

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou bekr Belkaid – Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique



Filière : Génie Industrielle

Projet de Fin d'Etudes

Master : Génie Industrielle

Options : Sécurité et Sûreté de Fonctionnement

Intitulé:

Etat des lieux et amélioration de la politique de maintenance au sein l'ERENAV (entreprise nationale de réparation navale)

Réalisé par : KAHLOUCHE Chawki

Devant l'honorable jury composé de :

Président: Mr MELIANI Sidi Mohammed.

Examineur: Mr MALIKI Fouad.

Examineur: Mr KAROUZENE Zoheir.

Encadreur: Mr BRAHAMI Mustapha Anwar.

Co-encadreur: Mlle BEKKAOUI Mokhtaria.

Co-encadreur: Mr MEKAMCHA Khalid.

Année universitaire: 2015/2016

Remerciements

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

En second lieu, je teins à remercier mes encadreurs Mr BRAHAMI Mustapha Anwar et Mlles BEKKAOUI Mokhtaria, pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport plus que considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Je remercie également Mr AIT TAFATI Sidahmed responsable du service maintenance de l'ERENAV, Mr BELKATEB Mohamed directeur du service technique de l'ERENAV ainsi que le personnel de l'ERENAV qui ont collaboré de prêt ou de loin pour leurs bonnes explications qui m'ont éclairé le chemin de la recherche dans l'accomplissement de ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon modeste projet en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je tiens à saisir cette occasion pour adresser mes profonds remerciements et mes profondes reconnaissances à ma famille et mes amis qui par leurs prières et leurs encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A mes chers parents,

A mes frères et sœurs,

A ma famille,

A mes amis.

Table de matières :

Introduction générale :.....	1
Chapitre1 : maintenance industrielle	
Introduction :.....	2
1.1/ Processus de la maintenance :.....	3
1.1.1/ Définition de la maintenance :	3
1.1.2/ Les différents types de la maintenance:.....	4
1.1.3/ Lien entre la maintenance et la production :	5
1.2/ La maintenance industrielle :.....	6
1.2.1/ Evolutions technologiques et Matérielles :.....	6
1.2.2/ Différentes Architectures des systèmes de maintenance :.....	7
1.2.3/ Différentes politiques des systèmes de maintenance :	12
1.3/ Les ressources du système de maintenance :.....	12
1.3.1/ Les ressources humaines en maintenance :.....	12
1.3.2/ Les pièces de rechange :.....	12
1.3.3/ L'outillage :	13
Conclusion :.....	13
Chapitre2 : présentation du stage au sein de l'ERENAV	
Introduction :	14
2.1/ Définition de l'entreprise :	14
2.2/ Historique et présentation de l'ERENAV :.....	14
2.3/ Potentiel humain :	15
2.4/ Situation géographique :.....	15
2.5/ Organigramme de l'ERENAV :.....	16
2.6/ Les secteurs d'intervention de l'ERENAV :.....	17
2.7/ La maintenance à l'ERENAV :	17
2.7.1/ Travaux d'urgence N°1 :.....	17
2.7.2/ Travaux d'urgence N°2 :.....	17
2.7.3/ Travaux d'urgence N°3 :.....	17
2.7.4/ Travaux d'urgence N°4 :.....	17
2.8/ Les différents niveaux de maintenance de l'ERENAV :.....	18

2.8.1/ 1 ^{er} niveau de maintenance :.....	18
2.8.2/ 2 ^{ème} niveau de maintenance :	18
2.8.3/ 3 ^{ème} niveau de maintenance :	19
2.8.4/ 4 ^{ème} niveau de maintenance :	20
2.8.5/ 5 ^{ème} niveau de maintenance :	20
2.9/ Généralités sur les compresseurs	20
2.9.1/ Définition :	21
2.9.2/ L'énergie dépensée par les compresseurs :	21
2.10/ Le but de la compression :	22
2.11/ Présentation du compresseur à vis :	22
2.11.1/ Le compresseur à vis KAESER : TYPE : CSD 102 :	23
2.11.2/ Plan maintenance du compresseur à vis CSD 102 :	23
Conclusion :	25

Chapitre3 : réalisation de l'application My GMAO

4.1/Introduction :.....	26
4.2/ Les étapes de conception de l'application My GMAO :	26
4.2.1/ L'étude des besoins :	26
4.2.2/ Etude conceptuelle (le modèle conceptuel des données (MCD)) :	29
4.2.2.1/ Le recueil des données :	30
4.2.2.2/ Présentation du modèle conceptuel des données :.....	30
4.2.3/ Le modèle logique des données (MLD) :	31
4.2.3.1/ les différentes règles pour schématiser notre MLD :.....	33
4.2.3.2/ Réalisation de notre modèle logique de données relationnelles :	34
4.3/ Implémentation de l'application (My GMAO) :	35
4.3.1/ Introduction :	35
4.3.2/ les sites statiques et dynamiques :.....	35
4.3.3/ fonctionnement d'un site web :	36
4.3.4/ programme pour la réalisation de notre site :.....	37
4.3.5/ conception de la base de données :	38
4.4/ Présentation de l'application My GMAO :	41
4.4.1/ les différentes fonctionnalités de My GMAO :	41
4.5/ conclusion :	46

Table de figures :

Chapitre 1 : maintenance industrielle :

Figure 1.1 Types de maintenance	4
Figure 1.2 Intensité de la relation entre les systèmes	8
Figure 1.3 : Classification de différentes architectures en maintenance	9
Figure 1.4 : Architecture d'un système de maintenance	10
Figure 1.5 : Architecture de télémaintenance	10
Figure 1.6 : Architecture du concept de la e-maintenance.	11
Figure 1.7 : Architecture du concept de s-maintenance	11

Chapitre 2 : présentation du stage au sein de l'ERENAV:

Figure 2.1 : Situation géographique de l'ERENAV.....	15
Figure 2.2 : Organigramme hiérarchique de l'ERENAV	16
Figure 2.3 : schéma du principe de fonctionnement d'un compresseur.....	21
Figure 2.4 : un compresseur à vis KAESER CSD.	23

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO :

Figure 4.1 : Diagramme de cas d'utilisation général d'un système	28
Figure 4.2 : les étapes de la conception de notre application.	29
Figure 4.3 : Modèle conceptuel des données de notre système.	30
Figure 4.5 : Modèle logique de données relationnelles pour notre application My GMAO.	34
Figure 4.6 : Transfert de données dans un site statique	36
Figure 4.7 : transfert de données dans un site dynamique.....	37
Figure 4.8 : page d'accueil de WAMP	38
Figure 4.9 : vue générale sur notre base de données.	39
Figure 4.10 : table qui représente les machines.	39
Figure 4.11 : table qui représente les organes.	40
Figure 4.12 : table qui représente les interventions	40
Figure 4.13 : table qui représente les intervenants.	40
Figure 4.14 : table qui représente les pannes.....	41
Figure 4.15 : ajouter une machine sur My GMAO	42
Figure 4.16 : ajouter un organe sur My GMAO.....	43

Figure 4.17 : affecter une maintenance.	44
Figure 4.18 : enregistrer une panne	44
Figure 4.19 : ajouter un intervenant	46
Figure 4.20 : consultation des interventions.	46

Liste des tableaux :

Tableau 2.1 : entretien périodique du compresseur CSD 102	24
Tableau 2.2 : intervalle de vidange de l'huile de refroidissement	24
Tableau 2.3 : maintenance périodique effectuée par le SAV KASER ou un distributeur au.25	
Tableau 4.1: exemple d'une table d'un modèle logique de données.	32

Introduction générale

Introduction générale :

La technologie aujourd'hui va très vite, elle avance avec une vitesse imminente, de telle sorte que tous les domaines dépendent et ne fonctionnent qu'en s'appuyant sur ces bienfaits, et parmi les avantages de l'évolution technologique on cite, la facilitation d'organisation et de planification, la minimisation des pertes de temps, la réduction de l'utilisation du papier ce qui facilite le stockage des informations à travers une base de données bien définie et bien organisée, etc.

Beaucoup de secteurs adoptent ces technologies, parmi ces secteurs on trouve la maintenance, qui est devenu un système très important, les industries adhèrent de plus en plus ce qu'on appelle la E-maintenance qui est un nouveau terme, on peut la décrire en étant une nouvelle technologie avec un apport d'évolution pratique de la maintenance, elle se traduit par l'utilisation de la technologie de l'information et de la communication en maintenance, pour une meilleure coopération et collaboration entre les différents systèmes, donc c'est un concept de management de la maintenance basé sur la surveillance et la gestion des équipement à travers un réseau informatique.

Ce travail de master que nous allons présenter concerne l'étude et l'amélioration de la gestion des tâches de la maintenance au sein de l'entreprise nationale de réparation navale (ERENAV). Notre objectif à travers ce travail est le développement d'une application de gestion de la maintenance baptisée My GMAO, cette application permettra de faciliter l'organisation et la gestion du service maintenance de l'entreprise.

Afin de mener à bien ce projet de fin d'études, nous avons effectué un stage d'un mois au niveau de l'**ERENAV** (unité d'ALGER). Dans un premier temps, nous avons d'abord étudié la politique de maintenance de l'entreprise, nous nous sommes ensuite intéressés au recensement des interventions de maintenance effectuées sur le compresseur CSD 102 qui alimente les différents ateliers de l'entreprise en air comprimé, tous les facteurs qui entrent en jeu dans la réalisation des tâches de maintenance ont été pris en compte. Cette collecte de données nous a permis d'avoir le maximum d'informations en vue de la conception de notre application My GMAO en s'appuyant sur PHP comme langage de programmation et MySQL comme système de gestion de la base de données.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre décrit les principaux aspects de la maintenance industrielle. Dans le deuxième chapitre, nous présenterons l'EERAV en se focalisant sur la politique de maintenance appliquée au sein de cette entreprise. Le troisième chapitre sera consacré à la conception de l'application My GMAO, une application d'aide à la gestion de maintenance. Dans cette partie, nous détaillons les modèles conceptuel et logique de données de l'application ainsi que les technologies utilisées pour son développement (PHP et MySQL). Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion, où nous évoquerons les principaux apports de ce travail.

Chapitre 1

Maintenance industrielle

Introduction :

De nos jours, les entreprises doivent répondre aux demandes et aux exigences des clients du côté qualité, quantité de production et aussi services, tout en tenant compte des apports de prix afin de trouver le meilleur compromis pour satisfaire les demandes des clients. Pour cela il est indispensable que l'entreprise dispose d'un système de production fiable, et bien protégé par un système de maintenance opérant et efficace et aussi peu coûteux. Un bon système de maintenance garantit un bon fonctionnement du système de production de l'entreprise, en permettant de prolonger la durée de vie des équipements industriels, de ce fait il coopère à atteindre le meilleur rendement et la meilleure performance de l'entreprise en général. Le service maintenance concerne tout type d'industrie qui souhaite améliorer sa productivité.

Le service maintenance intervient afin de maintenir ou réparer les équipements pour assurer leur bon fonctionnement, on comprend qu'il existe deux types de maintenance : la maintenance préventive et la maintenance corrective, la différence entre les deux tâches est que les tâches de la maintenance préventive sont connues d'avance tandis que les tâches de la maintenance corrective ne le sont pas, et sont générées suite à des événements inattendus. Le service maintenance exige toutes les compétences nécessaires pour les diverses interventions, donc les ressources humaines du service maintenance dispose d'une variété de compétence (électricité, mécanique, hydraulique...etc.)

L'évolution technologique, du côté informatique et organisationnelle a apporté une amélioration bénéfique aux équipements industriels certes, mais elle a aussi généré une complexité de ces équipements, par conséquent, le milieu industriel évolue et oblige un changement dans les processus industriels, comme la mondialisation des marchés, la dynamique des processus, l'innovation des modes organisationnels des industries, car ils doivent suivre leur contexte d'évolution et non rester figée et stables. Les bases des systèmes d'aide à la décision et au déploiement des compétences sont les connaissances, et c'est aussi le cas pour le service maintenance.

L'entreprise à présent cherche des politiques d'amélioration des systèmes de la maintenance, actuellement il existe deux types de stratégie d'évolution mise en œuvre :

- Une stratégie d'internalisation de la maintenance, elle vise à renforcer la fonction de maintenance dans l'entreprise au niveau des ressources internes.
- Une stratégie d'externalisation de la maintenance, dans celle-ci, l'entreprise se recentre sur des ressources externes.

