



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم والعلمي 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 والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de Maintenance en Instrumentation

Thème

Gestion de la maintenance assistée par ordinateur pour un établissement hospitalier

Présenté et soutenu publiquement par :

Boudir Abdelkader Sid Ali

Merzoug Abdelkader Seif Eddine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Reguieg Yssad Sadek	MAA	Université d'Oran 2	Président
Rouan Serik Mehdi	MCB	Université d'Oran 2	Encadreur
Motrani Asmaa	Docteur	Université d'Oran 2	Co-encadreur
Chenoufi Mohamed	MCA	Université d'Oran 2	Examineur

Année 2023

Le GMAO Dans Le Domaine Hospitalier

Résumé :

La gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) est une solution logicielle qui planifie, surveille et optimise les opérations de maintenance d'une entreprise. Dans le secteur hospitalier, la maintenance préventive et curative est essentielle pour assurer le bon fonctionnement des équipements médicaux et assurer la sécurité des patients. C'est pourquoi nous avons étudié la mise en place d'une GMAO Dans Le Domaine Hospitalier

CMMS In The Hospital Field

Abstract:

Computerized maintenance management system (CMMS) is a software solution that plans, monitors and optimizes maintenance operations for a company. In the healthcare sector, preventive and corrective maintenance is essential to ensure the proper functioning of medical equipment and ensure patient safety. That's why we have studied the implementation of a CMMS in the hospitals field

Remerciement

nous tenons tout d'abord a remercier ALLAH pour nous avoir donnés la force pour finir notre travail.

Et nous tenons a remercier sincérement nos parents et nos frères et nos sœurs pour nous avoir donné du courage et du soutien tout au long de notre parcours universitaire

ainsi nous adressons nos remerciements a nos deux encadreurs monsieur **Rouan Serik Mehdi** et madame **Motrani Asmaa** pour leur professionnalisme et leur aide dans notre travail

enfin nous remercions nos amis et nos proches, tout ceux qui nous ont aider de loin comme de prés et notamment KHAN IKBAL pour son aide si précieuse.

Sommaire

Remerciement	iii
Sommaire	iv
Listedes Figures	vii
Introduction Générale.....	9
Chapitre 1: Généralités de la maintenance	11
1.1 Définition :	12
1.2 Les types de la maintenance :	13
1.2.1 Maintenance corrective :	14
1.2.2 Maintenance curative :	14
1.2.3 Maintenance préventive :	14
1.2.4 Maintenance préventive systématique :	14
1.2.5 Maintenance préventive conditionnelle :	15
1.2.6 Maintenance prédictive :	15
1.3 La gestion de la maintenance :	15
1.4 Les niveaux de la MAINTENANCE:.....	16
1.4.1 Niveau 1:.....	16
1.4.2 Niveau 2:.....	17
1.4.3 Niveau 3:.....	17
1.4.4 Niveau 4 :	17
1.4.5 Niveau 5 :	17
1.5 Centralisation de la maintenance :	17
1.5.1 Maintenance CENTRALISÉE:	17
1.5.2 La maintenance répartie décentralisée :	17
1.5.3 La maintenance mixte :	17
1.5.4 La sous-traitance :	18
1.6 Organisation des opérations de maintenance.....	18
1.6.1 Planification des travaux de maintenance :	18
1.6.2 La fonction préparation :	18
1.6.3 La fonction ordonnancement :	18
1.6.4 La fonction réalisation :	18
1.6.5 Gestion de pièces de rechange :	18
1.6.6 Le tableau de bord de la maintenance:	19
1.7 Le rôle de la maintenance :	19
1.7.1 Rôle productive :	19
1.7.2 Rôle économique :	19
1.7.3 Rôle d'assurance qualité :	19
1.7.4 Rôle de sécurité des biens et des personnes :	19
1.8 Conclusion :	19
Chapitre 2: Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateurs (GMAO)...	20
2.1 Que Ce Que Le Gmao	21
2.2 Histoire	21
2.3 Fonctionnalite	Erreur ! Signet non défini.

2.3.1	Gestion des équipements :	22
2.3.2	Gestion de la maintenance :	22
2.3.3	Gestion des demandes d'intervention (DI) :	22
2.3.4	Gestion des stocks :	23
2.3.5	Gestion des documents :	23
2.3.6	Gestion des achats :	23
2.3.7	Gestion du personnel et planning :	23
2.3.8	Gestion des coûts et budget :	23
2.3.9	Indicateurs clés de performance :	23
2.4	domaines d'utilisation :	23
2.5	les avantages :	24
2.5.1	meilleur contrôle des dépenses :	24
2.5.2	augmentation de la performance :	24
2.5.3	amelioration de la communication :	24
2.5.4	automatisation des operations :	24
2.5.5	acces rapide a l'information :	24
2.6	la maintenance de point de vue medicale :	25
2.6.1	dispositif medicale :	25
2.6.2	equipement medicale :	25
2.6.3	la maintenance medicale :	25
2.6.4	l'importance de la maintenance des equipements hospitaliers :	25
2.7	Conclusion :	26
Chapitre 3: TECHNIQUE IA ET LA MAINTENANCE 4.0		27
3.1	Qu'est-ce que la maintenance 4.0:	28
3.2	caracteristique de la maintenance 4.0 :	29
3.2.1	utilisation de capteurs iot :	29
3.2.2	analyse predictive :	29
3.2.3	maintenance preductive :	29
3.3	L'evolution De La Maintenance Dans L'industrie :	29
3.4	Aventage De La Maintenance 4.0 :	30
3.5	Qu'est-Ce Que L'intelligence Artificielle :	30
3.6	L'origine De L'intelligence Artificielle :	31
3.7	L'importance De L'intelligence Artificielle :	32
3.8	L'utilite De L'ia :	32
3.9	Ia Et La Maintenance :	33
3.10	Machine learning :	34
3.10.1	Définition :	34
3.10.2	Fonctionnement de Machine Learning :	34
3.11	Conclusion :	35
Chapitre 4: Conception Et Realisation		36
4.1	Les besoins fondamentaux :	37
4.2	UML (Unified Modeling Language, ou langage de modélisation unifié):	37
4.2.1	Définition :	37
4.2.2	L'objectif de UML :	37
4.2.3	L'utilité de UML:	37

4.3	Differents types d'UML :.....	38
4.3.1	Diagrammes de cas :(use case).....	38
4.3.2	Diagrammes de sequence :(Sequence Diagram)	39
4.3.3	Diagrammes de classe :.....	40
4.4	JAVA :.....	41
4.5	Conclusion :	41
	Chapitre 5: Résultat et discussion	42
5.1	La maintenance :	42
5.2	Faire Faire :.....	43
5.2.1	Maintenance corrective:.....	43
5.2.2	Maintenane preventive:.....	43
	• Simplifier la gestion des stocks	44
5.3	les interfaces graphique:.....	44
5.3.1	Interface d'identification:	44
5.3.2	Interface principale:	45
5.3.3	Interface equipement:.....	46
5.3.4	Interface demande intervention:.....	48
5.3.5	Interface ordre d'intrvention:.....	48
5.3.6	Fenetre historique:	49
5.4	Conclusion	50
	Conclusion générale et perspectives	51
	Bibliographie	52

Listedes Figures

Figure 1: les types de la maintenance	13
Figure 2: La Gestion de La Maintenance	16
Figure 3:les niveaux de la maintenance.....	16
Figure 4:LA GMAO	22
Figure 5:L'evolution de la maintenance.....	28
Figure 6:Usine de future	34
Figure 7:Machine learning.....	34
Figure 8:Approche machine learning	35
Figure 9:Use case.....	39
Figure 10:Diagrammes de séquence.....	40
Figure 11:Diagramme de classe	40
Figure 12: Login	45
Figure 13:Page d'accueil	46
Figure 14:Interface équipement.....	47
Figure 15:Ajoute d'équipement.....	47
Figure 16:Demande d'intervention.....	48
Figure 17:Ordre d'intervention.....	49
Figure 18:Interface historique	50

Introduction Générale

Les dispositifs médicaux et biomédicaux sont de plus en plus sophistiqués et Les hôpitaux doivent donc s'assurer que leurs équipements critiques sont sûrs, Précis, bas et fonctionnant au niveau de performance requis.

Pour améliorer les performances des dispositifs médicaux et biomédicaux, de nombreux modèles d'optimisation sont largement utilisés pour atteindre l'excellence en maintenance, Autrement dit, l'équilibre des performances et des ressources, minimisant ainsi les risques et les coûts.

La plupart des établissements de santé algériens utilisent le papier pour cette gestion

Mais la puissance informatique est la seule qui nous permette d'attaquer, puis d'utiliser

Le système de gestion de la maintenance assistée par ordinateur ou GMAO est très nécessaire.

En 1985 M. Gabriel et Y. Pimor définissaient la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur en ces termes :

« Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous les trois aspects techniques, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes, ateliers, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnement ». [20]

Maintenance 4.0 peut être utilisé pour améliorer l'efficacité et la sécurité des soins de santé. Cette approche permet aux capteurs de collecter des données en temps réel sur les dispositifs médicaux et peut contribuer à améliorer la qualité des soins de santé, à réduire les coûts de maintenance et à garantir la sécurité des patients.

Notre projet consiste a etudier la methode de maintenance dans un environnement hospitalier ainsi concevoir et realiser un logiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

Objectifs de l'étude :

- etudier l'impact de l'automatisation des equipement hospitalier
- demontrer l'impotance de l'informatisation des ressources hospitalier

Ce mémoire est structuré(e) en 4 chapitres : Le chapitre 1 cherche à la maintainance en generale . Le chapitre 2 vise à la gestion de la maintenance assisté par l'ordinateur .Le chapitre 3 est consacré pour les thechnique d'IA et la maintenance . Le chapitre 4 vise à traitement de conseption et la réalisation. Et le chapitre 5 vise au résultats d'étude. Enfin une conclusion

Chapitre 1: Généralités sur la maintenance

La maintenance industrielle est une discipline importante pour assurer le bon fonctionnement et la pérennité des équipements et des installations industrielles. Il est conçu pour prévenir les pannes, effectuer des réparations et optimiser les performances. grâce à un entretien efficace

1.1 DEFINITION :

La maintenance toutes les activités visant à maintenir ces équipements et installations en bon état de fonctionnement afin d'assurer leur disponibilité, leur sécurité et leur fiabilité. La maintenance industrielle implique la mise en place de plans de maintenance préventive, corrective et prédictive, ainsi que la gestion des stocks de pièces détachées, la planification des interventions, la formation du personnel, la gestion des coûts et l'amélioration continue des processus de maintenance.

La maintenance peut être effectuée de manière préventive ou corrective. La maintenance préventive vise à prévenir les pannes et à prolonger la durée de vie des équipements et des installations. Elle implique l'inspection régulière, le nettoyage, la lubrification et le remplacement périodique des pièces usées. La maintenance corrective, quant à elle, est effectuée après une panne ou un dysfonctionnement et vise à réparer rapidement l'équipement pour minimiser les temps d'arrêt.

