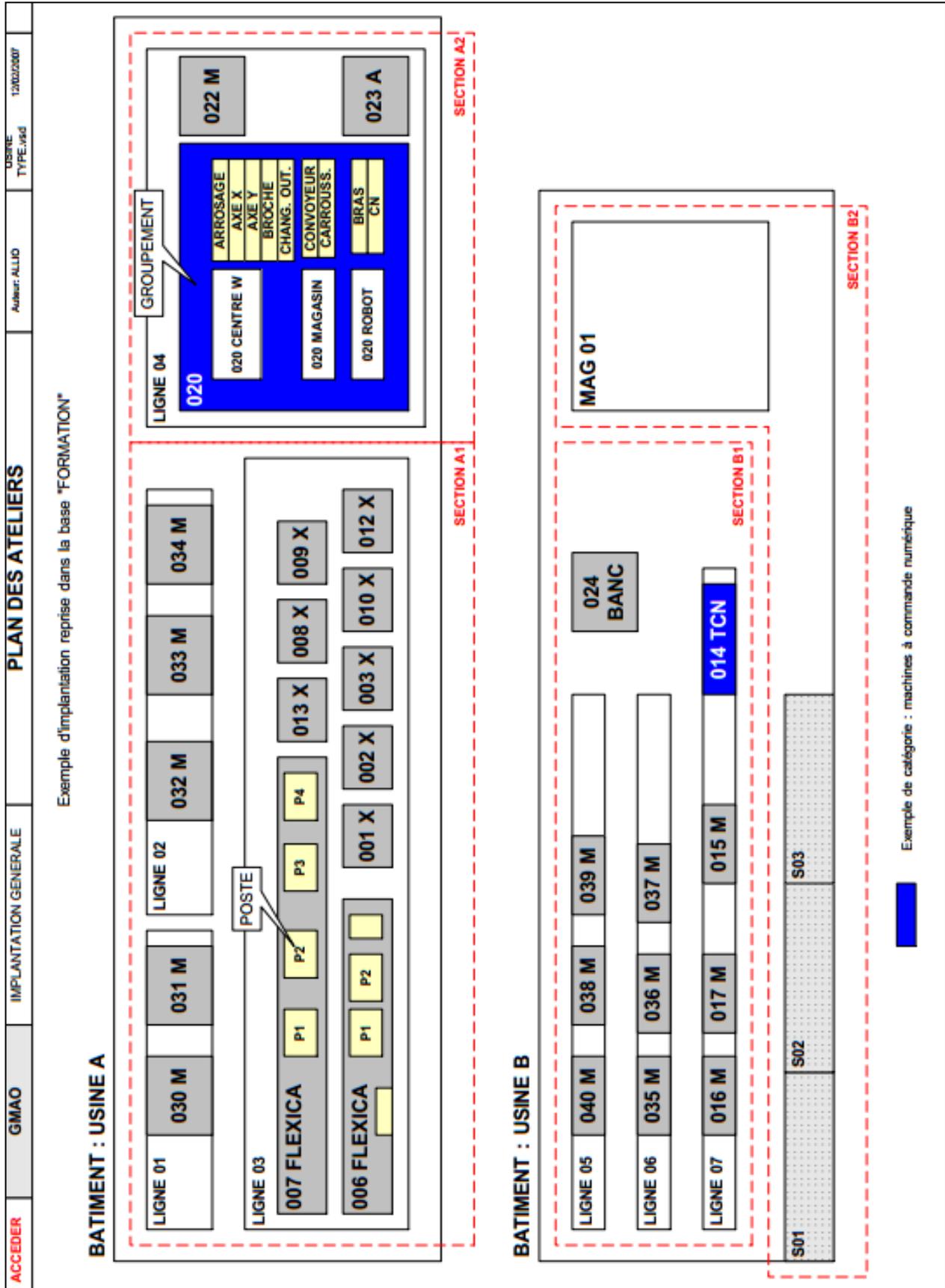
6. Site Web⁶

http://gmao.capilog.com/notices/ng/manuel_equi_arborescence.pdf. (visité le 06-08-2020 à 17h.15)

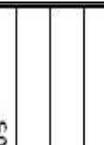


Annexes

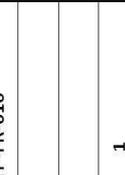
Annexe (01) :



Annexe (02) :

		MECHANICAL MAINTENANCE APPROVAL FORM		Document No : WTP-FR-05
Performed by : _____		This form is to be used when screw air compressor start up		Date :
Signature: _____		SCREW AIR COMPRESSOR		Revision No : 0
				Page
NO	CHECKING AND FOLLOWING	APPROVAL		WHY ?
1	Check oil level and add as required every 24hr operation.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	check machine for leak, dirt, abnormal noise or vibration 24hr.			
3	check package prefilter condition blow or clean it as necessary.			
4	check air filter condition replace as needed in case air filter indicator lights before 2000hr or 6 month.			
5	check pre-filter to wipe or clean and replace as necessary. Check cooler for foreign material accumulation, if exists, blow or flus to remove monthly or every 100hr.			
6	check drive belt for tension every six months or 2000hr.			
7	check motor lub nipple, lubricate it as per nameplate every six months or 2000hr.			
8	check inlet valve blade, adjust as required every six months or 2000hr.			
9	check filter orifice plate for plugging. Clean it as necessary, every six months or 2000hr.			
10	check and replace all components included in 2000hr service item, every 2 years or 8000hr.			
11	remove open drip proof (ODP) motor to clean and regrease motor bearings evry 4 years or 1600hr.			
12	remove enclosure and any component as necessary of separator tank, check and clean interior and all internal surfaces every 6 years or			
SMP WTP MECHANICAL ENGINEER Ameur BELHACHEMI SIGNATURE		AUXILIARY UNIT ENGINEER Azim YENIHAYAT SIGNATURE		WTP MANAGER Musa BAL SIGNATURE

Annexe (03) :

		SCREW AIR COMPRESSOR										Document No : WTP-FR-010
												Date :
												Revision No:
												Page : 1
PERIODIC MAINTENANCE TABLE												
Performed by :		MAINTENANCE PERIOD										COMPRESSOR NO <input type="text"/>
Signature:												
NO	OPERATIONS TO BE PERFORMED	150 H(first run)	2000 HOURS	4000 HOURS	8000 HOURS	16000 HOURS	16000 HOURS	16000 HOURS	16000 HOURS	16000 HOURS	16000 HOURS	REMARK
1	Changing oil filter.	X		X								First 150 run hour replace oil filter
2	Changing inlet air filter.		X	X	X							
3	Changing air filter.	X	X									
4	Changing compressor oil.											
6	Replace oil separateur element.			X								
7	Changing ultra coolant.				X							
7	Changing hoses										X	
RUNNING TIME												
NO	2000 HOURS	4000 HOURS	6000 HOURS	8000 HOURS	12000 HOURS	14000 HOURS	16000 HOURS	18000 HOURS	20000 HOURS	22000 HOURS	24000 HOURS	
1	1450 hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
2	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
3	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
4	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
5	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
6	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
7	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
8	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
9	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours	hours
RW&SMWTP MECHANICAL ENGINEER Belhachemi Ameur SIGNATURE			AUXILIARY UNIT ENGINEER Azim YENIHAYAT SIGNATURE						WTP MANAGER Musa BAL SIGNATURE			