L'externalisation de la fonction maintenance est la tendance actuelle, qui s'appuie sur les technologies de l'information et de la communication, avec l'arrivée de la technologie du Web et du réseau Internet, le contrôle du service maintenance peut être fait à distance.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principaux aspects de la maintenance industrielle.

1.1/ Processus de la maintenance :

Dans cette partie nous allons aborder les généralités sur la maintenance, les différents types de la maintenance, ainsi que le lien entre la maintenance et la production, et on finira par définir la maintenance industrielle.

1.1.1/ Définition de la maintenance :

On trouve différentes définitions de la maintenance destinées pour différents domaines de recherches, parmi ces premières on a choisit deux qu'on a jugé les mieux adaptées aux descriptions de notre étude.

Définition : maintenance : [Larousse, 1955]

La maintenance est l'ensemble de tous ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement.

Définition : maintenance : [AFNOR, 2001]

L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion, durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

Autres définitions : [AFNOR, 2001]

La sûreté de fonctionnement est un ensemble des propriétés qui décrivent la disponibilité et les facteurs qui la conditionnent : fiabilité, maintenabilité, et logistique de maintenance.

La disponibilité est une aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée. Cette aptitude dépend de la combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et de la supportabilité de maintenance.

La fiabilité est une aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné.

La maintenabilité est dans des conditions données d'utilisation, une 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.

La supportabilité est une aptitude d'une organisation de maintenance à mettre en place les moyens de maintenance appropriés à l'endroit voulu en vue d'exécuter l'activité de maintenance demandée à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné.

La logistique de maintenance représente des ressources, services et moyens de gestion nécessaires à l'exécution de la maintenance.

La fonction requise est définie comme une fonction, ou un ensemble de fonctions d'un bien considérées comme nécessaires pour fournir un service donné.

1.1.2/ Les différents types de la maintenance:

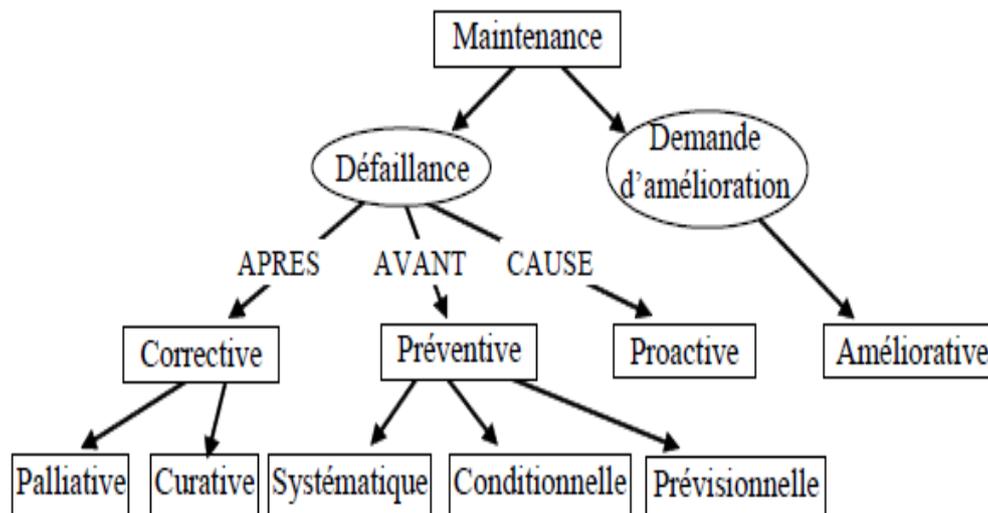


Figure 1.1 Types de maintenance

La maintenance corrective est exécutée après la détection d'une panne qui est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Une intervention de la maintenance corrective peut être de caractère :

- Palliative : qui est un type provisoire de dépannage.
- Curative : qui est un type définitif de réparation.

La maintenance préventive est exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères exigés, elle est destinée à diminuer et à réduire la probabilité de défaillance ou de la détérioration du fonctionnement d'un bien. Ce type de maintenance se divise en :

- La maintenance systématique elle est exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage indépendamment de l'état du bien.
- La maintenance conditionnelle basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.
- La maintenance prévisionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs.

La maintenance proactive repose sur l'exploitation du retour d'expérience et sur l'analyse approfondie des phénomènes pathologiques à l'origine des défaillances. Elle est basée sur la

maintenance conditionnelle et prévisionnelle et s'enrichit du diagnostic des causes de pannes et défaillances.

La maintenance améliorative est exécutée afin d'améliorer les fonctions ou la fiabilité d'un équipement. (Rasovska, 2006)

1.1.3/ Lien entre la maintenance et la production :

Pour garantir une productivité, afin de maximiser la disponibilité des équipements industriels en minimisant leurs pertes, la successivité des tâches à effectuer par le service maintenance sont définies dans le processus de maintenance. (MARMIER, 2007)

Définition : le processus de maintenance [Spadoni, 2004]

Le processus de maintenance est un enchaînement d'activités contrôlées ou interactives. Les différentes activités enchaînées au cours du processus de maintenance sont décrites dans la thèse d'Ivana Rasovska [Rasovska, 2006] :

La demande est la première étape qui enclenche le processus. C'est la formulation du besoin du client envers le prestataire de service de maintenance.

Le déclenchement est la signalisation de la défaillance ou de la panne. C'est une requête, généralement automatique, que l'on appelle demande d'intervention. Elle peut être déclenchée en externe par le client pour une intervention de maintenance corrective, ou en interne par la GMAO comme c'est le cas pour de la maintenance préventive.

La préparation est basée sur l'AMDEC (Analyse de Modes de Défaillance, de leurs effets et de leur Criticité) ou sur une étude spécifique à l'équipement. Elle permet d'avoir la stratégie de maintenance la mieux adaptée à l'équipement voir de pouvoir améliorer son fonctionnement ou sa disponibilité.

La validation et la correction interviennent après la réception de la demande. Celle-ci est revue par le prestataire puis renvoyée au client qui confirme les dates d'intervention.

La planification et le lancement de l'intervention sont réalisés suivant les disponibilités de l'opérateur qui dispose des compétences pour la mener à bien. Les compétences requises sont identifiées dans la demande d'intervention. Le planning de production permet de définir la disponibilité de l'équipement pour l'intervention. La demande d'intervention est donc complétée par la date d'intervention puis transmise à l'opérateur sous la forme d'un ordre de travail.

L'ordonnancement et l'approvisionnement en pièce de rechange et outils permettent de compléter les ordres de travail. La date de l'intervention est donc fixée en fonction des délais d'intervention.

La prise en compte de l'intervention dans les données de la maintenance est importante pour la mise à jour des indicateurs de suivi et pour l'exploitation du retour d'expérience.

Le diagnostic et l'expertise de la panne concernent la localisation, l'identification de la cause de celle-ci et les actions à mettre en œuvre.

L'approvisionnement en outils et pièces de rechanges est dans certains cas à réaliser à nouveau. Ceci est dû à un manque d'informations ou à l'identification d'un nouveau besoin.

L'intervention est composée de l'activité de maintenance sur l'équipement mais elle consiste aussi, pour l'opérateur, à remplir un rapport d'intervention. Celui-ci est nécessaire pour l'exploitation de retour d'expérience et le suivi des activités de maintenance.

Le contrôle et la restitution de l'équipement sont réalisés conjointement par l'opérateur de maintenance et le client. Au cours de cette étape, ils vérifient le bon fonctionnement de l'équipement.

L'exécution de ces tâches se fait dans l'espace de production, donc la gestion de la maintenance doit s'adapter avec la production. La GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur) peut se cadrer avec un logiciel de GPAO (gestion de production assistée par ordinateur) pour collaborer entre les services maintenance et de production et faciliter les échanges, le but de cette collaboration est de trouver le meilleur arrangement entre le coût et la disponibilité ainsi que la qualité, le principal lien entre la maintenance et la production est de garantir la disponibilité des équipements.

Il est important de signaler que les interventions de la maintenance sur les équipements de production nécessitent parfois un arrêt dans la production. Le lien maintenance-production n'est pas souvent facile vu que le service production accepte difficilement d'arrêter et de suspendre ses équipements.

1.2/ La maintenance industrielle :

Définition [Larousse] :

La maintenance industrielle est une fonction qui a pour objectif de s'assurer du bon fonctionnement des outils de production avec une vision stratégique dans l'entreprise. Aujourd'hui la maintenance industrielle n'a plus comme seul objectif réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et d'éviter les dysfonctionnements.

1.2.1/ Evolutions technologiques et Matérielles :

Le service maintenance vit un bouleversement remarquable au sein des industries, ce bouleversement est le fruit de l'évolution technologique et matérielle qui a conduit à une réorganisation de la chaîne maintenance et du maintien en condition opérationnelle des équipements.

L'utilisation des systèmes informatique et automatiques dans les industries a contribué à l'informatisation des procédures de gestion de maintenance. Les logiciels de la GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur) permettent le traitement des pannes, les opérations de la maintenance préventive, les opérations de la maintenance curative, la gestion des tâches, la gestion des stocks et tout ce qui concerne les interventions du service maintenance.

Les techniques modernes d'analyse de maintenance et de contrôle ont fait leur apparition conjointement avec l'informatique comme: l'analyse vibratoire, l'analyse d'huile, la thermographie, les ultrasons à chaud, etc....Nous distinguons deux grands groupes parmi ces systèmes d'analyse qui sont les systèmes d'analyse, et les systèmes d'acquisition et de contrôle.

Les systèmes d'analyse, quelques fois assemblés aux systèmes experts TTAO (travaux techniques assistés par ordinateur) ou TMAO (techniques de maintenance assistées par ordinateur). Ces systèmes d'analyse peuvent aussi fournir de l'aide à la décision en diagnostic, pronostic et réparation des équipements aux opérateurs.

Les systèmes d'acquisition et de contrôle, parmi ces systèmes nous citons SCADA - système de contrôle et d'acquisition des données, contrôles-commandes des équipements, systèmes de gestion des données techniques et de la documentation.

L'extension d'Internet au sein des industries, l'intégration des applications et des logiciels, l'émergence de nouvelles politiques de maintenance, exposent une nouvelle période pour l'informatisation de la maintenance «la maintenance intelligente», ce qui mène vers des architectures coopératives et distribuées des systèmes maintenance communiquant à travers une base de réseau, la plateforme de ces architectures propose un service maintenance via internet. (SEGUY, 2008)

1.2.2/ Différentes Architectures des systèmes de maintenance :

Dans cette partie on va classer des différentes architectures des systèmes de la maintenance, comme les nouvelles plateformes émergentes d'un côté nous allons nous intéresser à la complexité et au niveau de structuration, et de l'autre de la relation entre les systèmes.

Evolution des systèmes d'information dans le domaine de maintenance :

Les systèmes d'information utilisés dans la maintenance ont changé avec l'évolution technologique de l'information ainsi que le développement des industries, par exemple, avant les échanges d'information étaient saisis en version papier, et aussi échanger verbalement entre les opérateurs, par conséquent les informations n'étaient pas vraiment fiables, tandis qu'aujourd'hui, l'information est structurée et plus formelle qu'avant grâce aux systèmes informatiques. Mais de nos jours le milieu industriel est devenu plus développé donc plus complexe, ce qui ne facilite pas l'utilisation des systèmes d'information, plus le contexte évolue plus l'information évolue avec, la mise en place de cette information dans un contexte avec un sens et une gestion et une façon de réduire l'incertitude, par la

suite transformer ces informations en connaissances suivant un objectif, ces connaissances deviennent alors avec d'autres informations la source des compétences, ces connaissances sont manipulées sur les systèmes informatiques pour garantir aux utilisateurs une aide à la décision dans le cas de résolution des problèmes, ou bien afin d'apporter une amélioration.

Relation entre les systèmes :

L'évolution technologique et informatique a permis aux systèmes de communiquer et même de coopérer entre eux, avec les échanges d'informations, contrairement avant, les systèmes étaient indépendants et autonomes et les échanges entre les systèmes étaient presque inexistant. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont permis le transfert de ces systèmes autonomes vers un système intégré où la coopération et la collaboration sont fondamentales pour tout fonctionnement. Nous allons voir les différents types de relations entre les systèmes qui sont la base de la structuration des différentes architectures de la maintenance.