La maintenance est donc un processus complexe qui nécessite une planification minutieuse, une gestion efficace des ressources, une organisation appropriée et une communication claire et cohérente entre les différentes parties prenantes. Les professionnels de la maintenance doivent être en mesure de gérer les problèmes techniques, d'assurer la disponibilité des pièces de rechange, de planifier les interventions de maintenance et de maximiser l'utilisation des équipements et des installations.[1]

1.2 LES TYPES DE LA MAINTENANCE :

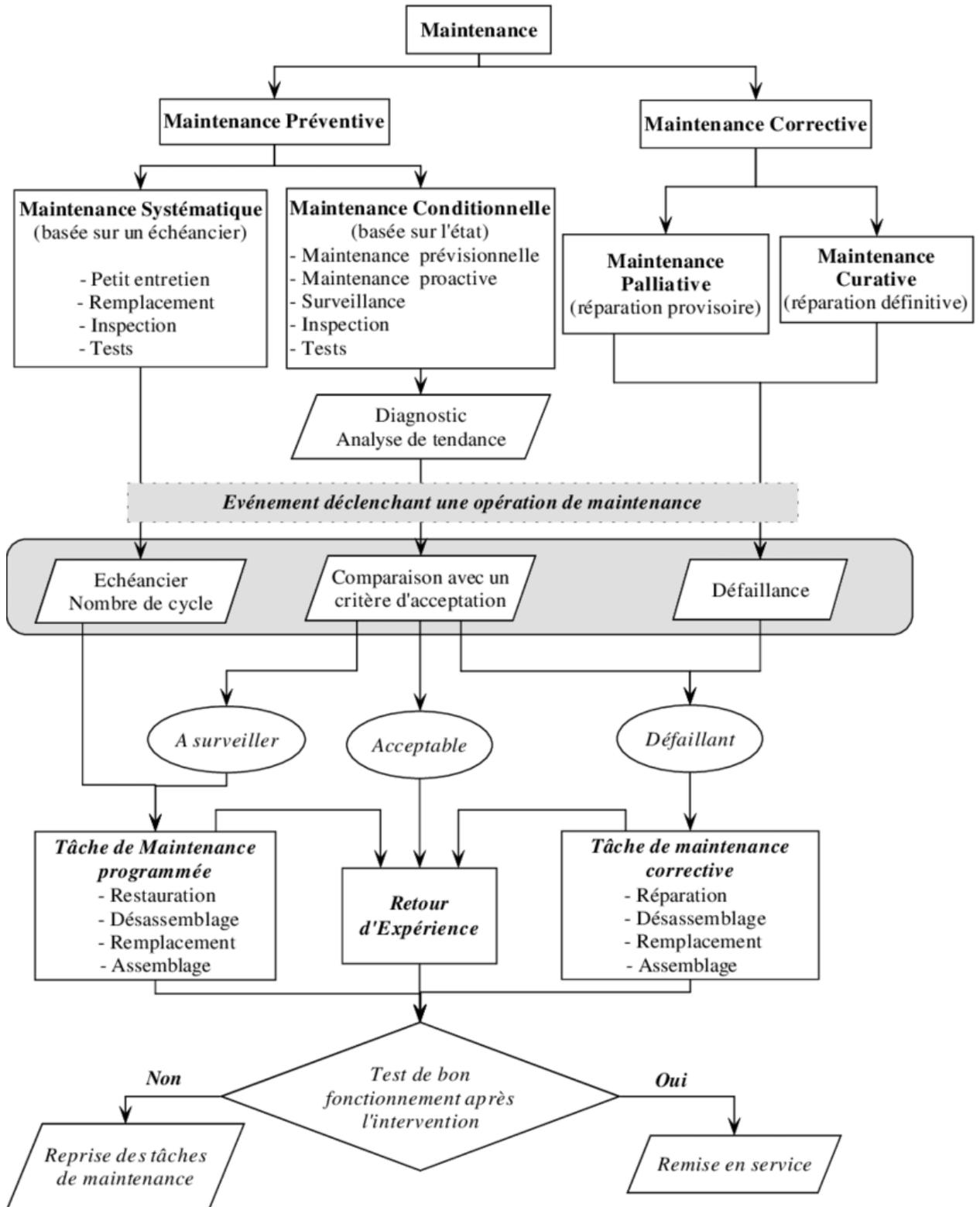


Figure 1: les types de la maintenance

La maintenance industrielle est essentielle pour garantir la continuité et la qualité de la production industrielle. Chaque entreprise doit donc définir ses besoins spécifiques en termes de maintenance et mettre en place une stratégie de planification pour optimiser la disponibilité de ses équipements et minimiser les temps d'arrêt. Pour cela, il est important d'effectuer un état des lieux de la fonction maintenance industrielle pour identifier les besoins en matière de maintenance préventive, prédictive ou corrective, ainsi que les compétences et les ressources nécessaires pour mener à bien les opérations de maintenance. Cette analyse permet également de déterminer les coûts associés à la maintenance et de mettre en place un budget adéquat pour couvrir les besoins en matière de maintenance.

La mise en place d'une stratégie de maintenance efficace permet aux entreprises de réduire les coûts associés à la maintenance et d'améliorer la qualité et la productivité de leur production. Elle permet également de minimiser les risques d'accidents liés à des équipements défectueux et de garantir la sécurité des travailleurs sur le site industriel.[3]

1.2.1 Maintenance corrective :

La maintenance corrective consiste à intervenir sur un équipement ou une machine uniquement lorsque celui-ci est en panne ou ne fonctionne plus correctement. Cette maintenance est donc réactive et est généralement plus coûteuse que les autres types de maintenance, car elle implique une immobilisation de la production.[3]

1.2.2 Maintenance curative :

La maintenance curative consiste à intervenir sur un équipement ou une machine après qu'il ait présenté une panne ou un dysfonctionnement. Cette maintenance est souvent nécessaire pour réparer rapidement les équipements et éviter des temps d'arrêt prolongés.[3]

1.2.3 Maintenance préventive :

La maintenance préventive consiste à effectuer des opérations de maintenance régulières sur un équipement ou une machine, même s'il n'a pas encore présenté de problème. Cette maintenance est basée sur un calendrier prédéfini ou sur des seuils de fonctionnement. L'objectif de la maintenance préventive est d'éviter les pannes et de prolonger la durée de vie des équipements.[2]

1.2.4 Maintenance préventive systématique :

La maintenance préventive systématique consiste à effectuer des opérations de maintenance préventive à intervalles réguliers, indépendamment de l'état de l'équipement. Cette maintenance

est moins précise que la maintenance prédictive et peut donc entraîner des coûts supplémentaires inutiles.[2]

1.2.5 Maintenance préventive conditionnelle :

La maintenance préventive conditionnelle consiste à effectuer des opérations de maintenance préventive en fonction de l'état réel de l'équipement, mesuré à l'aide de capteurs et d'autres technologies. Cette maintenance est plus précise que la maintenance préventive systématique, mais nécessite des investissements plus importants dans les équipements de mesure et de surveillance.[2]

1.2.6 Maintenance prédictive :

La maintenance prédictive (ou prévisionnelle) consiste à utiliser des technologies telles que la surveillance en temps réel, l'analyse de données et l'intelligence artificielle pour prévoir les pannes et planifier les interventions de maintenance en conséquence. La maintenance prédictive permet d'optimiser la maintenance préventive et de réduire les coûts associés à la maintenance corrective.[5]

1.3 LA GESTION DE LA MAINTENANCE :

La gestion de la maintenance est un processus essentiel pour suivre les actifs de l'entreprise et superviser les activités de maintenance. Elle vise à optimiser les performances de chaque actif en organisant des activités telles que l'inspection et le nettoyage, en plus de la réparation d'équipements et de machines. La maintenance demande du temps et des efforts, en particulier pour les organisations qui possèdent de multiples équipements et machines. C'est pourquoi la gestion de la maintenance doit être intégrée comme une approche méthodologique pour maintenir les processus en ordre et garantir une efficacité optimale.

L'efficacité est la clé d'une gestion de la maintenance efficace. Les outils numériques offrent des fonctionnalités qui facilitent le suivi des activités de maintenance, la création de listes de contrôle et l'automatisation de processus tels que la programmation et l'attribution de tâches à des membres du personnel spécifiques. Cette approche est appelée Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) et permet d'optimiser la gestion de la maintenance en évitant les erreurs humaines et en assurant une maintenance régulière et efficace. En somme, la gestion de la maintenance est un processus crucial pour garantir le bon fonctionnement des actifs de l'entreprise et assurer une productivité optimale.[14]



Figure 2: La Gestion de La Maintenance

1.4 LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE:

Niveau 5	Reconstructions et rénovations	Opérateurs Maintenance externes
Niveau 4	Travaux lourds de maintenance	Opérateurs Maintenance externes ou internes
Niveau 3	Diagnostic, réparations et remplacements	Opérateurs Maintenance internes
Niveau 2	Travaux simples avec outillages simples	Opérateurs Maintenance internes et exploitants
Niveau 1	Travaux simples sans outillages	Opérateurs Maintenance internes et exploitants

Figure 3:les niveaux de la maintenance

1.4.1 Niveau 1:

Réglage simple prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans de l'équipement, ou échange d'éléments accessible en toute sécurité. Réaliser par un constructeur ou un opérateur sur machine[3]

1.4.2 Niveau 2:

Dépannage par échange standard d'éléments Prévu à cet effet, ou des opérations mineures De maintenance préventive (rondes).

C'est sur les charges des techniciens de la maintenance[3]

1.4.3 Niveau 3:

Les techniciens de la maintenance ici fait l'identification et diagnostic des pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparation mécanique mineur. [3]

1.4.4 Niveau 4 :

Travaux importants de maintenances Préventives ou correctives effectué par le responsable de la maintenance[3]

1.4.5 Niveau 5 :

Travaux de préventions, de rénovations, de Reconstructions, ou de réparation Importante, confiés à un atelier central réalisé par le constructeur ou un sous-traitant[3]

1.5 CENTRALISATION DE LA MAINTENANCE :

1.5.1 Maintenance CENTRALISÉE:

Il s'agit d'une structure de maintenance classique qui sépare la maintenance de la production et rassemble tous les services techniques. Elle comporte un département Méthodes responsable de la planification des travaux, de leur préparation, des équipes techniques d'intervention, ainsi que des magasiniers. [4]

1.5.2 La maintenance répartie décentralisée :

Ce modèle organisationnel intègre une partie de la maintenance, appelée maintenance rapprochée, aux équipes de production. Les techniciens de la plate-forme participent donc à la maintenance de l'outil de production. Cela conduit à une meilleure prévention et une meilleure maîtrise du processus de dégradation du matériel, ainsi qu'à une bonne collaboration entre les services de maintenance et de production. [4]

1.5.3 La maintenance mixte :

Il s'agit d'une organisation qui combine les deux modèles précédents. Les processus de dégradation sont mieux maîtrisés, mais cela nécessite une définition claire des rôles des différentes équipes.

1.5.4 La sous-traitance :

Pour faire de la sous-traitance une externalisation efficace de la maintenance, il est nécessaire de maîtriser parfaitement toutes les étapes du processus, de l'identification des prestations au contrôle de l'exécution en passant par l'établissement de la relation contractuelle. [4]

1.6 ORGANISATION DES OPÉRATIONS DE MAINTENANCE

L'organisation des opérations de maintenance se fait autour d'une planification des Travaux, d'une gestion des pièces de rechange et des informations recueillies des tableaux de Bord. [4]

1.6.1 Planification des travaux de maintenance :

Le bon travail de la maintenance repose sur une planification des fonctions préparation, ordonnancement et réalisation [4]

1.6.2 La fonction préparation :

La fonction de préparation est responsable de prévoir, définir et réaliser les conditions optimales pour l'exécution d'un travail de maintenance. [4]

1.6.3 La fonction ordonnancement :

La fonction d'ordonnancement est responsable de la gestion des temps d'activités. Elle se situe chronologiquement entre la fonction de préparation et la fonction de réalisation dans l'organisation des opérations de maintenance. [4]

1.6.4 La fonction réalisation :

La fonction de réalisation a pour responsabilité d'effectuer les interventions de maintenance selon le planning établi par la fonction d'ordonnancement. Elle utilise les moyens mis à sa disposition, suit les procédures définies et veille à remettre l'équipement dans l'état spécifié[4]

1.6.5 Gestion de pièces de rechange :

En gestion des stocks pour la maintenance, il est important de prévoir les quantités à commander ainsi que les dates de réapprovisionnement. L'approvisionnement joue un rôle crucial en mettant à disposition en temps voulu les pièces de rechange nécessaires aux activités de maintenance, tout en minimisant les coûts totaux de ces opérations

Coût total =coût de passation+ coût d'achat + coût de possession[4]

1.6.6 Le tableau de bord de la maintenance:

Le tableau de bord est un outil de pilotage utilisé pour suivre les opérations de maintenance. Les techniciens peuvent ainsi être responsabilisés et guidés dans les choix de priorité en fonction des informations fournies par le tableau de bord. Ce dernier est mis à jour en temps réel à partir des actions et transactions quotidiennes de la GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur). [4]

1.7 LE ROLE DE LA MAINTENANCE :

1.7.1 Rôle productive :

Grâce à une politique de maintenance adaptée, les temps d'arrêt sont réduits au minimum, augmentant ainsi le potentiel de production de l'entreprise. [3]

1.7.2 Rôle économique :

Diverses formes d'actions de maintenance visent à réduire les pannes et les pertes de production associées, le stockage ou le remplacement des pièces inutiles, et la main-d'œuvre consommée par les interventions sur les équipements. [3]

1.7.3 Rôle d'assurance qualité :

Cela peut s'expliquer par un fonctionnement correct et une configuration appropriée, de sorte que les marchandises puissent être produites conformément aux normes de qualité établies[3]

1.7.4 Rôle de sécurité des biens et des personnes :

Effectuer des réparations de maintenance préventive et des modifications réglementaires pour maintenir les équipements en bon état et fonctionner correctement avec toutes les protections nécessaires. [3]

1.8 CONCLUSION :

En conclusion, la maintenance industrielle est le pilier de base pour assurer le fonctionnement normal et les performances des équipements industriels, une maintenance efficace permet de détecter les problèmes potentiels et d'optimiser le processus de production.

Chapitre 2: Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateur (GMAO)

La GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) est une solution logicielle conçue pour optimiser et rationaliser les opérations de maintenance. En centralisant les informations et en automatisant les processus, une GMAO facilite la planification, le suivi et la gestion des activités de maintenance, ainsi que la gestion de l'inventaire des ressources.

2.1 QUE CE QUE GMAO

La Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur, souvent abrégée en GMAO, est une méthode de gestion assistée par logiciel utilisée dans les services de maintenance des entreprises pour les assister dans la réalisation de leurs activités. A l'instar des logiciels CRM utilisés pour simplifier la relation client, un outil de GMAO est un logiciel spécialisé dont le but est de faciliter l'exécution des tâches de service, de maintenance, de permettre la gestion et de guider les fonctions de maintenance. [5]

2.2 HISTOIRE

L'histoire de la GMAO remonte aux années 1960, lorsque les entreprises ont commencé à utiliser des ordinateurs pour gérer leurs opérations de maintenance. Les premiers systèmes étaient très rudimentaires et se concentraient principalement sur la gestion des stocks de pièces de rechange. Au fil du temps, la GMAO a évolué pour inclure une gamme plus large de fonctionnalités, telles que la planification de la maintenance préventive, la gestion des contrats de service, la gestion des demandes de travail et la gestion des équipements.

Les années 1980 ont vu l'avènement des premiers logiciels de GMAO commerciaux, qui ont été largement adoptés par les entreprises industrielles. Ces systèmes étaient basés sur des ordinateurs de bureau et étaient souvent limités par la capacité de stockage et de traitement des données des ordinateurs de l'époque.

Au cours des années 1990 et 2000, la GMAO a connu une évolution majeure avec l'avènement d'Internet et des technologies de cloud computing. Les logiciels de GMAO ont commencé à être disponibles sous forme de services en ligne, ce qui a permis aux entreprises de gérer leur maintenance de manière plus efficace et plus économique. [15]

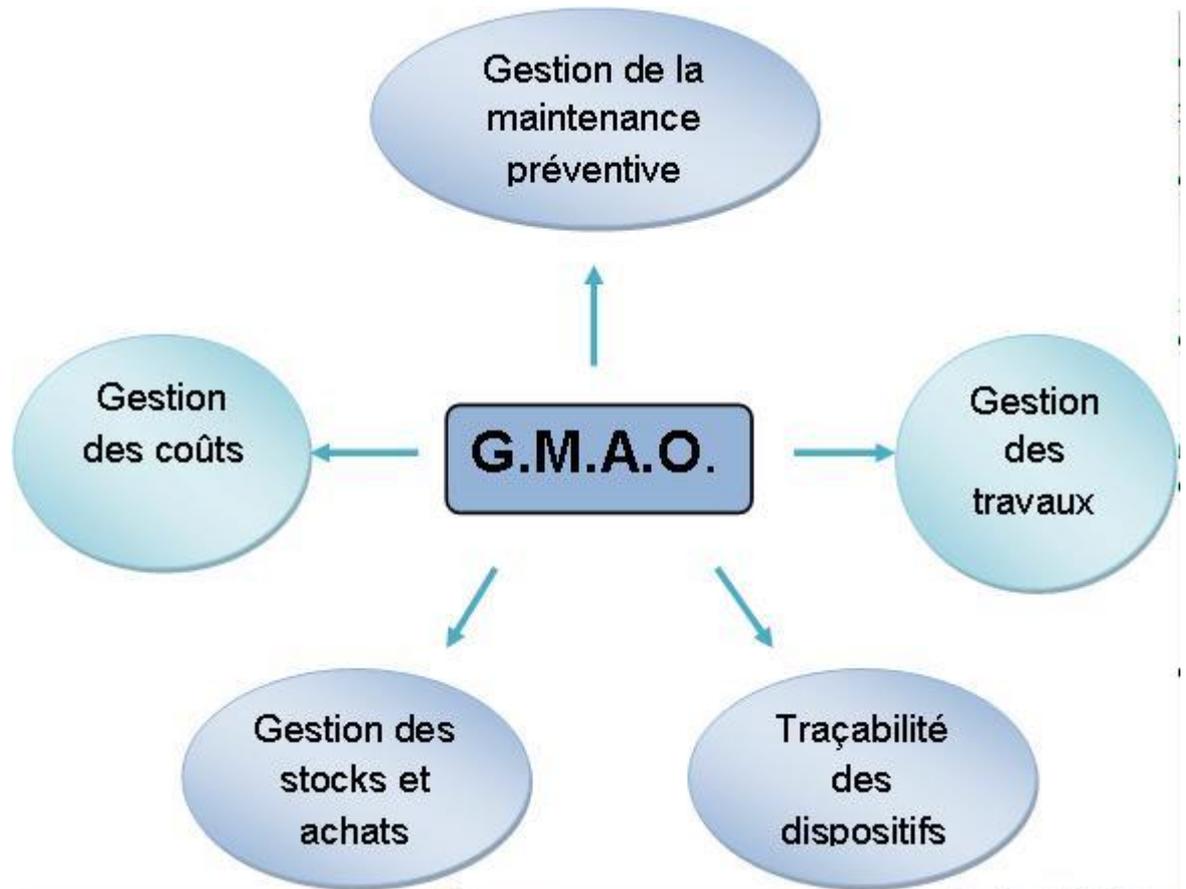


Figure 4: GMAO

2.3 FONCTIONNALITE DE GMAO

2.3.1 Gestion des équipements :

Localiser les équipements ou bâtiments en multi-sites, réaliser des inventaires, établir des gammes de maintenance... Tout cela est indispensable à votre service de maintenance ou SAV. Cela permet de gagner du temps avant et pendant l'intervention. : Inventaire, localisation, gestion d'information dédiée par type d'équipement. [16]

2.3.2 Gestion de la maintenance :

Corrective (avec BT : bon de travaux), préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle), curative. [16]

2.3.3 Gestion des demandes d'intervention (DI) :

Il s'agit de la gestion des demandes entrantes et de la planification de la maintenance préventive et curative avec le suivi des techniciens. Le planning tient compte de la disponibilité des ressources en temps réel (techniciens et équipements ou outils disponibles). Une application

mobile pour les techniciens est souvent associée au logiciel, notamment pour saisir leurs rapports d'interventions et renseigner leurs feuilles d'heures. [16]

2.3.4 Gestion des stocks :

Un logiciel GMAO performant propose souvent une fonctionnalité de gestion des stocks pour les pièces de rechange. La gestion des achats est incluse dans les solutions plus abouties. : Magasins, réapprovisionnements, valorisation des stocks[16]

2.3.5 Gestion des documents :

La GED (Gestion Électronique de Documents) est prévue dans les logiciels GMAO modernes. Cela vous permet d'accéder rapidement à l'historique des interventions, à données constructrices, aux manuels techniques, aux contrats clients... Et de centraliser toutes ces données essentielles à une maintenance précise et de qualité[16]

2.3.6 Gestion des achats :

Demandes d'achats, commandes, achats de fournitures, pièces et prestations, facturation fournisseurs, etc. [16]

2.3.7 Gestion du personnel et planning :

Activités, métiers, planning de charge, prévisionnel, etc. [16]

2.3.8 Gestion des coûts et budget :

Coût par intervention (main d'œuvre et pièces), taux de résolution à la première intervention, temps moyen entre les pannes, rentabilité d'un contrat de maintenance, ... Une GMAO est un atout important dans le pilotage de votre activité de maintenance. En tant que DAF ou dirigeant, l'analyse des performances de la maintenance vous sera aussi d'une aide précieuse pour vos prises de décisions. : Main d'œuvre, stocks, achats, location de matériel, etc., préparation des budgets, suivi périodique, rapports d'écart, etc. [16]

2.3.9 Indicateurs clés de performance :

Tableau de bord (requêtes de base de données concernant des statistiques, des alertes, MTTR, MTBF, Pareto, etc.) [16]

2.4 DOMAINES D'UTILISATION :

- Des équipements de bâtiment (climatiseurs, ascenseurs, chaudières, panneaux photovoltaïques, ...)
- De réseaux de distribution (eau, électricité, gaz, ...)
- Des machines de production industrielle

- Des interventions de service (nettoyage, sécurité)
- Du matériel de bureau (ordinateurs, serveurs, imprimantes)
- Des équipements du BTP (machines, outillage)
- Du matériel médical
 - Le patrimoine des collectivités et services publics[6]

2.5 LES AVANTAGES DE GMAO

2.5.1 Meilleur contrôle des dépenses :

Ultimement, l'avantage le plus important reste évident. Le simple fait de rassembler toute l'information liée à l'entretien à un seul endroit, d'automatiser les processus de maintenance et de contrôler l'élément monétaire des opérations réduit les dépenses, aide à respecter les budgets et génère des économies. Grâce à ces points, le retour sur investissement se révèle très élevé et se traduit par plus d'argent dans les coffres de votre compagnie. [6]

2.5.2 AUGMENTATION DE LA PERFORMANCE :

Un logiciel GMAO aide à mettre de l'avant un plan de maintenance préventive organisé et à mieux structurer les travaux. Ce contrôle réduit les bris d'équipement et diminue les périodes d'arrêt. Moins d'interruption signifie une meilleure performance de vos actifs et une augmentation de votre rentabilité. [6]

2.5.3 AMELIORATION DE LA COMMUNICATION :

Un logiciel GMAO améliore la communication interne entre les différents intervenants. Les utilisateurs documentent leurs tâches, viennent ensuite des rétroactions et des ajustements, puis l'information recueillie influence votre prise de décision. [6]

2.5.4 AUTOMATISATION DES OPERATIONS :

Un logiciel GMAO encadre vos utilisateurs et limite leurs élans créatifs dans une structure plus rigide qui automatise plusieurs opérations anciennement accomplies manuellement. C'est pourquoi votre maintenance devient cohérente, précise et conforme. Un bon logiciel GMAO doit être en mesure d'automatiser la gestion des garanties, la création de bons de travail et de bons de commandes. Cela a pour effet d'éliminer la double saisie d'information, de réduire considérablement les risques d'erreur et de diminuer votre charge bureaucratique. [6]

2.5.5 ACCES RAPIDE A L'INFORMATION :

Un logiciel GMAO centralise l'information de manière simple et compréhensible offrant des outils pour générer des rapports répondant à vos questions. Il est également possible de consulter

facilement l'historique de tout ce qui concerne l'atelier mécanique. Donc, une recherche prenant autrefois trop de temps dans les feuilles pêle-mêle d'un énorme classeur s'effectue maintenant en claquant des doigts. [6]

2.6 LA MAINTENANCE DE POINT DE VUE MEDICALE

2.6.1 DISPOSITIF MEDICALE :

Un dispositif médical est un instrument, appareil ou équipement utilisé pour diagnostiquer ou traiter une maladie qui peut affecter un patient, ou détecter, mesurer, corriger ou modifier la structure ou la fonction de l'organisme à des fins de santé.[7]

2.6.2 EQUIPEMENT MEDICALE :

L'équipement médical est utilisé spécifiquement pour faire des diagnostics et des traitements des maladies, ou de la réadaptation des patients, et il peut être associé à un dispositif médical. L'équipement médical n'inclut pas les dispositifs médicaux tout ce qui est implantables, jetables n'est pas un équipement mais dispositif. .[7]

2.6.3 LA MAINTENANCE MEDICALE :

La maintenance d'un dispositif médical est ou bien curative, en cas de panne de celui-ci, ou préventive. La maintenance préventive (MP) est effectuée soit à des intervalles de temps constants, soit quand un paramètre donné franchit un seuil donné. Son but est de corriger l'usure du fait de l'utilisation intensive ou du vieillissement. En principe les modalités de la MP sont définies par le fabricant qui doit anticiper les défaillances potentielles du dispositif.