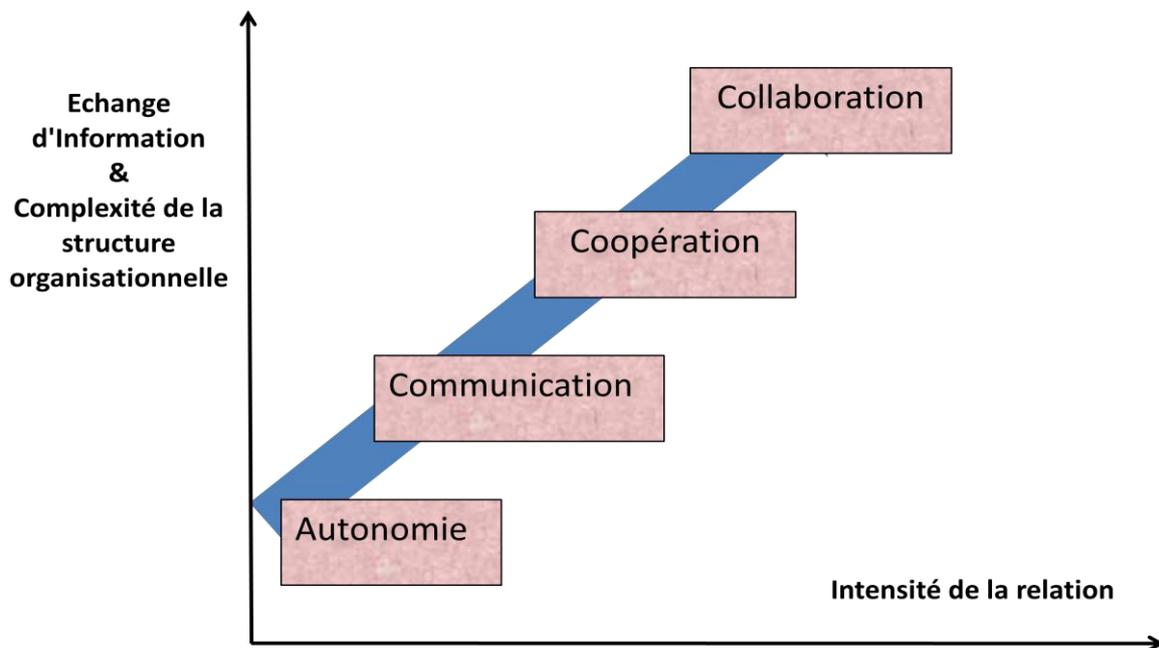


Figure 1.2 Intensité de la relation entre les systèmes

La relation d'autonomie dans ce régime, un système dispose du pouvoir maximal de gestion et il est indépendant des autres systèmes, les échanges et la communication entre ce système et les autres sont inexistant, il est auto-suffisant en ce qui concerne les informations nécessaires.

La relation de communication est la liaison entre deux ou plusieurs systèmes qui permet les transferts et les échanges des informations, ces informations échangées ne se limitent pas aux caractères alphanumériques et comprennent aussi des images, du son et des séquences vidéo. En contexte, le terme communication est souvent employé comme synonyme de télécommunication.

La relation de coopération dans ce régime le travail est divisé par tâche, chaque acteur est responsable d'une partie de la résolution d'un problème, dans notre domaine, il signifie une coopération technologique industrielle c'est-à-dire un travail coopératif entre des systèmes indépendants qui contribuent à la réalisation de projets communs de production des services de maintenance.

La relation de collaboration est un partenariat stratégique afin d'atteindre la perfection par la combinaison des compétences, des fournisseurs ou des produits divers. La collaboration représente un engagement partagé des acteurs dans un travail combiné et bien coordonné pour la résolution d'un problème commun, s'appuyant sur des ressources, d'informations et de compétences communes.

Nous remarquons que plus la relation entre les systèmes est intense plus ces systèmes sont connectés et intégrés, ce qui nous amène à des architectures communes, nous allons présenter dans la (figure 1.3) la classification de ces systèmes, cette classification des entreprises est présentée dans plusieurs travaux [Dedun et al, 2005]. On parle de l'entreprise traditionnelle, distribuée, coopérative et étendue.

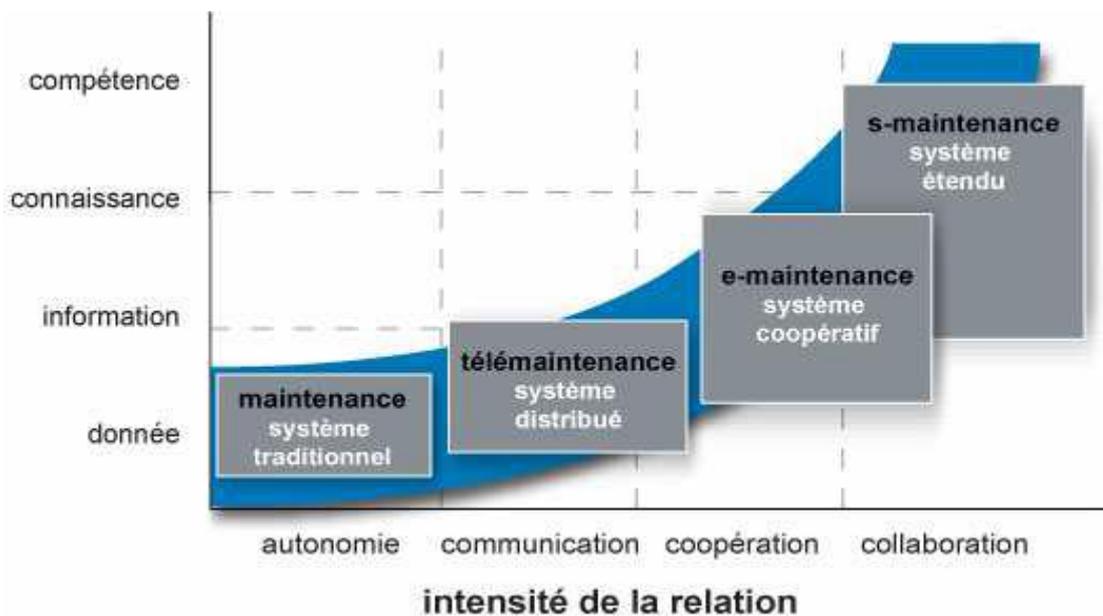


Figure 1.3 : Classification de différentes architectures en maintenance

Le système **maintenance** comprend un seul système informatique utilisé sur le site de maintenance. Ce système est autonome et indépendant ne comportant pas d'échanges de données avec d'autres systèmes, il correspond à l'entreprise traditionnelle dans sa classification, c'est une architecture traditionnelle d'un système d'information.

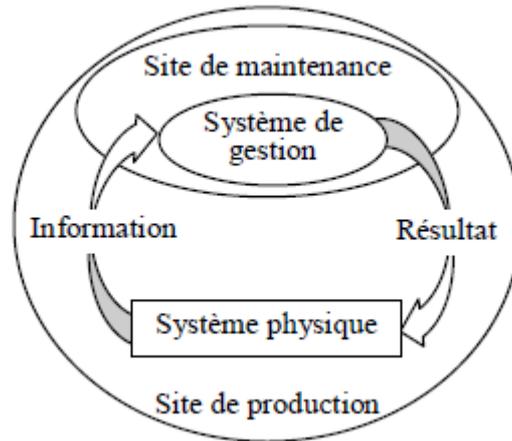


Figure 1.4 : Architecture d'un système de maintenance

Le système de **télemaintenance** est composé au moins de deux systèmes informatiques : un émetteur et un récepteur de données et d'informations qui échangent à distance. Selon la définition d'AFNOR, la télémaintenance est « la maintenance d'un bien exécutée sans accès physique du personnel au bien ». Donc c'est une architecture distribuée, basée sur la notion de distance qui permet le transfert de données par radio, ligne téléphonique ou par l'intermédiaire d'un réseau local.

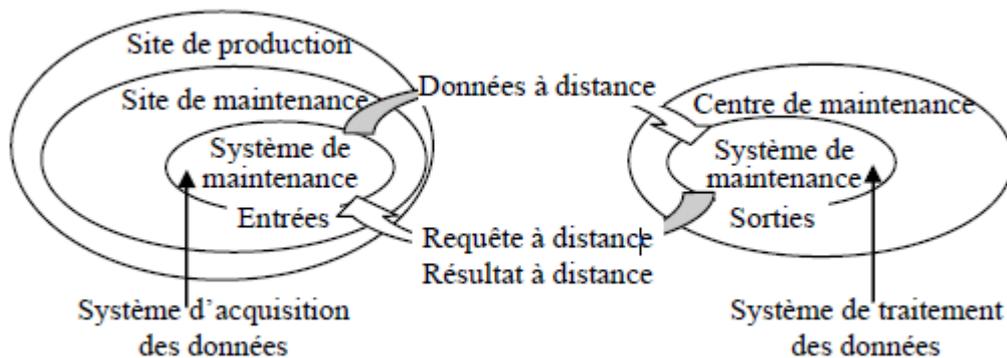


Figure 1.5 : Architecture de télémaintenance

Le système **d'e-maintenance** est implémenté sur une plateforme distribuée coopérative intégrant les différents systèmes et applications de maintenance. Cette plateforme prend appui sur le réseau Internet (d'où le terme e-maintenance) et la technologie web permet l'échange, le partage et la distribution des données et des informations et la création des connaissances. De ce fait le concept de la maintenance intelligente peut être utilisé et les stratégies de maintenance proactives et coopératives sont mises en place.

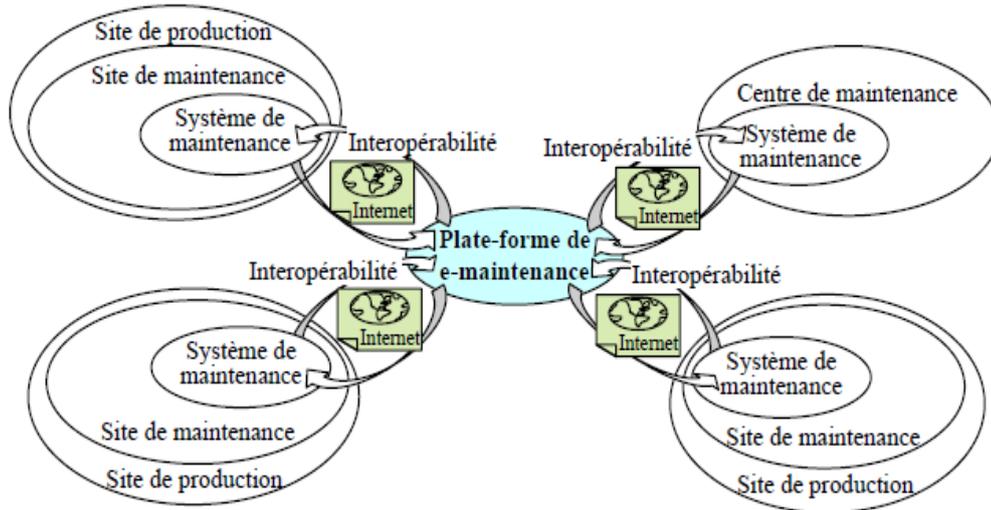


Figure 1.6 : Architecture du concept de la e-maintenance.

La **s-maintenance** (maintenance sémantique) est une architecture encore plus performante au niveau de la communication et des échanges de données, elle prend appui sur le concept de e-maintenance avec un échange de données basé sur la norme (OKC), la sémantique des informations échangées nécessite la création d'une ontologie sur le domaine commun aux différents systèmes, elle permet l'utilisation et la création des connaissances et des compétences, ce qui conduit à l'utilisation des techniques de management et donc capitaliser les connaissances acquises, ceci demande un travail coordonné et combiné pour la résolution des problèmes, nous parlons alors d'une architecture intégrée ou étendue.

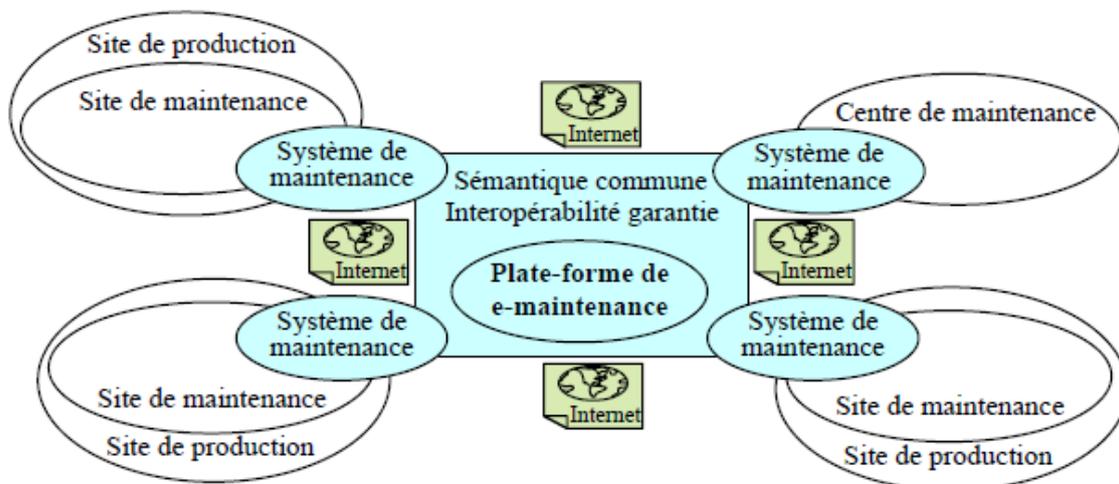


Figure 1.7 : Architecture du concept de s-maintenance

Ces plateformes permettent l'intégration des différents systèmes, la classification des différentes architectures en maintenance présentées est basée sur l'intensité de la relation

entre les systèmes (autonomie, communication, coopération, collaboration). (Rasovska, 2006)

1.2.3/ Différentes politiques des systèmes de maintenance :

La politique de maintenance définit les méthodes de management utilisées en vue d'atteindre les objectifs de maintenance. Parmi les différents politiques présentées on trouve : la maintenance productive totale (TPM), la maintenance qualité totale, centrée sur la fiabilité (MBF), basée sur le risque (MBR), la maintenance en conception, ou encore le maintien en conditions opérationnelles (MCO). L'application de ces politiques de maintenance s'est fait dans différents domaines et différents pays.

La TPM et la MBF étaient par exemple orientées et appliquées différemment, la TPM vers l'industrie manufacturière, et la MBF vers les industries procédés, mais récemment ces deux approches étaient considérées complémentaires où la première concerne l'organisation visant la disponibilité des équipements, tant dit que la deuxième concerne le choix de type de maintenance visant la sûreté et la sécurité de fonctionnement et qui prend aussi compte la maîtrise du coût.

La maintenance basée sur la fiabilité a donné naissance la maintenance basée sur les risques, elle a pour objectif la maîtrise des risques pour assurer la sécurité. On a aussi la maintenance en conception qui s'intéresse aux processus de fabrication et cherche à les améliorer de façon continue. (TARARYKINE, 2005)

1.3/ Les ressources du système de maintenance :

Les ressources du service de maintenance sont essentiellement le personnel responsable des différentes interventions. Toutefois le service a besoin d'outillage pour les réparations, ainsi que de pièces de rechanges. (Zille, 2009)

1.3.1/ Les ressources humaines en maintenance :

Les connaissances et les compétences sont capitales dans le service maintenance, car les interventions de maintenance sont variées et chaque tâche possède sa particularité, de plus l'automatisation de la fonction maintenance est impossible, c'est pour ça que le personnel et les techniciens de maintenance prennent une grande places dans l'entreprise.

La formation de ces agents de maintenance leur permet d'avoir un grand champ de compétences (mécanique, électricité, électromécanique, pneumatique, hydraulique, automatique, etc.), les compétences et les capacités détenues sont employées afin de bien exécuter une tâche. (Zille, 2009)

1.3.2/ Les pièces de rechange :

Les pièces de rechange sont liées avec la maintenabilité des équipements, l'absence d'une seule pièce de rechange peut rendre difficile la remise en état d'un important équipement au sein de l'entreprise. Un programme de gestion de maintenance vise à réduire la quantité des pièces de rechange en stock, il permet aussi de la gestion de leur stockage, leur disponibilité, l'évolution des pièces en stock afin de lancer les commandes

auprès du fournisseur. La codification de ces pièces de rechange est très importante afin de faciliter l'organisation du magasin. (MARMIER, 2007)

1.3.3/ L'outillage :

Le bon fonctionnement des équipements industriels repose sur les interventions de maintenance, qui repose de leurs parts des ressources humaines, des pièces de rechange et aussi des outils utilisés et employés lors de ces interventions on distingue deux types d'outillage : des outils déplaçables et d'autres stables, parmi l'outillage déplaçable on trouve deux types : l'outillage courant (caisse à outil dont chaque opérateur de maintenance dispose). Et aussi l'outillage spécifique et aussi appelé coûteux comme le matériel électroportatif qu'on trouve généralement en quantité limité. L'outillage non déplaçable donc stable comporte l'outillage lourd, qui est en quantité limité et installé dans les locaux du service maintenance, donc les interventions se font sur les sites de maintenance ce qui nécessite le déplacement de l'équipement ou bien d'un organe de l'équipement. On ne trouve pas beaucoup de publication sur la gestion de l'outillage, les études s'intéressent plus aux ressources humaines dans les services maintenance car ils restent les plus difficiles à gérer.

Ces ressources (humaines, pièces de rechange et outillage) sont assemblées dans l'objectif est de maintenir les équipements en bon fonctionnement dans l'industrie, et augmenter leur disponibilité. (MARMIER, 2007)

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principes de base de la maintenance industrielle ainsi que les différentes architectures des systèmes de maintenance utilisées. Dans le chapitre deux, nous présenterons l'entreprise dans laquelle nous avons effectué notre stage de PFE, à savoir **l'ERENAV (Entreprise de Réparation Navale)**.

Chapitre 2

Présentation du stage au sein de l'ERENAV

Chapitre 2 : Présentation du stage au sein de l'ERENAV

Introduction :

Les gros navires modernes ont une conception uniforme, ils présentent le moyen de transport le plus fiable, assurant de longs déplacements embarquant de très grandes quantités de marchandises ainsi que de nombreux voyageurs. C'est pour cela que le domaine maritime représente un investissement énorme et assez coûteux, et qui sollicite un service d'entretien périodique et régulier afin d'assurer un bon fonctionnement, et prolonger la durée de vie des bateaux et de leurs équipements. Il existe des entreprises de réparations et de constructions navales situées au niveau des grands ports qui peuvent assurer ces services, on cite parmi ceux-ci l'entreprise algérienne **l'ERENAV**.

2.1/ Définition de l'entreprise :

L'ERENAV, est l'entreprise Algérienne de réparation navale, elle a pour mission d'assurer un rôle de soutien technique aux différents armateurs nationaux et de fournir des prestations aux armateurs étrangers touchant les ports algériens à travers trois (03) unités le long de la côte Algérienne ALGER, BEJAIA, et ORAN. (Rafik SEBAOUI, 2014)

2.2/ Historique et présentation de l'ERENAV :

L'ERENAV a été créée en 1987, suite à la fusion de l'unité de maintenance de la SNTM (Société Nationale de Transport Maritime) et la CNAN (Compagnie Nationale Algérienne de Navigation), et depuis 1991 elle est passée à l'autonomie.

Le chantier naval été opérationnel de 1962 à 1979, divers privés se succédant et la première vocation est divisée vers des secteurs plus rentable, à la fin de 1975 à Alger et à Bejaia des ateliers terrain de l'Afrique du nord chargés de réparations et de constructions navales ont été installés. En mai 1986, un arrêté interministériel (ministère de transport, ministère de l'intérieur, et le ministère des finances) intègre l'ERENAV à la société nationale de transport maritime SNTM/CNAN.

L'ERENAV est une entreprise publique économique (EPE), société par action (SPA) au capital de 50 000 000 DA, appartenant au portefeuille de la société des participations de l'état des transports maritimes (GESTRAMAR).

Les travaux de réparation réalisés par l'ERENAV ne couvrent que 15% à 20% du marché de la réparation navale en Algérie qui est estimé à 50 millions de dollar par an.

L'ERENAV, dont le siège social est à Alger, opère à travers ces trois unités implantées à Alger, Bejaia et Oran, elle dispose de deux cales sèches à Alger, d'un dock flottant de 15 000 tonnes à Bejaia, d'une cale halage à Oran, et d'ateliers dans ces trois sites. (Rafik SEBAOUI, 2014)

2.3/ Potentiel humain :

Les ressources humaines au sein de l'ERENAV de l'unité d'Alger s'élèvent à 300 personnes nommées et une quarantaine de contractuels annuels.

2.4/ Situation géographique :

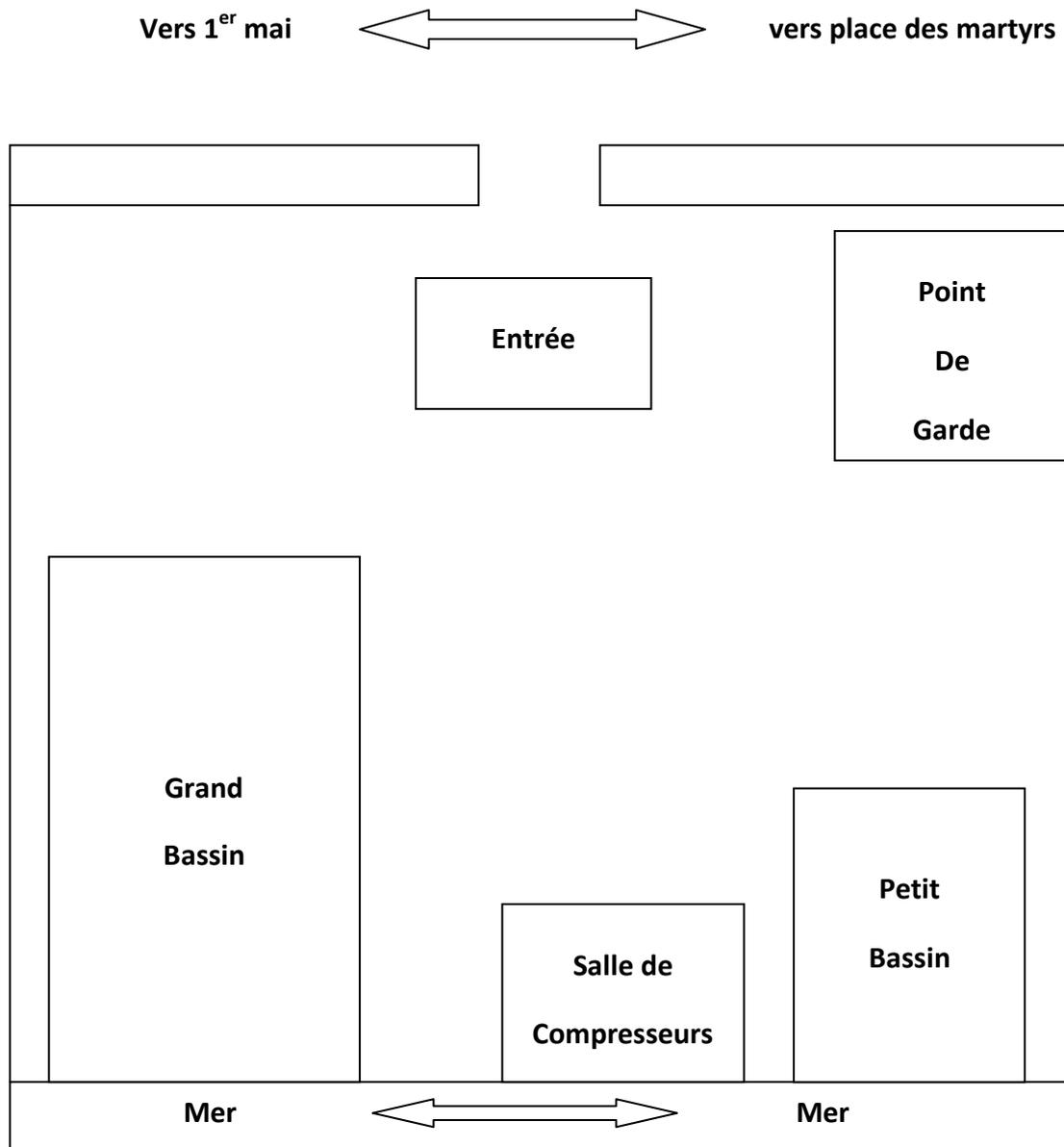


Figure 2.1 : Situation géographique de l'ERENAV

2.5/ Organigramme de l'ERENAV :