L'obsolescence d'un dispositif médical se définit par l'un des critères suivants:

- a) perte de ses performances initiales;
- b) spectre de performances insuffisant pour permettre l'utilisation de nouvelles techniques médicales;
- c) présence sur le marché de nouveaux dispositifs avec des sécurités meilleures. .[7]

2.6.4 L'IMPORTANCE DE LA MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS HOSPITALIERS :

Les équipements médicaux et biomédicaux sont observés comme des éléments nécessaires pour le fonctionnement de chaque service hospitalier. Ils couvrent une grande partie des soins.

Les équipements biomédicaux jouent un rôle très important dans l'innovation et l'évolution des pratiques médicales. Qu'ils sont suivants :

- Ils peuvent améliorer ou modifier les conditions de traitement des patients c'est-à-dire rendre les soins de santé efficace autrement dit améliore la productivité de soin.
- Amélioration de la sécurité c'est à dire la sécurisation des actes médicales et la prévention contre les divers accidents qu'ils sont liée aux soins, par exemple : les accidents liés à l'exposition au sang des patients.
- Elle développe les différents méthodes d'analyse ; ce qui permet d'éviter les erreurs médicales.
- Réduction de la durée d'intervention chirurgicale à titre d'exemple la transformation de certaines opérations avec le bistouri a des opérations par des rayons.
- Réduction de la durée d'hospitalisation ce qu'il nous permet de minimiser les couts.
- Obtenir des résultats bien précis, fiable et opérationnel. .[7]

2.7 CONCLUSION

En conclusion, une GMAO est un outil puissant pour optimiser la gestion de la maintenance au sein d'une entreprise. En offrant une vision globale des activités de maintenance, il est possible d'optimiser les interventions, d'augmenter la disponibilité des équipements et d'optimiser les ressources. En investissant dans la bonne GMAO, les entreprises peuvent augmenter leur productivité pour que leurs équipements fonctionnent de manière optimale.

Chapitre 3: TECHNIQUE IA ET LA MAINTENANCE 4.0

L'Intelligence Artificielle (IA) et la Maintenance 4.0 révolutionnent la gestion de la maintenance en intégrant des technologies avancées. En associant l'intelligence artificielle aux principes de l'Industrie 4.0, ces méthodes optimisent les processus de maintenance

3.1 QU'EST-CE QUE LA MAINTENANCE 4.0

La maintenance 4.0 est une approche moderne de la maintenance industrielle qui utilise des technologies avancées telles que l'Internet des objets (IoT), l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage automatique (machine learning), l'analyse de données en temps réel et la réalité augmentée. L'objectif est d'améliorer l'efficacité et la qualité de la maintenance en permettant une surveillance en temps réel et une analyse prédictive des équipements, ainsi que des interventions plus rapides et plus précises. Cette approche offre des avantages significatifs pour les entreprises industrielles en améliorant la disponibilité des équipements, en réduisant les temps d'arrêt et en augmentant la productivité. Il s'agit d'une nouvelle génération de maintenance qui s'appuie sur un nouvel état d'esprit, de nouveaux outils et une approche innovante: .[8]

-L'IoT (Internet of Things) ou (internet des objets) la capacité de connecter des structures physiques en les équipant de capteurs capables de mesurer de nombreux paramètres (température, vibration, humidité, taux d'utilisation, nombre de cycles, etc.). .[8]

-La GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) qui est une méthode utilisant un logiciel de gestion pour gérer l'ensemble de la maintenance d'une unité de production.[8]

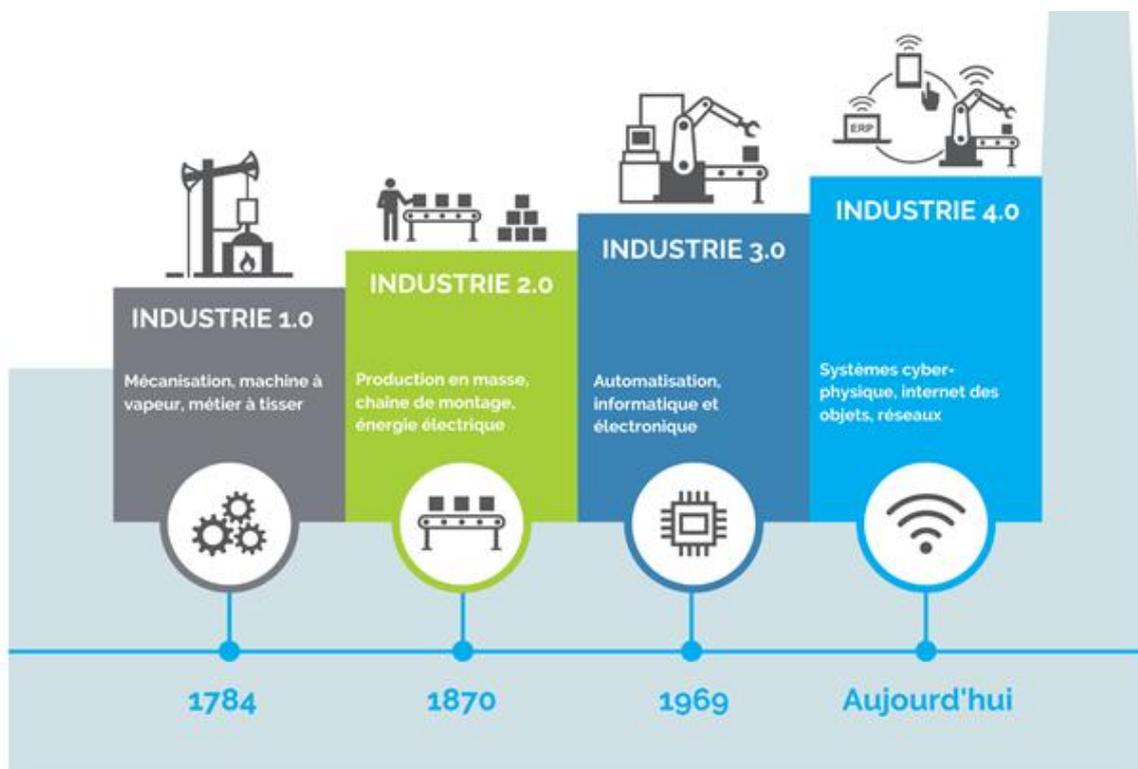


Figure 5:L' evolution de la maintenance

3.2 CARACTERISTIQUE DE LA MAINTENANCE 4.0

La maintenance 4.0 est caractérisée par trois aspects clés :

3.2.1 Utilisation de capteurs IoT :

Les capteurs IoT jouent un rôle clé dans la collecte de données sur les équipements et les machines pour la maintenance industrielle. En utilisant ces capteurs, les données peuvent être collectées en temps réel et analysées pour détecter les anomalies et les pannes potentielles. .[8]

3.2.2 ANALYSE PREDICTIVE :

Les données collectées sont analysées pour prédire les pannes futures et planifier les interventions de maintenance préventive. Grâce à cette approche, il est possible d'éviter les pannes coûteuses et de prolonger la durée de vie des équipements, ce qui se traduit par une réduction des coûts de maintenance. .[8]

3.2.3 MAINTENANCE PREDECTIVE :

L'utilisation de l'analyse prédictive permet de planifier la maintenance préventive des équipements avant qu'une panne ne survienne. Cette approche proactive permet de réduire considérablement les temps d'arrêt et les coûts de maintenance en prévenant les pannes potentielles et en optimisant l'utilisation des ressources. .[8]

3.3 L'EVOLUTION DE LA MAINTENANCE DANS L'INDUSTRIE :

La maintenance industrielle se transforme peu à peu dans les usines. Tout d'abord corrective puis préventive, elle sera prédictive dans l'usine du futur, d'où la maintenance 4.0.

La robotisation, l'automatisation et la digitalisation des ateliers transforment la maintenance industrielle. Réduisant les interventions humaines et la présence physique sur les lignes de production. Cette nouvelle approche propulse les activités de maintenance à un niveau stratégique, déterminant pour les entreprises dans le secteur de l'industrie. Les activités de maintenance ne sont aujourd'hui plus considérées comme un poste de dépense trop coûteux. Elles sont bel et bien identifiées comme des fonctions majeures, sources de profits, puisqu'elles ont un impact sur les performances de l'entreprise. Les machines sont donc aujourd'hui, le cœur de l'usine intelligente. Pour assurer leur bon fonctionnement, les activités de maintenance doivent être adaptées et optimisées au gout du jour. .[8]

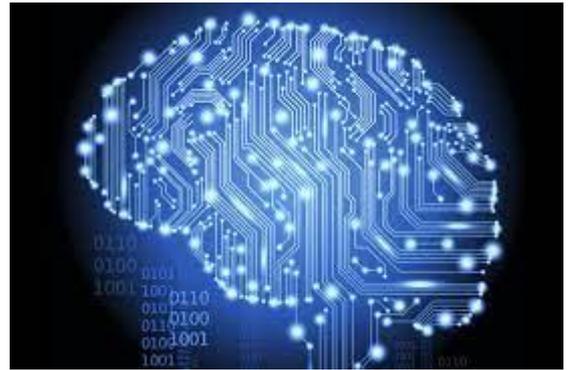
3.4 AVANTAGE DE LA MAINTENANCE

4.0 :

La maintenance 4.0 offre de nombreux avantages pour les entreprises qui l'adoptent, notamment:

- Une amélioration de l'efficacité de la maintenance grâce à l'utilisation de technologies avancées telles que l'Internet des objets, l'analyse de données en temps réel et l'IA.
- Une réduction des coûts de maintenance grâce à l'analyse prédictive qui permet de planifier la maintenance préventive avant qu'une panne ne survienne.
- Une amélioration de la disponibilité des équipements grâce à la maintenance préventive qui permet de prévenir les pannes potentielles et d'optimiser l'utilisation des ressources.
- Une amélioration de la sécurité des travailleurs grâce à la surveillance en temps réel des équipements et à la détection précoce des anomalies.
- Une amélioration de la qualité des produits grâce à l'optimisation de la maintenance des équipements qui peut réduire les défauts de production.