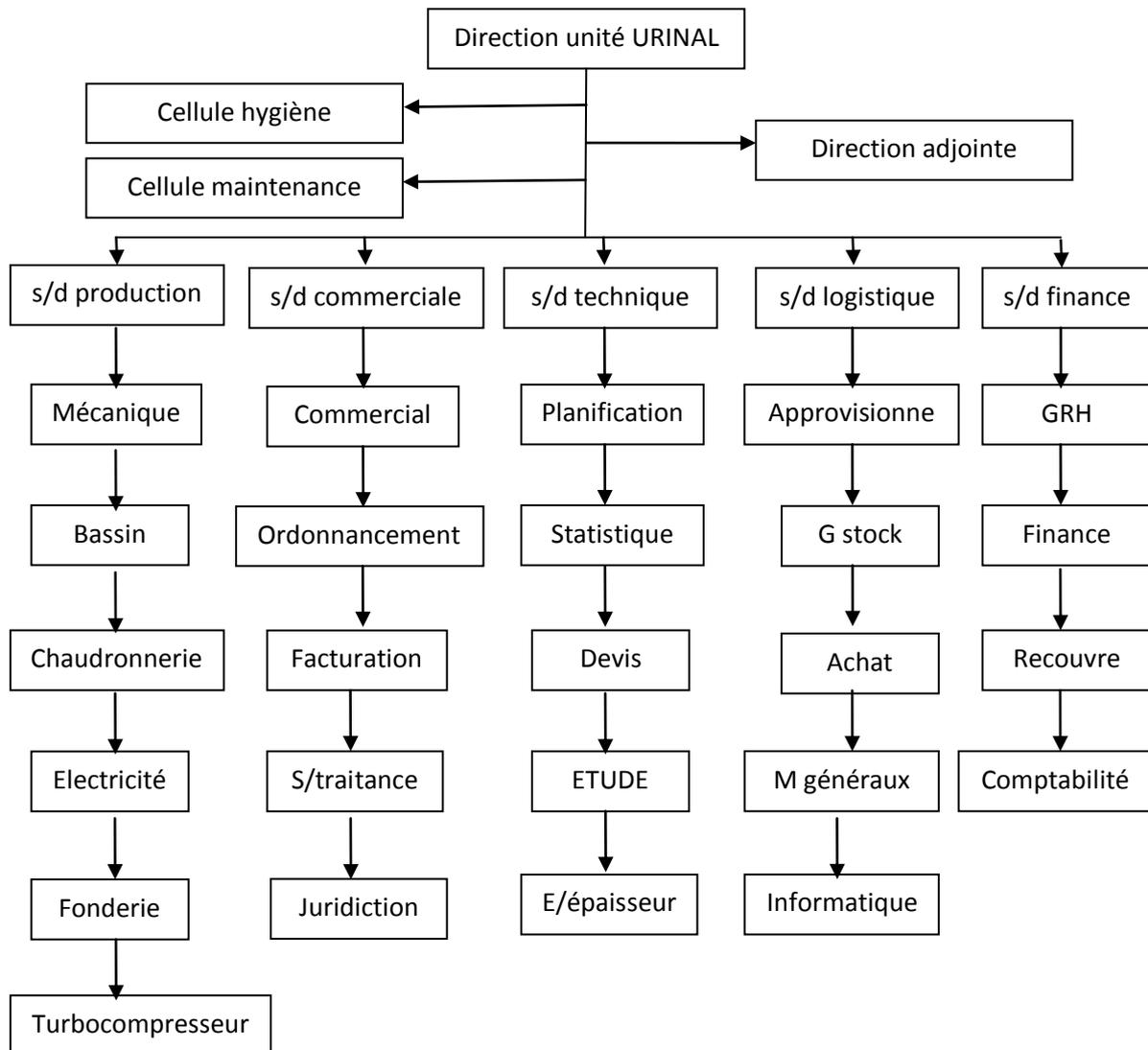


Figure 2.2 : Organigramme hiérarchique de l'ERENAV (ERENAV, 2015)

2.6/ Les secteurs d'intervention de l'ERENAV :

L'ERENAV possède un vaste secteur d'intervention dans la réparation des bateaux qui sont :

La chaudronnerie, la mécanique, les bords des bateaux, l'usinage, le reconditionnement, la plomberie, l'électricité, la menuiserie, la fonderie, la gestion de stock et les aménagements de base.

2.7/ La maintenance à l'ERENAV :

Les tâches du service maintenance à l'ERENAV sont classées par priorité par rapport à leur degré d'urgence :

2.7.1/ Travaux d'urgence N°1 :

Ce sont des travaux de dépannages, ces urgences s'appliquent dans les cas suivants :

- Arrêt de fonctionnement d'un compresseur.
- Risque d'accident du personnel (danger sur le personnel).
- Risque d'accident du matériel.

2.7.2/ Travaux d'urgence N°2 :

Ce sont des travaux de dépannage moins urgents que les travaux précédents et possédant un délai inférieur à dix jours, cette urgence s'applique dans les cas suivants :

- Ralentissement du matériel (mauvaise aspiration du compresseur).
- Risque d'accident léger sur le matériel.

2.7.3/ Travaux d'urgence N°3 :

Ce sont les travaux programmés de la maintenance préventive.

2.7.4/ Travaux d'urgence N°4 :

Ce sont des travaux dont les délais à effectuer sont liés avec la disponibilité du personnel de maintenance. (ERANAV, 2014)

2.8/ Les différents niveaux de maintenance de l'ERENAV :

Les interventions de maintenance à réaliser au sein de l'entreprise sont classées selon leur complexité, en cinq niveaux. Ces niveaux sont ceux de la norme **FD X 60-000**. (LAIOUAR Badreddine, 2015). Pour chaque niveau, l'inventaire d'interventions ou d'opérations est illustré.

2.8.1/ 1^{er} niveau de maintenance :

Il s'agit essentiellement de contrôle et de relevés des paramètres de fonctionnement des machines.

- Niveau d'huile moteur.
- Niveau d'eau.
- Indicateur de colmatage.
- Niveau de la réserve de combustible.
- Niveau de la réserve d'huile.
- Régime moteur.
- Température de l'eau de refroidissement.
- Température d'échappement.
- Tests des voyants et d'indicateurs.
- Purge du circuit d'échappement.
- Nettoyage des filtres.
- Contrôle d'encrassement des filtres.
- Contrôle visuel de l'état des organes.
- Contrôle auditif des bruits des machines.

Ces contrôles peuvent donner suite à des interventions simples de maintenance, qui nécessitent pas de réalisation d'un diagnostic de panne et de démontage. Ils peuvent aussi provoquer des anomalies, et déclencher des opérations de maintenance de niveau supérieur. En général les opérations de ce niveau sont incluses dans la conduite des machines.

2.8.2/ 2^{ème} niveau de maintenance :

Ce sont les opérations de maintenance préventive qui sont régulièrement effectuées sur les équipements, on cite :

- Remplacement des filtres difficiles d'accès.
- Remplacement des filtres à gazoles.
- Remplacement des filtres à huile moteur.
- Remplacement des filtres à air.

Chapitre 2 : Présentation du stage au sein de l'ERENAV

- Prélèvement d'huile pour analyse et pré-analyse.
- Vidange de l'huile du moteur.
- Analyse de liquide de refroidissement.
- Contrôle des points signalés pour le 1^{er} niveau.
- Graissage de tous les points en fonction de la périodicité.
- Contrôle des batteries.
- Réglage simple (alignement des poulies, alignement moteur/pompe).
- Mesure de paramètres à l'aide de moyens intégrés dans l'équipement.

Ces opérations sont réalisées par un technicien ayant une formation spécifique, ce dernier suit les instructions de maintenance qui définissent les tâches, la manière et les outils spéciaux, les pièces de rechange sont essentiellement de type consommables comme les filtres, joints, huiles, liquide de refroidissement...etc.

2.8.3/ 3^{ème} niveau de maintenance :

Il s'agit des opérations de maintenance préventive, curative, de réglage et de réparation mécanique ou électrique mineurs. Et ces opérations peuvent nécessiter un diagnostic de panne :

- Réglage des jeux de soupapes.
- Réglage des injecteurs.
- Contrôle endoscopique des cylindres.
- Contrôle des sécurités du moteur.
- Contrôle et réglage des protections électriques.
- Contrôle des refroidisseurs.
- Contrôle du démarreur.
- Remplacement des injecteurs.
- Contrôle et réglage de la carburation.
- Contrôle et réglage de la régulation de la puissance.
- Contrôle et révision de la pompe.
- Contrôle des turbocompresseurs.
- Remplacement des résistances de chauffage.
- Contrôle de l'embellage.
- Contrôle de l'isolement électrique.
- Remplacement des sondes et capteurs.
- Remplacement des bobines de commande.
- Remplacement des disjoncteurs.
- Contrôle et réglage nécessitant l'utilisation d'un appareil de mesure externe à l'équipement.

Ces opérations sont réalisées par un technicien spécialisé, toutes les opérations se font à l'aide d'instructions de maintenance et d'outils spécifiques tels que les appareils de mesure ou de calibrage, ces opérations peuvent conduire à des opérations de 4^{em} niveau.

2.8.4/ 4^{ème} niveau de maintenance :

Il s'agit d'interventions importantes ou complexes à l'exception de la reconstruction de l'équipement :

- Déculassage (révision, rectification).
- Révision de la cylindrée.
- Contrôle de l'alignement du moteur/alternateur.
- Changement des pôles d'un disjoncteur HT.

Les interventions sont réalisées par des techniciens bénéficiant d'un encadrement technique très spécialisé, d'un outillage général complet et d'un outillage spécifique, elles font aussi appel à des ateliers spécialisés (rectification, pré-usinage).

2.8.5/ 5^{ème} niveau de maintenance :

Il s'agit des interventions lourdes de rénovation ou de reconstruction d'un équipement, ces interventions entraînent un démontage de l'équipement et son transport dans un atelier spécialisé.

Ce niveau de maintenance est réservé au constructeur ou reconstruteur, il nécessite des moyens similaires à ceux de la fabrication de l'équipement.

Dans la suite de ce chapitre, nous allons nous intéresser au fonctionnement ainsi qu'à la politique de maintenance des compresseurs utilisés dans la totalité des ateliers de l'entreprise. (ERANAV, 2014)

2.9/ Généralités sur les compresseurs

Les compresseurs à vis lubrifiées dominent largement le marché mondial des compresseurs dont la puissance est comprise entre 10 et 300kw, ils représentent 75% des ventes grâce à leur puissance, simplicité, ainsi que leur coût d'investissement qui est moins élevé par rapport aux autres types de compresseurs, les applications des compresseurs est très diverse, on cite :

Chapitre 2 : Présentation du stage au sein de l'ERENAV

- La fabrication d'air comprimé.
- La compression et déplacement des gaz.
- L'assainissement des locaux (ventilation et climatisation).
- Le brassage de bassin de fermentation. (Rafik SEBAOUI, 2014)

2.9.1/ Définition :

Les compresseurs sont des appareils destinés à réaliser un accroissement de pression d'un fluide à l'état gazeux. Ces fluides peuvent être de nature diverse : gaz pur, mélange gazeux, vapeur surchauffée ou saturée.

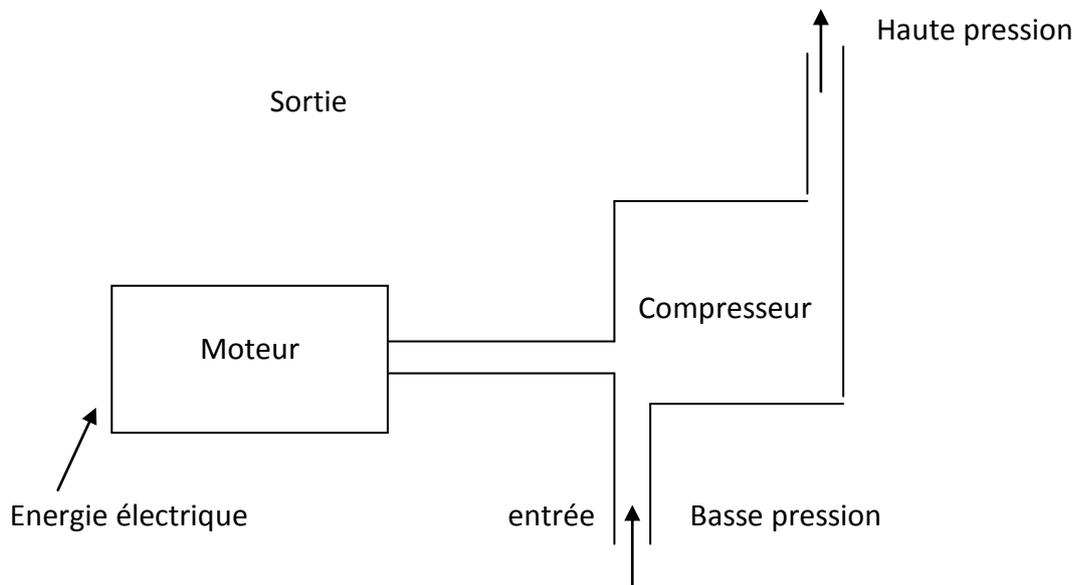


Figure 2.3 : schéma du principe de fonctionnement d'un compresseur.

2.9.2/ L'énergie dépensée par les compresseurs :

L'équation fondamentale de ce changement est comme suit :

$$PV = nRT$$

- P : la pression du gaz en Pascal.
- V : le volume du gaz en mètre cube.
- n : la quantité de la matière en mole.
- R : la constante universelle des gaz parfaits ($R=8.3144621 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$)
- T : la température absolue en kelvin

Cette équation montre que pour augmenter la pression des gaz, il faut agir sur soit leur température, soit sur leur volume, soit sur les deux en même temps. (Rafik SEBAOUI, 2014)

2.10/ Le but de la compression :

En général les compresseurs sont installés à cause de la nécessité de déplacement des gaz d'un système vers un autre avec une pression plus élevée que la première. Cette technique a pour but de :

- Obtenir de l'air comprimé pour la combustion.
- Faire circuler du gaz dans un circuit fermé.
- Produire des pressions favorables pour des réactions chimiques.
- Envoyer un gaz dans un pipe-line de la zone de production vers l'utilisateur.
- Récupérer du gaz.

2.11/ Présentation du compresseur à vis :

La mise au point de vis à profil asymétrique, vers 1962 a permis de réduire de 10% la consommation d'énergie. Actuellement avec l'amélioration des profils asymétriques et la précisions d'usinage la consommation a chuté de 20%. Les compresseurs à vis concurrencent les autres types de compresseurs qui comprennent que des pièces tournantes, ils vibrent moins ce qui veut dire qu'ils sont silencieux et le bloc de compression est plus compact. On trouve sur le marché plusieurs profils des filets des vis qui varient suivant les constructeurs et les brevets, le critère à améliorer se précise sur leur rendement pour arriver à un rendement similaire ou bien meilleur que celui des autres compresseurs.

Le vis tourne à sec ou dans un mélange huile-air, le vis male entre dans le creux du vis femelle ceci permet de réduire le volume existant, l'air emprisonné monte progressivement le long du vis puis il sera évacué vers l'avant, de l'autre côté la dépression créée favorise l'aspiration. (KAESER, 2010)

2.11.1/ Le compresseur à vis KAESER : TYPE : CSD 102 :



Figure 2.4 : un compresseur à vis KAESER CSD.

Avec sa nouvelle version des séries CSD et CSDX, KAESER COMPRESSEURS place la barre très haut en termes de disponibilité et de rendement énergétique. Le design unique de la carrosserie, elle aussi entièrement reconçue, est révélateur des avantages apportés au client par ces nouveaux modèles. On peut les résumer en :

- Economie d'énergie sur plusieurs plans comme la circulation d'air, le rendement du moteur, la consommation d'air comprimé...etc.
- Parfaite adaptation pour les stations d'air comprimé.
- Le contrôle de la température (température de fluide).
- L'afficheur SIGMA CONTROL.
- Facilité d'entretien. (KAESER, 2010)

2.11.2/ Plan maintenance du compresseur à vis CSD 102 :

Chapitre 2 : Présentation du stage au sein de l'ERENAV

Le plan d'entretien fourni par le fournisseur du compresseur doit être suivi à la lettre pour une meilleure disponibilité de notre équipement, on trouve ce plan de maintenance dans la notice d'entretien, dont les intervalles d'entretien sont donnés à titre indicatifs et doivent être adaptés en fonction des conditions d'installation. Les tableaux suivants nous montrent les interventions d'entretien périodique qu'on doit appliquer le CSD 102.

intervalle	Opérations d'entretien
1 fois par semaine	-Contrôler le niveau d'huile de refroidissement. -Contrôler les nattes filtrantes, les nettoyer ou les changer.
Toutes les 1000h	-Réaliser l'entretien des refroidisseurs d'huile et d'air comprimé. -Réaliser l'entretien de la récupération de calories.
Affichage du SIGMA CONTROL	-Réaliser l'entretien du filtre à air.
Affichage du SIGMA CONTROL, au moins une fois par an	-Changer le filtre à huile.
Affichage du SIGMA CONTROL, au plus tard tous les 3ans	-Changer la cartouche séparatrice d'huile.
toutes les 2000h au moins une fois par an	-Graisser les roulements du moteur.
Toute les 3000h	-Contrôler l'accouplement.
1 fois par an	-Contrôler la fixation de toutes les vis des bornes électriques. -Contrôler la soupape de sécurité. -Contrôler l'étanchéité des refroidisseurs d'huile et d'air.
Voir tableau 3.2	-Vidanger l'huile de refroidissement.

Tableau 2.1 : entretien périodique du compresseur CSD 102 (KAESER, 2009)

Le tableau suivant nous explique les intervalles de vidange de l'huile de refroidissement, les intervalles peuvent être rectifiés selon le type d'huile utilisée.

Huile de refroidissement	Intervalle maximum admissible de vidange d'huile [heures de service / an]	
	Condition de service favorable	Condition de service difficile
SIGMA FLUID PLUS/S-460	6000/2	3000/1
SIGMA FLUID MOL	3000/1	2000/1

Chapitre 2 : Présentation du stage au sein de l'ERENAV

SIGMA FLUID FGL	3000/1	2000/1
SIGMA FLUID FGH	3000/1	2000/1

Tableau 2.2 : intervalle de vidange de l'huile de refroidissement (KAESER, 2009)

Le tableau suivant nous montre les opérations de maintenance périodique effectuées que par le service après vente du constructeur de la machine (SAV KAESER) ou bien par un distributeur autorisé.

intervalle	Travaux de maintenance
Jusqu'à 12000h	Contrôler les soupapes
Jusqu'à 12000h, au plus tard tous les 3 ans	Changer les roulements du moteur ventilateur ou le moteur ventilateur
Jusqu'à 36000h, au plus tard tous les 8 ans	Changer les roulements du moteur du compresseur
	Changer l'accouplement
	Changer les tuyaux flexibles

Tableau 2.3 : maintenance périodique effectuée par le SAV KASER ou un distributeur autorisé (KAESER, 2009)

Conclusion :

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés aux activités de maintenance au sein de l'entreprise dans laquelle nous avons effectué notre stage à savoir l'ERENAV (Entreprise de Réparation Navale), nous avons mis l'accent sur la politique de maintenance appliquée aux compresseurs utilisées pour la distribution de l'air comprimé dans tous les ateliers.

Dans le chapitre qui suit, nous présenterons les détails de la conception ainsi que les différentes fonctionnalités du logiciel de gestion de maintenance que nous avons développé.

Chapitre 3

Réalisation de l'application My GMAO

4.1/Introduction :

Dans les chapitres précédents nous avons parlé de la maintenance en citant les différents types de la maintenance industrielle, la relation entre la maintenance et la production, ainsi que l'évolution technologique dans le domaine de la gestion de la maintenance, dans le deuxième chapitre nous avons défini l'entreprise dans laquelle nous avons effectué notre stage (l'entreprise nationale de réparation navale ENRAV) en incluant les prestations qu'elle offre à ces clients. Enfin, nous avons parlé de la maintenance au sein de cette même entreprise en s'intéressant à un équipement très important dans l'entreprise qui est le compresseur à vis type CSD 102, ce dernier alimente l'ensemble des ateliers en air comprimé qui est utilisé dans diverses opérations comme le sablage de la tôle des navires, le nettoyage des différents organes et machines des navires. Le programme de maintenance de ce compresseur a été détaillé grâce à la notice d'entretien de cette machine qui a été fourni par le service de maintenance.

Dans ce dernier chapitre nous présenterons l'application d'aide à la gestion de maintenance que nous avons développée, baptisée **My GMAO**, une application Web qui permettra d'améliorer la gestion de la maintenance au sein de l'entreprise en apportant une meilleure organisation des tâches et des différentes opérations de maintenance.

4.2/ Les étapes de conception de l'application My GMAO :

4.2.1/ L'étude des besoins :

Cette partie va servir à poser les bases du recueil des besoins du système à réaliser. Pour pouvoir clarifier les besoins des utilisateurs de notre application, nous allons présenter les besoins fonctionnels ainsi que les besoins non fonctionnels. (Oussama, 2013)

Les besoins fonctionnels :

Il s'agit des fonctionnalités du système. Ce sont les besoins spécifiant un comportement d'entrée/sortie du système.

Le système à concevoir doit permettre à l'utilisateur d'effectuer les opérations suivantes :

- **Gestion des utilisateurs** : il s'agit d'un outil permettant d'effectuer les opérations de gestion telles que l'ajout, la suppression, la modification et la consultation des informations caractérisant chacun des utilisateurs.
- **Gestion des travaux** : l'application permet :
 - La gestion des équipements
 - La gestion des opérations
 - La gestion de la maintenance préventive
 - Le gestion des interventions
 - Historique des opérations de maintenance

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

- **Consultation de l'historique des agents** : l'application permet de voir les activités réalisées dans le système ordonnées par date.

Les besoins non fonctionnels :

Les besoins non fonctionnels concernent les contraintes à prendre en considération pour mettre en place une solution adéquate des architectures dynamiques. Notre application doit obligatoirement assurer ces besoins :

- **L'extensibilité** : l'application devra être extensible, c'est-à-dire qu'il pourra y avoir une autre possibilité d'ajouter ou de modifier de nouvelles fonctionnalités.
- **La sécurité** : l'application devra être hautement sécurisée, les informations ne devront pas être accessibles à tout le monde, c'est-à-dire que le site Web est accessible par un identifiant et un mot de passe attribué.
- **L'interface** : avoir une application qui respecte les principes des interfaces standards.
- **La performance** : l'application devra être performante c'est-à-dire que le système doit réagir dans un délai précis, quelque soit l'action de l'utilisateur.
- **La convivialité** : l'application doit être simple et facile à manipuler même par des non experts.
- **L'ergonomie** : le thème adopté par l'application doit être inspiré par des couleurs et du logo type de l'entreprise.

Diagramme des cas d'utilisation général :

Le diagramme de cas d'utilisation décrit les utilisations requises d'un système, ou ce qu'un système est supposé faire, les principaux concepts de ce diagramme sont les acteurs, cas d'utilisation et sujet, un sujet représente un système avec lequel les acteurs et autres sujets interagissent.

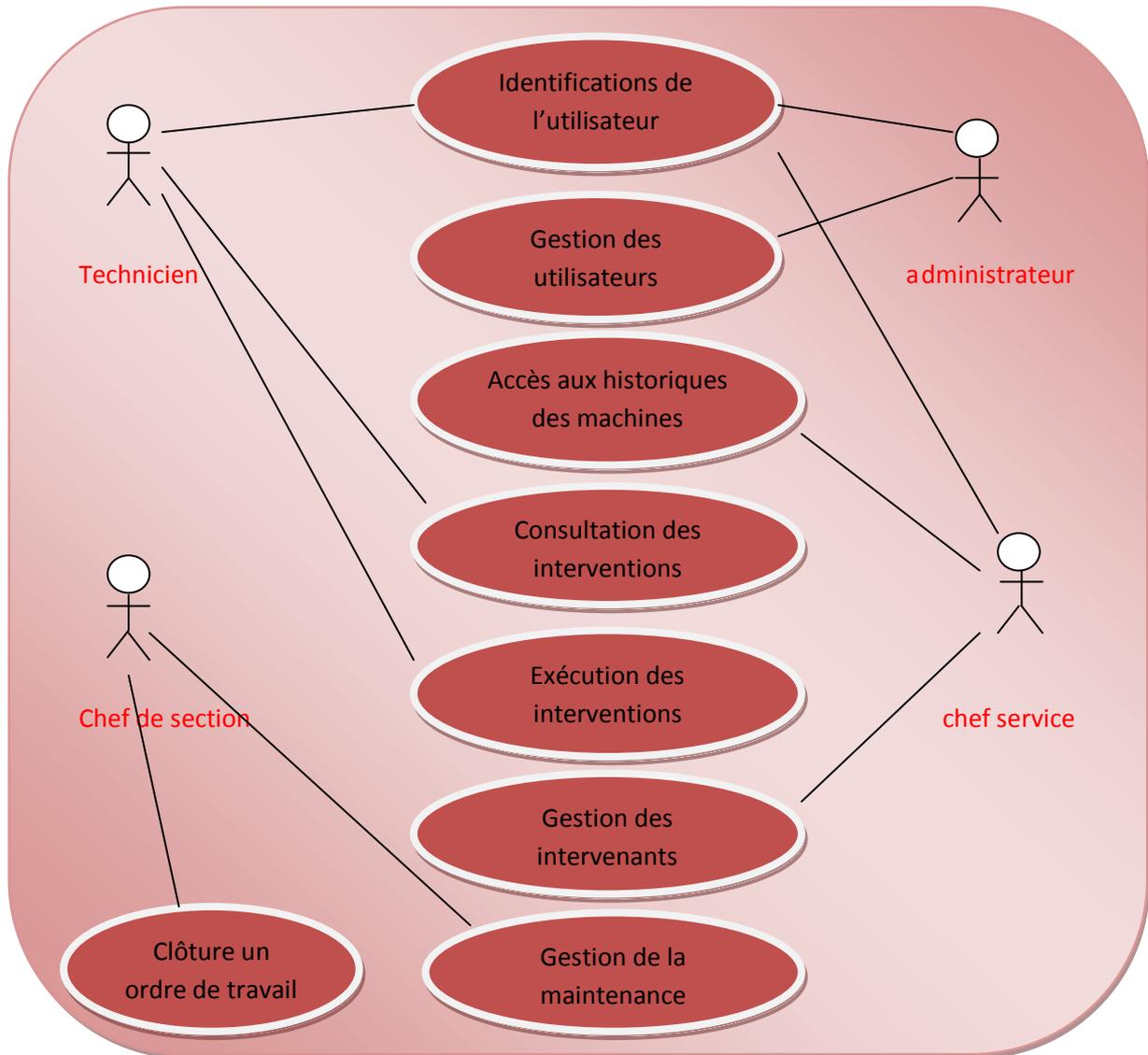


Figure 4.1 : Diagramme de cas d'utilisation général d'un système

Identification des acteurs :