En résumé, la maintenance 4.0 offre aux entreprises la possibilité d'améliorer leur efficacité opérationnelle en optimisant leurs processus de maintenance, en réduisant les coûts et les temps d'arrêt des équipements, en améliorant la qualité des produits et en renforçant leur position concurrentielle sur le marché. [8]



3.5 QU'EST-CE QUE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

L'intelligence est un concept complexe difficile à définir. Cela peut être la capacité à percevoir le monde, à prédire l'avenir, à planifier et à atteindre un objectif ou encore à appliquer ses connaissances de manière appropriée. L'intelligence artificielle (IA) se réfère aux techniques qui permettent aux machines de résoudre des problèmes complexes, des tâches simples à des tâches requérant des connaissances approfondies et du bon sens.

Les tâches de l'IA peuvent être simples pour les humains, comme la reconnaissance d'images, la planification de mouvements pour un robot ou la conduite d'une voiture, ou complexes, comme jouer aux échecs ou traduire un texte. L'apprentissage est un élément clé de l'IA car cela permet au système intelligent de s'améliorer avec l'expérience, d'apprendre de nouvelles tâches et de développer de nouvelles compétences.

Auparavant, les systèmes intelligents étaient conçus par des programmes manuels, tels que la recherche arborescente pour jouer aux échecs, la comparaison d'images prototypes pour la reconnaissance de caractères ou la déduction logique pour le diagnostic médical. Cependant, cette approche a ses limites. Avec l'évolution de l'IA, l'apprentissage est devenu une partie intégrante de l'intelligence. L'apprentissage automatique permet à un système intelligent de s'adapter à de nouvelles situations et d'améliorer ses performances avec l'expérience.

L'intelligence est un concept complexe et l'IA se réfère aux techniques qui permettent aux machines de résoudre des problèmes complexes. L'apprentissage est un élément clé de l'IA, car cela permet au système intelligent de s'adapter à de nouvelles situations et d'améliorer ses performances avec l'expérience.[9]

3.6 L'ORIGINE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine en pleine croissance qui s'intéresse à la création de machines intelligentes capables d'imiter la pensée humaine. Bien que le terme « intelligence artificielle » ait été inventé en 1955 par John McCarthy, l'Homme s'est penché sur la création de machines intelligentes depuis au moins le premier siècle avant notre première.

L'année suivante, en 1956, McCarthy et ses collègues ont organisé une conférence à Dartmouth College intitulée « Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence ». Cette conférence a été considérée comme le point de départ officiel de la recherche en IA.

Depuis lors, de nombreuses avancées ont été réalisées dans ce domaine, notamment dans des domaines tels que l'apprentissage automatique, le deep learning, les analyses prédictives et prescriptives, ainsi que la science des données. L'apprentissage automatique consiste à donner aux machines la capacité d'apprendre et de s'adapter à de nouvelles situations sans avoir besoin d'être explicitement programmées pour chaque tâche. Le deep learning, quant à lui, est une méthode d'apprentissage automatique qui s'inspire du fonctionnement du cerveau humain.

Les analyses prédictives et prescriptives consistent à utiliser des algorithmes pour analyser des données et fournir des prévisions et des recommandations basées sur ces données. La science des données s'intéresse à l'extraction de connaissances à partir de grandes quantités de données.

L'IA a des applications dans de nombreux domaines, tels que la santé, la finance, les transports, la sécurité, l'industrie et bien d'autres encore. Bien que l'IA présente de nombreux avantages, elle soulève également des préoccupations quant à la sécurité, la confidentialité et l'impact sur l'emploi. [9]

3.7 L'IMPORTANCE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

Aujourd'hui, les êtres humains et les machines produisent des données à une vitesse telle qu'il est impossible pour les humains de les absorber et de les interpréter pour prendre des décisions complexes. L'intelligence artificielle est au cœur de tout apprentissage informatique et représente l'avenir des processus décisionnels complexes. Les ordinateurs sont capables de calculer des combinaisons et des permutations très efficacement, ce qui leur permet de prendre des décisions éclairées dans des situations où il y a un grand nombre de possibilités.

Par exemple, la plupart des êtres humains peuvent apprendre à jouer au morpion et à éviter de perdre, même s'il y a plus de 255 168 actions possibles, dont 46 080 mènent à une impasse. En revanche, il est plus difficile pour les êtres humains de maîtriser le jeu de dames, qui compte plus de 500×10^{18} (500 trillions) de coups possibles. Les ordinateurs peuvent efficacement calculer ces combinaisons et déterminer les meilleures permutations possibles pour prendre des décisions éclairées.

L'IA, avec son évolution logique, le machine learning, et le deeplearning, représentent l'avenir de la prise de décisions dans des situations complexes. Ces technologies permettent aux machines d'apprendre à partir de grandes quantités de données et de prendre des décisions précises en utilisant des algorithmes sophistiqués.

En fin de compte, l'IA et ses applications telles que le machine learning et le deeplearning, sont destinées à devenir des outils indispensables pour résoudre des problèmes complexes dans de nombreux domaines tels que la finance, la santé, la sécurité et l'industrie. Bien que ces technologies puissent susciter des préoccupations concernant la sécurité, la confidentialité et l'impact sur l'emploi, leur potentiel à améliorer les processus décisionnels complexes est indéniable[9]

3.8 L'UTILITE DE L'IA :

L'intelligence artificielle est de plus en plus présente dans notre quotidien et a de nombreuses applications pratiques. Par exemple, dans le secteur financier, l'IA est utilisée pour évaluer la solvabilité des consommateurs lors de demandes de crédit, mais également pour détecter en temps réel les paiements frauduleux réalisés par carte bancaire. Dans les centres d'appel, un service client virtuel (SCV) utilise la reconnaissance vocale et un simulateur de dialogue humain pour prédire les demandes des clients et y répondre sans intervention humaine. Si le chatbot ne parvient pas à interpréter la question ou à résoudre le problème, un agent humain prend le relais.

Les échecs d'interprétation sont envoyés au système de machine learning afin d'améliorer les futures interactions de l'application d'IA.

Ces exemples montrent comment l'IA peut être utilisée pour améliorer l'efficacité et l'expérience client. En effet, les systèmes d'IA peuvent traiter des quantités massives de données en un temps record et prendre des décisions plus rapidement et plus précises que les humains. Cela peut permettre aux entreprises de fournir un service clientèle plus efficace, plus rapide et plus personnalisé.

Cependant, l'utilisation de l'IA soulève également des préoccupations quant à la confidentialité et à la sécurité des données. Les systèmes d'IA doivent être développés et utilisés de manière responsable et éthique, en prenant en compte les implications sociales et éthiques de leurs applications. Les entreprises doivent également s'assurer que les utilisateurs sont informés de l'utilisation de l'IA et qu'ils disposent d'un certain niveau de contrôle sur leurs données[9]

3.9 IA ET LA MAINTENANCE :

La mise en place de processus de maintenance prédictive nécessite des modifications dans les méthodes de fonctionnement et peut exiger des changements dans les pratiques ou les équipements utilisés sur les chaînes de production.

L'intervention se fait en deux niveaux :

-Détermination de la solution :

Pour déterminer le programme de maintenance optimal, il faut trouver un équilibre entre le taux de disponibilité des machines et équipements à contrôler et le niveau de coûts supportable.

L'objectif est d'atteindre un taux de rendement synthétique (TRS) aussi proche que possible de 100%. Dans des environnements complexes où plusieurs processus sont en cours et où la maintenance prédictive implique l'utilisation de nouveaux outils de mesure, la recherche d'une solution optimale peut être difficile. Dans ces situations, l'utilisation de l'Intelligence Artificielle peut faciliter la recherche d'une solution optimale.

-L'anticipation des pannes :

L'utilisation de l'Intelligence Artificielle permet de traiter en temps réel des facteurs tels que l'utilisation de nouveaux capteurs, la prise en compte de signaux faibles et l'analyse d'écart par rapport aux valeurs nominales pour déterminer si une opération de maintenance est nécessaire. Cette approche nécessite généralement le déploiement d'objets connectés ou de sondes pour collecter des données complémentaires qui permettent d'anticiper les pannes et déclencher ainsi une opération de maintenance. [17]



Figure 6:Usine de futur

3.10 MACHINE LEARNING :

“L’apprentissage automatique est la discipline donnant aux ordinateurs la capacité d’apprendre, sans qu’ils soient explicitement programmés.”

Arthur Samuel 1959.

3.10.1 Définition :

Le Machine Learning ou apprentissage automatique est un domaine scientifique, et plus particulièrement une sous-catégorie de l’intelligence artificielle. Les algorithmes d'apprentissage automatique apprennent de manière autonome à effectuer des tâches ou à faire des prédictions basées sur des données et à améliorer leurs performances au fil du temps. Après la formation, l'algorithme sera capable de trouver des modèles dans de nouvelles données.[19]

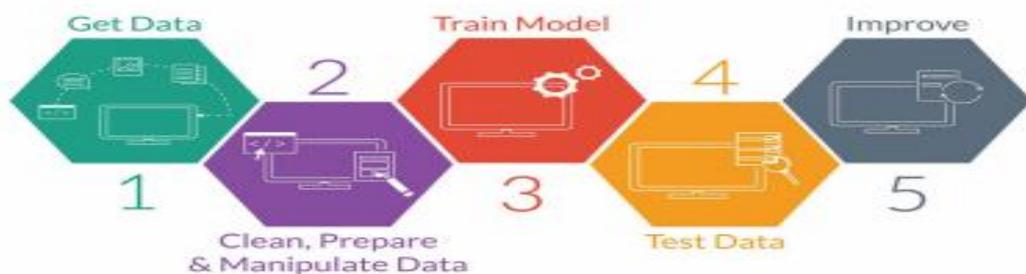


Figure 7:Machine learning

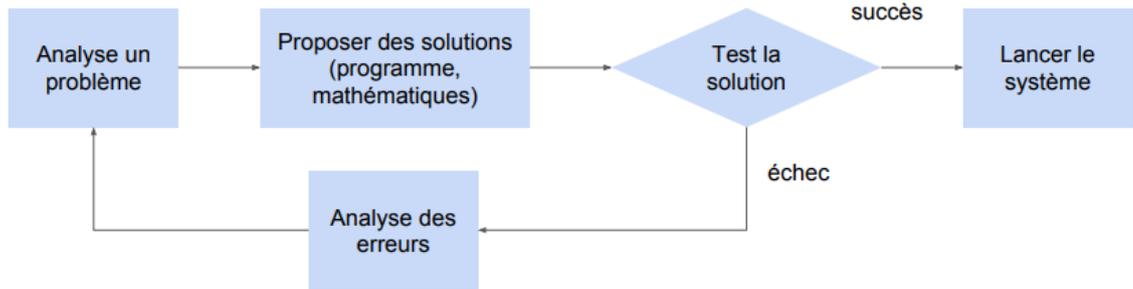
3.10.2 Fonctionnement de Machine Learning :

- 1- Analyser les données,
- 2- Choisir un modèle,
- 3- Les modèles sont entraînés avec des données (data training),

- 4- Estimer l'erreur du modèle,
- 5- Mettre à jour le modèle. .[19]

Les figures suivantes representes au mieux le machine learning

Approche habituelle



Approche habituelle ML

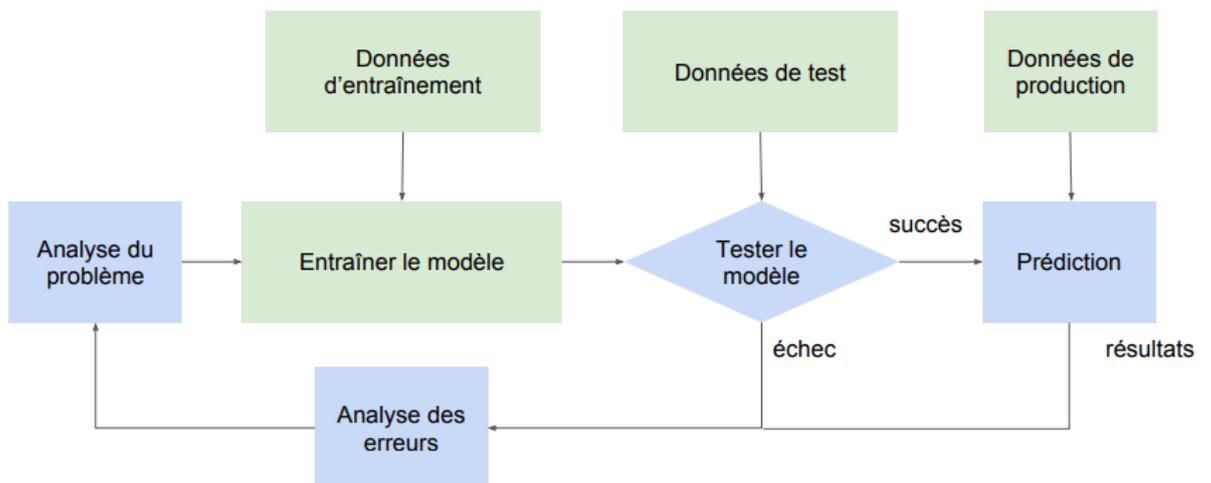


Figure 8:Approche machine learning

3.11 CONCLUSION

En conclusion, l'intelligence artificielle (IA) et la maintenance 4.0 tirent parti des avancées technologiques pour révolutionner la gestion de la maintenance. Ces méthodes permettent une analyse avancée des données, une détection précoce des pannes et une planification optimisée des activités de maintenance.

Chapitre 4: Conception Et Realisation

Pour concevoir notre logiciel nous avons demander de l'aide a programmeur pour mettre en œuvre notre prototype de gmao.

En passant par L'étude conceptuelle dont la conception de differents diagrammes liées aux UML.

4.1 LES BESOINS FONDAMENTEAUX :

le systeme doit completer les criteres fondamenteaux suivants :

- Gestion des employés
- Gestion des équipements
- Gestion des services
- Gestion des fournisseurs
- Gestion des pièces
- Gestion des factures
- Gestion des contrats
- Gestion des demandes d'interventions
- Gestion des ordres d'interventions
- Gestion de la maintenance préventive
- Gestion des interventions

4.2 UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE, OU LANGAGE DE MODELISATION UNIFIE):

4.2.1 Définition :

Le langage de modélisation unifié (UML) est un langage graphique basé sur des pictogrammes, spécialement conçu pour servir de méthode de visualisation standardisée dans les domaines du développement de logiciels et de la conception orientée objet. [10]

4.2.2 L'objectif de UML :

L'objectif principal de l'UML est de faciliter la conception et la documentation nécessaires au développement de logiciels orientés objet en tant que norme de modélisation des architectures logicielles. En utilisant des diagrammes et des notations graphiques, l'UML permet aux concepteurs, développeurs et autres parties prenantes de représenter visuellement les différents aspects d'un système logiciel. [10]

4.2.3 L'utilité de UML

Les pictogrammes utilisés dans l'UML représentent des concepts tels que les classes, les objets, les relations entre les objets, les composants logiciels, les interfaces, les diagrammes de séquence, les diagrammes d'état, etc. Chaque pictogramme a une signification spécifique et une

syntaxe précise, ce qui permet de communiquer de manière claire et standardisée les différentes composantes d'un système logiciel.

Grâce à l'UML, les équipes de développement peuvent mieux comprendre les exigences du système, visualiser l'architecture logicielle, détecter les erreurs de conception potentielles, communiquer efficacement entre les membres de l'équipe et collaborer de manière plus cohérente. L'UML est également largement utilisé pour documenter et communiquer des modèles de systèmes existants, ce qui facilite la maintenance et l'évolution des logiciels.

En résumé, l'UML est un langage de modélisation graphique basé sur des pictogrammes, qui sert de norme pour représenter visuellement les architectures logicielles et faciliter la conception, la documentation et la communication dans le domaine du développement de logiciels orientés objet. Son utilisation contribue à améliorer la compréhension, la collaboration et la qualité des systèmes logiciels. [10]

4.3 DIFFERENTS TYPES D'UML :

4.3.1 Diagrammes de cas :(use case)

Il permet de déterminer la vraisemblance des interactions entre Système et acteurs (participants extérieurs au système), c'est-à-dire toutes les fonctions nécessaires fournir un système[11]

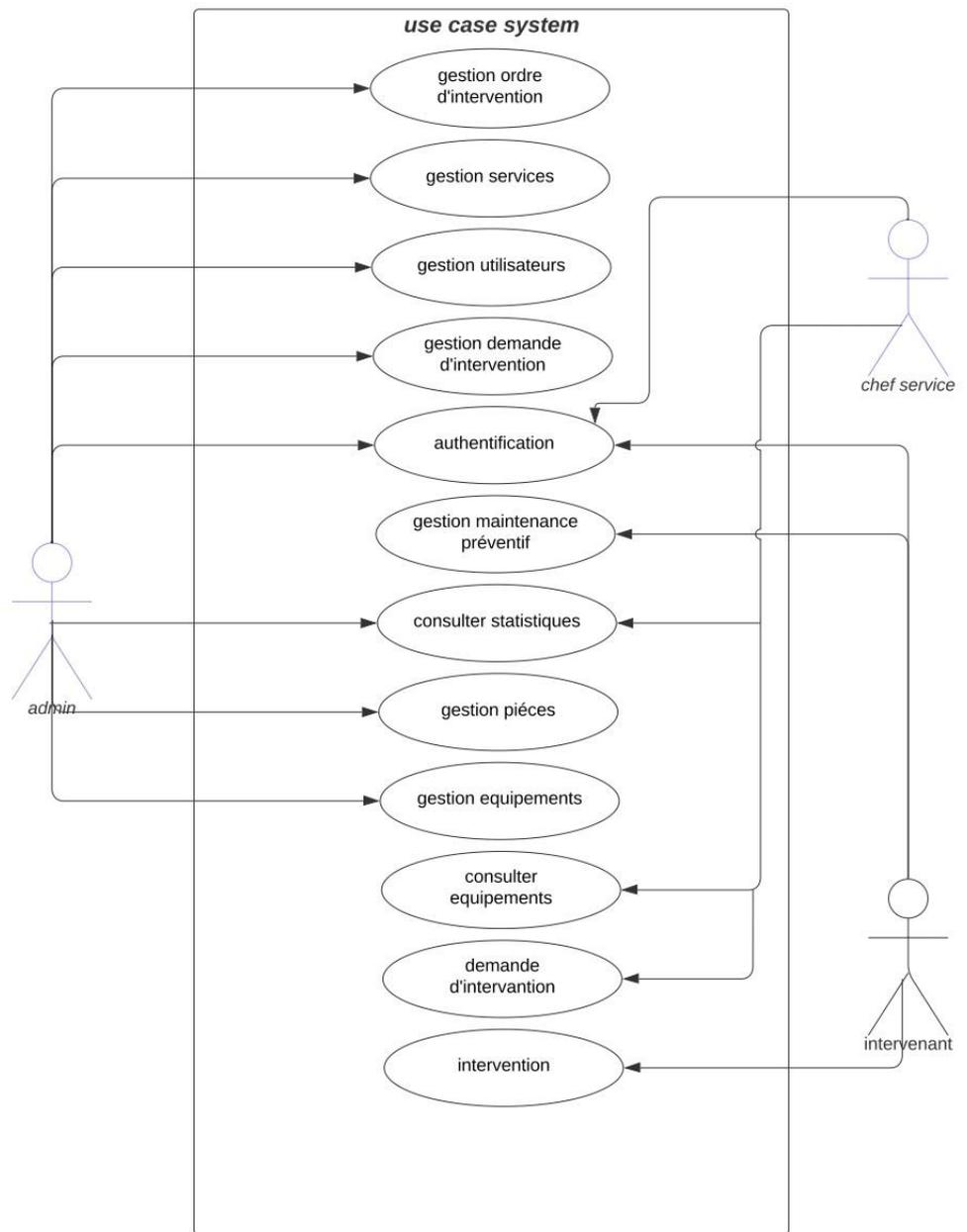


Figure 9:Use case

4.3.2 Diagrammes de sequence :(Sequence Diagram)

Représentation séquentielle du traitement et interactions entre les éléments du système et/ou leurs acteurs.

Ce diagramme permet de visualiser le déroulement des actions, les échanges de messages et les dépendances entre les objets et acteurs, ce qui facilite la compréhension, l'analyse et la conception de systèmes logiciels[12]

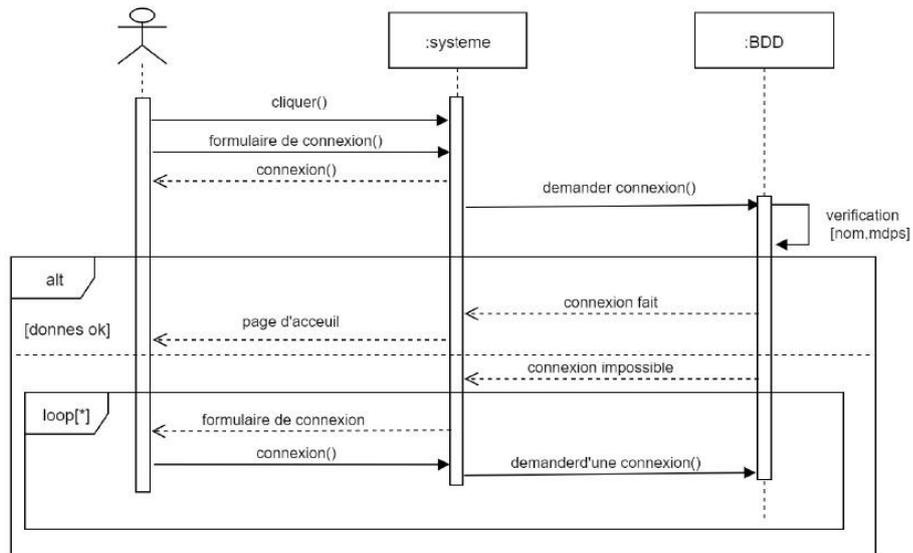


Figure 10:Diagrammes de séquence

4.3.3 diagrammes de classe :

est un diagramme utilisé pour représenter les classes et les interfaces du système et les différents systèmes

La relation entre eux, une classe décrit un groupe d'objets, chaque classe contient des attributs et méthode. [13]

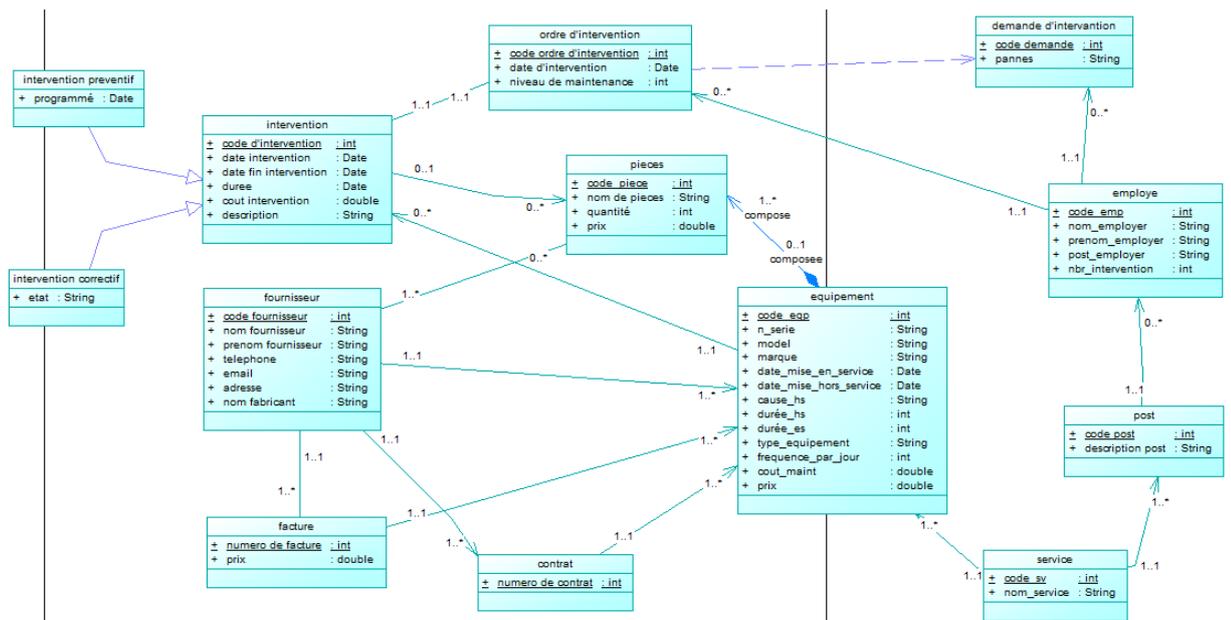


Figure 11:Diagramme de classe

4.4 JAVA :

Java est un langage de programmation et une plate-forme de calcul lancé par Sun Microsystems en 1995. Depuis ses débuts modestes, Java a beaucoup évolué. A l'heure actuelle, une grande partie du monde numérique dépend de Java : de nombreux services et applications reposent sur cette plate-forme fiable. De même, de nouveaux produits et services numériques innovants et tournés vers l'avenir dépendent aussi de Java.