Dans cette partie, nous présentons les différents acteurs susceptibles d'interagir avec le système, mais tout d'abord nous donnons une définition du concept « acteur ».

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent directement avec le système étudié.

La mise en marche du système nécessite essentiellement quatre acteurs :

- **Administrateur** : l'administrateur a le droit de créer un nouvel utilisateur et de définir les rôles et les privilèges des utilisateurs du système.
- **Technicien** : il a pour rôle de saisir tous les ordres de travail après avoir reçu les demandes de travaux.

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

- **Chef section** : son rôle consiste à contrôler et clôturer les ordres de travail réalisés et non réalisés, et consulter la maintenance préventive.
- **Chef de service** : son rôle consiste à suivre toutes les opérations de maintenance effectuées, consulter la maintenance préventive (le planning de révision générale des équipements) gérer les intervenants, et à demander l'historique souhaité et l'analyse des statistiques (ordres de travail réalisés, intervenants...)

Conclusion :

Cette partie présente une phase indispensable pour l'étude et l'analyse de notre application, nous avons défini les différents besoins fonctionnels et non fonctionnels, nous avons aussi présenté le diagramme des cas d'utilisation générale, nous entamerons dans la partie qui suit la conception de l'application qui comporte un modèle plus détaillé des cas d'utilisation.

4.2.2/ Etude conceptuelle (le modèle conceptuel des données (MCD)) :

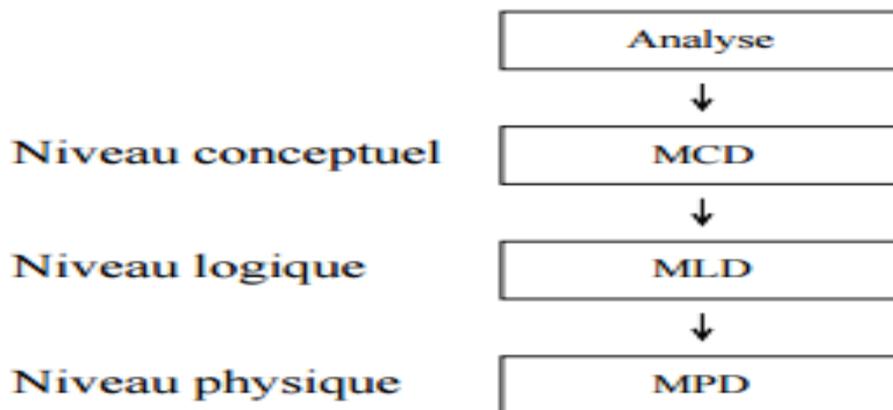


Figure 4.2 : les étapes de la conception de notre application.

Le modèle conceptuel des données (MCD) a pour but de représenter de façon structurée les données qui seront utilisées par le système d'information. Le modèle conceptuel des données décrit la sémantique c'est à dire le sens attaché à ces données et à leurs rapports. On établit le MCD après avoir recensé et donné un nom à l'ensemble des données du domaine étudié. Ensuite on étudie les relations existantes entre ces données (les dépendances fonctionnelles), pour aboutir au MCD. (Stéphanie, 2012)

4.2.2.1/ Le recueil des données :

Le recueil des données est la première partie de l'étude conceptuelle et qui a un rôle très important pour faire notre modèle conceptuel des données, elle consiste à regrouper toutes les informations nécessaires qui concernent un objet ou bien un équipement ou même un système, comme dans notre cas on a commencé par collecter le maximum de données sur le compresseur qui vont nous aider dans la conception de notre application, ensuite on a trié ces données selon nos besoins pour le système d'information de l'application.

Ces données se présentent comme suit :

- Le programme de la maintenance périodique du compresseur.
- Les organes du compresseur.
- Les intervenants sur le compresseur...etc.

Malgré que nous nous sommes intéressés principalement à la maintenance du compresseur, l'application que nous avons développée permettra la gestion de la maintenance pour tout type d'équipements ou machines.

Maintenant qu'on a recueilli les données pour notre système d'information, on passe à la réalisation de notre modèle conceptuel, sachant que les données de base d'une entité sont appelées PROPRIETES et ATTRIBUTS. (Stéphanie, 2012)

4.2.2.2/ Présentation du modèle conceptuel des données :

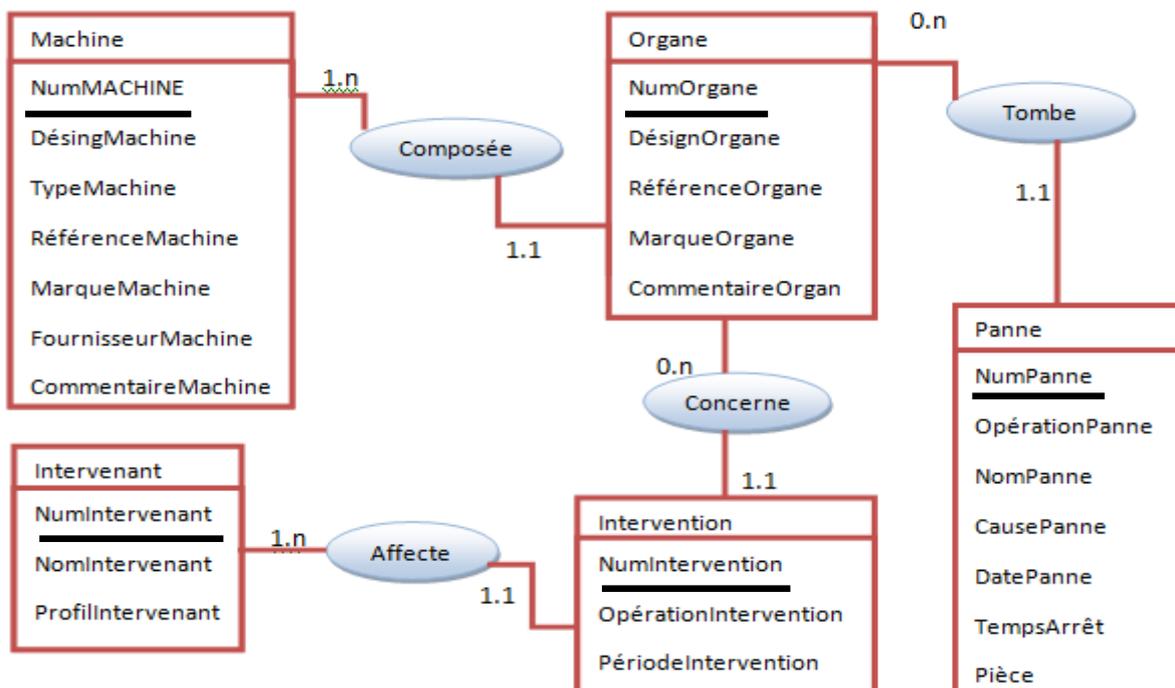


Figure 4.3 : Modèle conceptuel des données de notre système.

Les concepts de bases :

❖ Entité :

Une entité représente un objet du système (acteur, document, concept, ...), ou plus exactement un ensemble d'objets ayant les mêmes caractéristiques. Dans une entité, on met les informations nécessaires et suffisantes pour caractériser cette entité. Ces informations sont appelées propriétés. Les propriétés sont collectées lors de l'établissement du dictionnaire des données. Les propriétés prennent des valeurs pour chaque occurrence d'une entité. Une propriété particulière, appelée identifiant, permet de distinguer sans ambiguïté toutes les occurrences de l'entité. L'identifiant est toujours souligné. L'identifiant est une propriété qui ne peut pas changer au cours du temps pour une occurrence.

❖ Association :

C'est un lien entre deux entités (ou plus). On doit lui donner un nom, souvent un verbe, qui caractérise le type de relation entre les entités. Une association possède parfois des propriétés.

❖ Cardinalité :

Ce sont des expressions qui permettent d'indiquer combien de fois au minimum et au maximum le lien entre 2 entités peut se produire. Pour une association de 2 entités, il y a 4 cardinalités à indiquer. Il y a trois valeurs typiques : 0, 1 et N (plusieurs). Les cardinalités traduisent des règles de gestion. Ce sont des règles propres au système étudié, qui expriment des contraintes sur le modèle.

A présent que notre model conceptuel des données est terminé, nous allons réaliser le model logique de données (MLD), qu'on appelle aussi le model logique de données relationnelles. (Stéphanie, 2012)

4.2.3/ Le modèle logique des données (MLD) :

La modélisation logique des données est une représentation des données, issues de la modélisation conceptuelle des données, elle est exprimée dans un formalisme général et compatible avec l'état de l'art technique, elle tient compte des aspects qualités/performances liées aux traitements.

Le modèle logique des données est constitué de :

- Tables, lignes et colonnes,
- Clés primaires et clés étrangères,
- Schéma relationnel,
- Lien entre MCD et MLD. (Dauphine, 2013)

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

Lorsque les données ont la même structure (par ex. renseignements relatifs à une machine), on peut alors les organiser en tables dans lesquelles :

- Les colonnes décrivent les champs en commun,
- Les lignes contiennent les valeurs de ces champs pour chaque enregistrement.

Exemple :

Numéro machine	Nom	marque	Référence
1	Compresseur	KAESER	C1546
2	Pompe	KSB	P1025

Tableau 4.1: exemple d'une table d'un modèle logique de données.

La table :

Est définie comme un tableau de données, les colonnes sont les attributs et les lignes sont des uniques, il existe au moins une colonne qui sert à identifier les lignes : il s'agit de la clé primaire de la table.

- La valeur vide (NULL) est interdite,
- La valeur de la clé primaire d'une ligne ne devrait pas changer au cours du temps.

Dans une présentation d'un MLD on souligne les clés primaires.

La clé secondaire :

Dans une table il peut y avoir plusieurs clés pour une même relation; on en choisit en général une comme clé primaire, les autres sont des clés secondaires.

Le lien entre deux tables relationnelles est réalisé par la duplication de la clé primaire d'une table dans l'autre. Cette clé dupliquée est appelée clé secondaire (ou étrangère).