Même si la plupart des applications Java modernes associent l'application Java et l'environnement JRE, de nombreuses applications, et même certains sites Web, ne fonctionnent pas si la version de bureau de Java n'est pas installée.[18]

4.5 CONCLUSION :

Nous avons couvert les étapes de base du développement d'un logiciel et nos différentes études nous ont permis de définir différents besoins et différents acteurs pouvant accéder à l'application.

Chapitre 5: Résultat et discussion

Apres la fin des parties préliminaires du logiciel tels que (UML, Diagrammes de classes...etc) et programme fini, le prototype de notre logiciel est prêt. Mais avant nous allons parler des méthodes utilisées dans les établissements médicaux.

Pour comparer notre projet à ce qui est passé réellement, nous décidons de finir notre recherche au sein d'un établissement hospitalier et essayer de projeter notre prototype de GMAO.

5.1 LA MAINTENANCE :

dans le cas de notre sortie qui était assez difficile au sein du CHU, nous sommes partis au service de maintenance de l'hôpital nous avons constaté que l'atelier de maintenance Biomédical est composé d'un ingénieur responsable du

service et un technicien de maintenance biomédical. Ils sont chargés de la gestion du parc des équipements biomédicaux de l'établissement mais aussi responsable des tâches suivantes:

- inspection, nettoyage et remplacement périodique des filtres de tous les
- appareils de ventilation et des humidificateurs
- contrôles (température, pression, vide, mécanisme
- d'enregistrement) et entretien régulier (nettoyage de la cuve, vidange des
- tuyaux)
- maintenance palliative: Dépanner l'équipement provisoirement pour assurer une fonction requise
- Le dépannage n'a pas de conditions d'application particulières.[source a partir de la maintenance]

donc la maintenance ce fait par l'équipe d'ingénieur du fournisseurs qui est chargé de la ventes d'un ou de plusieurs équipements medicales et ce formes d'entente s'appelle le "faire faire".

5.2 FAIRE FAIRE :

faire intervenir un spécialiste, une équipe ou une entreprise externe pour effectuer des tâches de maintenance, c'est engager un professionnel externe ayant les compétences et l'expertise nécessaires pour effectuer une intervention de maintenance spécifique.

Cette stratégie est souvent utilisée lorsqu'un établissement de santé ne dispose pas des ressources internes (qu'elles soient techniques, humaines ou financières) pour réaliser une telle intervention en interne. comme c'est le cas de la majorité des établissements de santé en algérie.

leur interventions de maintenance ce devise en deux partis:

5.2.1 maintenance corrective:

Réparation (remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données) la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident

ou d'une défaillance, soit après un dépannage [source a partir de la maintenance]

c'est a dire dans le cas ou un equipemet medicale tombe en panne on fait appele a l'equipe de maintenance rattaché au fournisseurs pour accomplir l'intervention.

5.2.2 maintenane preventive:

D'après la norme NFEN-13360,L'entretien préventif est défini comme suit : « Entretien effectué à des intervalles prédéterminés ou conformément à des normes prescrites, de telles interventions permettent d'effectuer l'entretien avant ou même avant qu'une panne ne se produise, de sorte que

son but est de réduire le risque et la probabilité de défaillance de l'équipement.

[source a partir de la maintenance].

ce type de maintenance est appelé contrôle de routine et ne nécessite pas toute une équipe mais un ou deux intervenant pour soit contrôler ou bien faire une intervention planifiée au préalable.

nous avons ainsi remarqué le manque d'effectifs de maintenance dans les établissements de santé et le manque d'informatisation des secteurs de ce dernier, nous avons prévisualiser le gmao dans les secteurs et nous avons constaté que par rapport au technique employé le gmao présente énormément d'avantage notamment:

5.2.2.1 STOCK :

- Simplifier la gestion des stocks
- Permet d'éviter la rupture des stocks

5.2.2.2 TEMPS

dans le cas où un équipement tombe en panne cela prend moins de temps de le maintenir sur place que de faire appel à des équipes externes, sachant que ce point est extrêmement important parce que c'est le problème le plus commun

5.3 LES INTERFACES GRAPHIQUES:

voici différentes captures qui représentent les diverses fonctionnalités de notre GMAO:

5.3.1 interface d'identification:

L'utilisateur doit saisir son pseudo et son mot de passe correctement pour accéder à cette fenêtre. Personnalisez le principal en fonction de son type, sinon une erreur d'authentification s'affichera et le

Dans ce cas, les informations doivent être réinsérées correctement. et selon le nom d'utilisateur fourni le logiciel distingue entre l'admin et les différents utilisateurs, ces données sont données lors de l'ajout de l'utilisateur en questions.

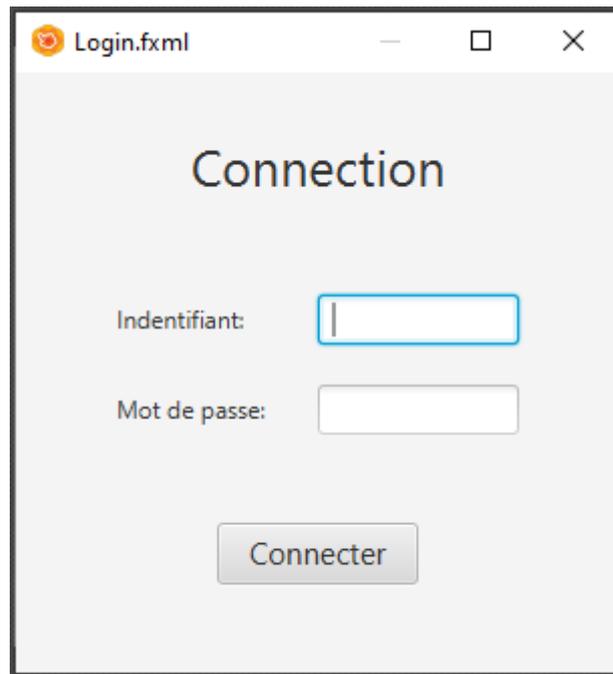


Figure 12: Login

5.3.2 interface principale:

La fenêtre principale est la deuxième à afficher après l'authentification, et cette page contient les planifications des interventions préventives et leurs dates.

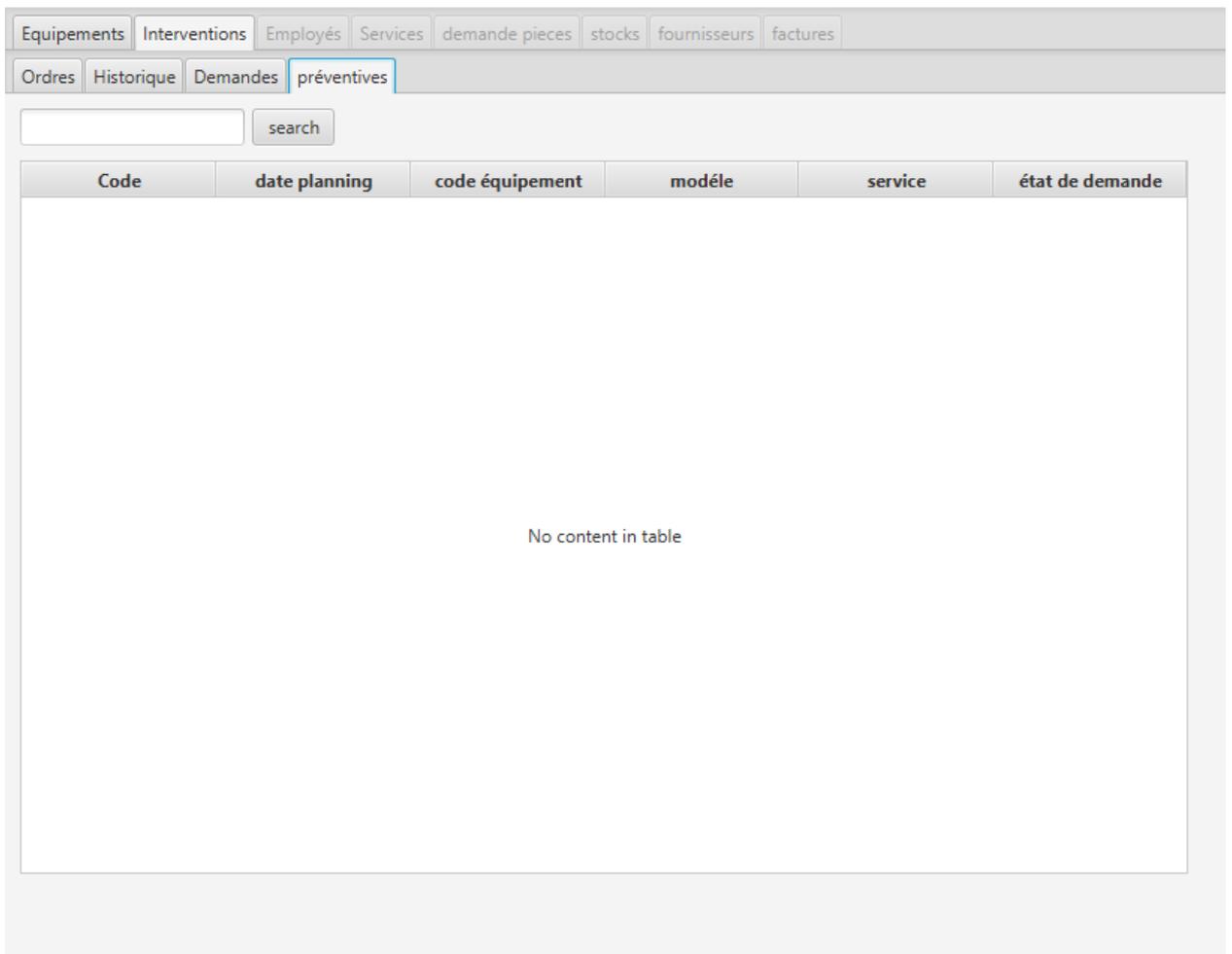


Figure 13:Page d'aceuil

5.3.3 interface equipment:

permet d'ajouter un nouvel équipement à la base de données avec tous les détails,mais aussi afficher tout les equipment disponible.

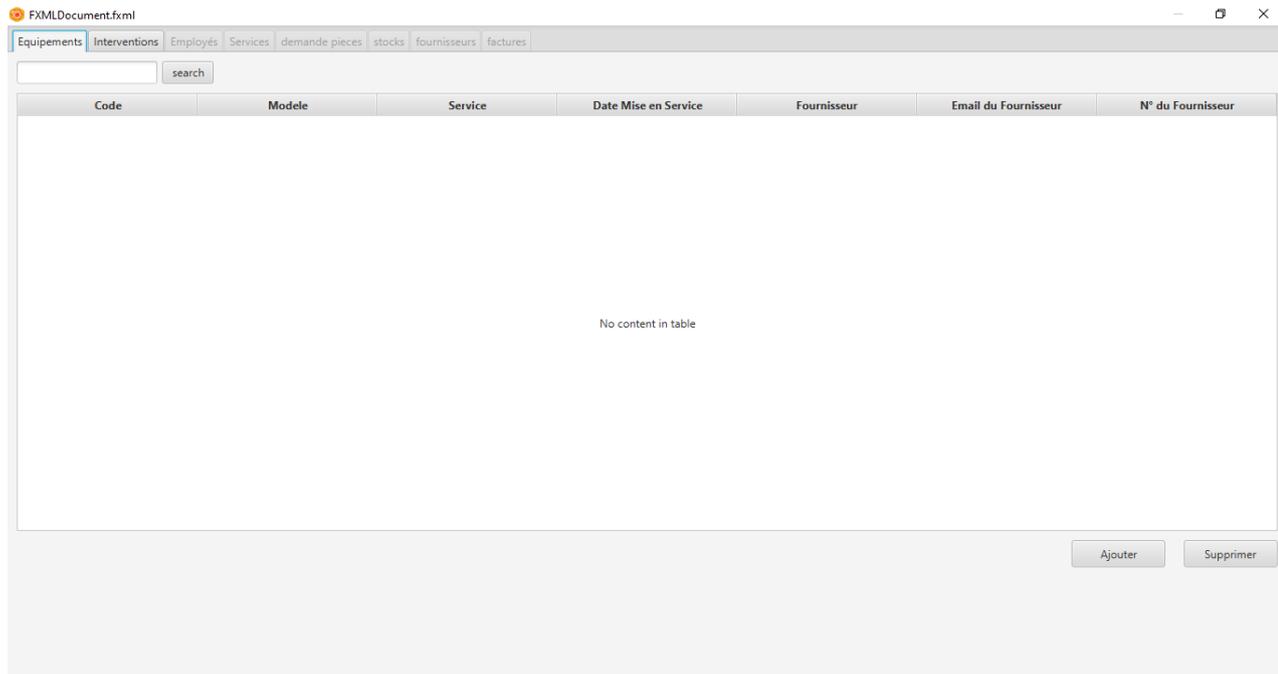


Figure 14:Interface équipement

The image shows a form window titled 'Ajoute_EQP.fxml'. It is organized into three main sections: 'Equipement:', 'Fournisseur:', and 'Contrat:'.
- The 'Equipement:' section contains fields for 'Code:', 'Modele:', 'Service:', 'N°Serie:', 'Marque:', and 'Date mise en service:'. The 'Code:' field is highlighted with a blue border. The 'Date mise en service:' field includes a calendar icon.
- The 'Fournisseur:' section contains fields for 'Code:', 'Nom:', 'Prenom:', 'Email:', and 'Numero Telephone:'.
- The 'Contrat:' section contains fields for 'Code:' (with the value 'AUTO_INCREMENT') and 'Date:'. The 'Date:' field includes a calendar icon. Below these fields is the label 'DA'.
At the bottom of the form, there are two buttons: 'Confirmer' and 'Annuler'.

Figure 15:Ajoute d'équipement

5.3.4 interface demande intervention:

cette fenetre est accesible a tout les utilisateurs et donv leur permet de signaler le problème.

The screenshot shows a web application interface with a top navigation bar containing tabs: Equipements, Interventions, Employés, Services, demande pieces, stocks, fournisseurs, factures. Below this is a sub-navigation bar with tabs: Ordres, Historique, Demandes (selected), préventives. The main content area is titled 'Intervention' and contains the following fields:

- Intervention**: Type: [dropdown], Niveau: [dropdown]
- Equipement**: Code: [text input], N°S: [text input], Marque: [text input], Modele: [text input]
- Date**: Date: [calendar icon]
- Intervenant**: Pannes: [text area], Afficher [button], Envoyer [button]

Figure 16: Demande d'intervention

5.3.5 interface ordre d'intervention:

Après avoir reçu une demande d'intervention l'administrateur utilise cette fenêtre pour saisir un ordre d'intervention qui comprend le code de la demande, la date, la panne et les détails sur l'intervenant concerné.

Equipements Interventions Employés Services demande pieces stocks fournisseurs factures

Ordres Historique Demandes préventives

search

Niveau	Employé	Cout estimé
No content in table		

Details:

Intervention
Code: Type:

Equipement
Code: N°S:
Marque: Modele:

Date
Debut: Fin:

Intervenant
Code: Type:
Nom: Prenom:
Poste:

Pannes:

Afficher Valider

Figure 17:Ordre d'intervention

5.3.6 fenetre historique:

cette fenetre permet de consulter les differentes interventions faites aupavants ainsi avoir un oeil sur les equipements les plus vulnérable au panne et par ailleurs trouvé des solution.

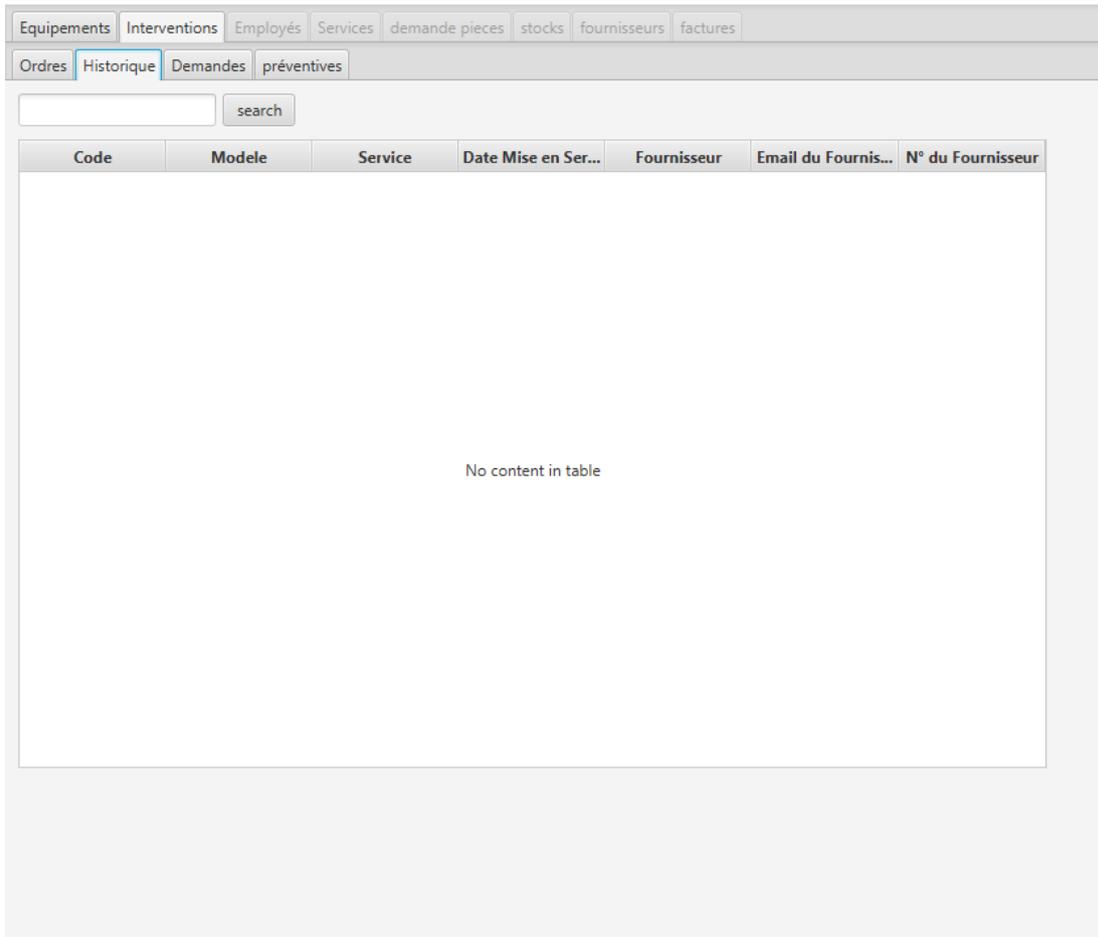


Figure 18:Interface historique

5.4 CONCLUSION

en conclusion,le gmao n'est pas exploiter au sein de nos service de santé,et ce dernier a fait ses preuves dans de nombreux établissements étrangers.

Cette section constitue la dernière partie de ce rapport et contient quelques définitions L'environnement de travail et les outils utilisés et compléter les chapitres que nous avons ajoutés

Conclusion générale et perspectives

L'implémentation d'une application de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) a un impact positif sur l'aspect organisationnel du service biomédical et garantit une prise en charge optimale du patient tout au long de sa période de guérison.

Grâce à notre prototype de logiciel, nous avons pu couvrir plusieurs fonctionnalités requises et nécessaires pour assurer un bon fonctionnement de la maintenance et de la gestion des ressources en général, tout en respectant les normes, et ce, dans un laps de temps assez court.

Il est important de souligner que le développement d'un GMAO pleinement fonctionnel nécessite généralement plusieurs années d'investissement. Cependant, notre prototype constitue une étape significative vers la réalisation de cet objectif.

La conception de ce GMAO avait pour but de confirmer les objectifs et les fonctionnalités de ce dernier comme par exemple:

- *minimiser le temps perdu.
- *augmenter la disponibilité des équipements.
- *faire monter le taux de fiabilité des équipements.
- *mieux planifier les interventions
- *avoir un suivi correct des ressources

Au final notre projet n'est pas terminé, nous pouvons toujours l'améliorer en ajoutant d'autres fonctions, en particulier la partie statistique et l'exploitation des données pour qu'elles soient toujours fiables.

Bibliographie

- [1]livre de Jean-Paul Duroudier, publié en 2013, qui présente les notions fondamentales de la maintenance, notamment les différents types de maintenance, les outils et les techniques utilisées.
- [2] JEAN HENG : pratique de la maintenance préventive, Dunod, paris, 2011.
- [3] livre de DRISS BOUAMI ,LE GRANDE LIVRE DE LA MAINTENANCE.
- [4]livre de DRISS BOUAMI , Le Grand Guide De L'organisation De La Maintenance .
- [5] Jean Pierre Vernier , La Maintenance Et GMAO.
- [6] livre de La Bible des méthodes de travail et de management
- [7] article de Système de gestion de maintenance assistée par ordinateur (Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux), ISBN 978 92 4 250141 4, 6 Décembre 2012.
- [8]"Predictive Maintenance: Tools and Techniques", un livre de Davor Svetinovic, publié en 2018, qui présente les outils et techniques utilisés pour la maintenance prédictive, notamment l'analyse de données, la surveillance à distance et les capteurs IoT.
- [9] netapp.com/fr/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence/
- [10] La programmation orientée objet
- [11]«<http://www.uml-sysml.org/diagrammes-uml-et-sysml/diagrammeuml/use-case-diagramme>»
- [12] [http://www.uml-sysml.org/diagrammes-uml-etsysml/diagramme-sysml/comportementaux-et-transversaux? Set_language=en](http://www.uml-sysml.org/diagrammes-uml-etsysml/diagramme-sysml/comportementaux-et-transversaux?Set_language=en)
- [13] livre de Design Patterns pour C# de Laurent Debrauwer
- [14]livre Managment de la maintenance de Renault Cuignet
- [15]Article "The History of Maintenance Management" par Ramesh Gulati
- [16]<https://www.cad-magazine.com/fonctionnalites-gmao>
- [17]Artificial intelligence in maintenance
- [18]https://www.java.com/fr/download/help/whatis_java
- [19] Ryszard Michalski and George Tecuci. Machine Learning. Morgan Kaufmann, 1994
- [20] livre Maintenance assisté par ordinateur de marc Gabriel et Yves Pimor