Exemple :

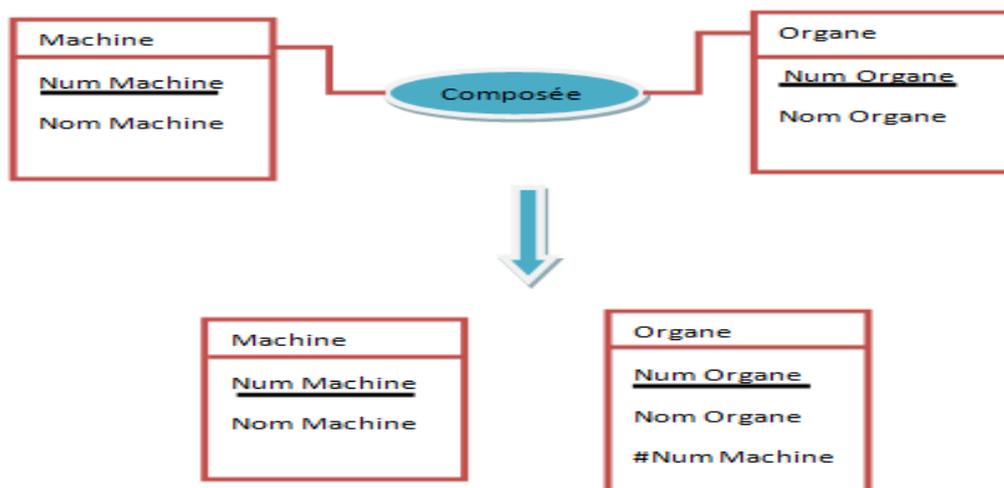


Figure 4.4 : exemple explicatif des clés primaires et des clés secondaires.

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

Une clé secondaire est toujours précédée par le signe (#). Et une clé secondaire ne peut pas aussi recevoir la valeur vide.

Schéma relationnel :

Les tables sont appelées relations, et les liens entre les clés secondaires et leur clé primaire sont symbolisés par un connecteur.

On dit qu'une association binaire (entre deux entités) est de type :

- 1 : 1 (un à un) si aucune des 2 cardinalités maximales n'est n
- 1 : n (un à plusieurs) si une des 2 cardinalités maximales est n
- n : m (plusieurs à plusieurs) si les 2 cardinalités maximales sont n (ZEMMARI, 2014)

Dans notre cas toutes les relations entre les entités sont de type (1 : n).

4.2.3.1/ les différentes règles pour schématiser notre MLD :

Règle 1 :

Toute entité devient une table dans laquelle les attributs deviennent les colonnes. L'identifiant de l'entité constitue alors la clé primaire de la table.

Règle 2 :

Une association binaire de type 1 : n disparaît, au profit d'une clé étrangère dans la table coté 0,1 ou 1,1 qui référence la clé primaire de l'autre table. Cette clé étrangère ne peut pas recevoir la valeur vide si la cardinalité est 1,1 (figure 4.5).

Règle 3 :

Une association binaire de type n : m devient une table supplémentaire (table de jonction) dont la clé primaire est composée des deux clés étrangères.

Règle 4 :

Une association binaire de type 1 : 1 est traduite comme une association binaire de type 1 : n sauf que la clé étrangère se voit imposer une contrainte d'unicité en plus d'une éventuelle contrainte de non vacuité (cette contrainte d'unicité impose à la colonne correspondante de ne prendre que des valeurs distinctes).

Règle 5 :

Une association non binaire est traduite par une table supplémentaire dont la clé primaire est composée d'autant de clés étrangères que d'entité en association. Les attributs de l'association deviennent les colonnes de cette nouvelle table. (Dauphine, 2013)

4.2.3.2/ Réalisation de notre modèle logique de données relationnelles :

La normalisation :

Une mauvaise conception des entités et associations représentant le monde réel modélisé conduit à des relations problématiques. Une redondance des données conduit à des risques d'incohérences lors de la mise à jour, il s'agit d'éliminer toute anomalie afin de faciliter la manipulation des relations.

Normalisation des relations = Eclatement d'une relation donnée en plusieurs relations normalisées. (ZEMMARI, 2014)

L'approche par décomposition :

A partir d'une relation composée de tous les attributs, on décompose cette relation en sous-relations sans anomalies. Le processus de décomposition est un processus de raffinement successif qui doit aboutir à isoler des entités et des associations du monde réel à partir d'une bonne compréhension des propriétés sémantiques des données de sorte à obtenir une décomposition sans perte. (ZEMMARI, 2014)

La finalisation de notre modèle logique de données relationnelles :

A présent qu'on a notre modèle conceptuel de données (figure 4.3), et qu'on a bien compris le principe de schématisation d'un modèle logique de données relationnelles, (la normalisation, la décomposition, le rôle des clés primaires et secondaires) on va vous présenter notre modèle logique final.

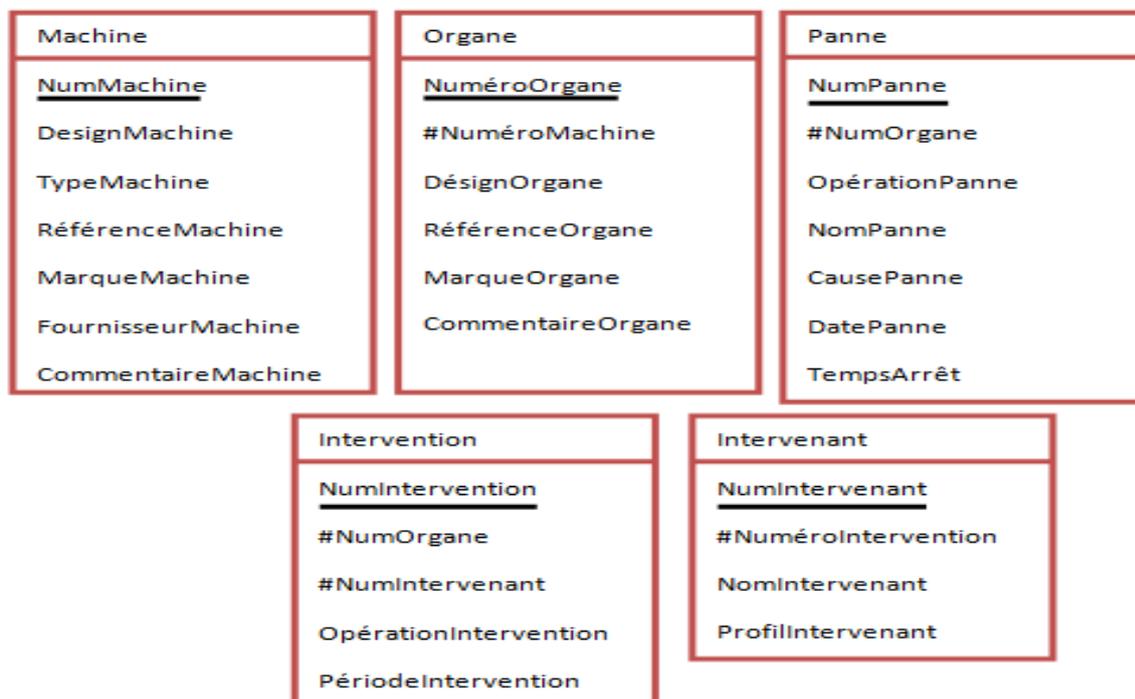


Figure 4.5 : Modèle logique de données relationnelles pour notre application My GMAO.

Notre modèle logique de données relationnelles est à présent prêt, donc on va se diriger vers la réalisation du modèle physique de données pour notre application My GMAO.

4.3/ Implémentation de l'application (My GMAO) :

4.3.1/ Introduction :

Nous avons décidé de développer notre logiciel sous forme d'une application Web, afin de faciliter son accès aux personnels de l'entreprise, avec une application web on peut gérer le service maintenance même à distance c'est ce qu'on appelle la E-maintenance.

La E-maintenance se fait via un réseau web qui permet de coopérer, d'échanger, partager et de distribuer ces informations aux différents systèmes partenaires de ce réseau. Le principe consiste à intégrer l'ensemble des différents systèmes de maintenance dans un seul système d'information (My GMAO).

Ce qui fait le succès du web aujourd'hui, c'est à la fois sa simplicité et sa facilité d'accès. Un utilisateur n'a pas besoin de savoir comment ça fonctionne derrière. Par contre nous, on doit obligatoirement connaître les bases de fonctionnement d'une application Web. Qu'est-ce qu'un serveur et un client ? Comment rend-on son site dynamique ? Que signifient PHP et MySQL ?

4.3.2/ les sites statiques et dynamiques :

On considère qu'il existe deux types de sites web : les applications statiques et les applications dynamiques.

Les sites statiques :

Ce sont des applications réalisés uniquement à l'aide des langages HTML et CSS. Ils fonctionnent très bien mais leur contenu ne peut pas être mis à jour automatiquement : il faut que le propriétaire du site (le webmaster) modifie le code source pour y ajouter des nouveautés. Ce n'est pas très pratique quand on doit mettre à jour son site plusieurs fois dans la même journée ! Les sites statiques sont donc bien adaptés pour réaliser des sites « vitrine », pour présenter par exemple son entreprise, mais sans aller plus loin. Ce type de site se fait de plus en plus rare aujourd'hui, car dès que l'on rajoute un élément d'interaction (comme un formulaire de contact), on ne parle plus de site statique mais de site dynamique. (Openclassroom, 2016)

Les sites dynamiques :

Plus complexes, ils utilisent d'autres langages en plus de HTML et CSS, tels que PHP et MySQL. Le contenu de ces sites web est dit « dynamique » parce qu'il peut changer sans l'intervention du webmaster, La plupart des sites web que nous visitons aujourd'hui, sont des sites dynamiques. Le seul pré-requis pour apprendre à créer ce type de sites est de déjà savoir réaliser des sites statiques en HTML et CSS. (Openclassroom, 2016)

4.3.3/ fonctionnement d'un site web :

Il faut savoir qu'Internet est un réseau composé d'ordinateurs. Ceux-ci peuvent être classés en deux catégories.

Les clients : Ce sont les ordinateurs des internautes. L'ordinateur fait donc partie de la catégorie des clients. Chaque client représente un visiteur d'un site web.

Les serveurs : Ce sont des ordinateurs puissants qui stockent et délivrent des sites web aux internautes, c'est-à-dire aux clients, les serveurs sont indispensables au bon fonctionnement du web.

Donc pour résumer le fonctionnement d'un site web, le client qui est l'ordinateur demande au serveur de lui envoyer une page web, et le serveur lui répond en lui envoyant la page sollicitée, ceci concerne le cas d'un site classique.

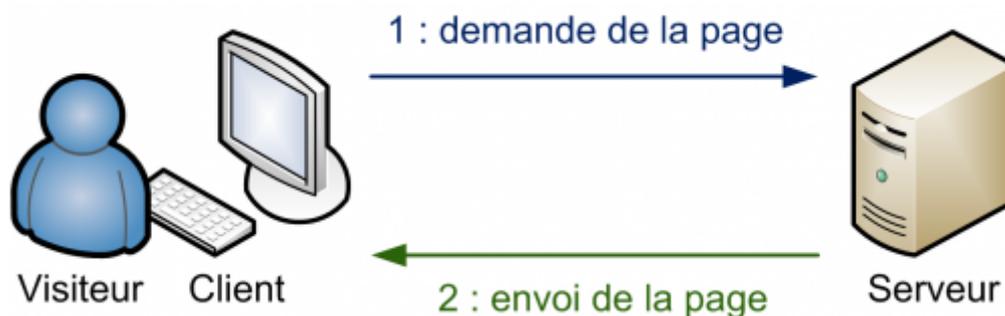


Figure 4.6 : Transfert de données dans un site statique

Dans le cas d'un site dynamique, il existe une étape intermédiaire, le client demande au serveur de voir une page web, le serveur prépare spécialement la page web au client, puis le serveur envoie au client la page générée. (Openclassroom, 2016)



Figure 4.7 : transfert de données dans un site dynamique.

La page web est générée à chaque fois qu'un client la réclame. C'est précisément ce qui rend les sites dynamiques vivants : le contenu d'une même page peut changer d'un instant à l'autre. Pour notre application nous allons utiliser un site dynamique. (Openclassroom, 2016)

4.3.4/ programme pour la réalisation de notre site :

PHP s'exécute sur le serveur et son rôle est de générer des pages web. Cependant, seul un serveur peut lire du PHP, on a besoin que notre ordinateur soit un serveur. Donc nous allons transformer notre ordinateur en serveur pour que nous puissions exécuter du PHP et travailler sur notre site dynamique.

Pour créer un site web on a besoin de logiciels différents, car pour faire un site dynamique il nous faut certains logiciels supplémentaires. Pour un site statique on a généralement besoin d'un éditeur de texte et d'un navigateur pour tester notre site. Cependant pour un site dynamique ces logiciels ne sont certainement pas suffisants. Pour que notre ordinateur puisse lire du PHP, il faut qu'il se comporte comme un serveur, il suffit simplement d'installer les mêmes programmes que ceux que l'on trouve sur les serveurs qui délivrent les sites web aux internautes. Les programmes dont nous allons avoir besoin sont : Apache, PHP et MySQL.

- **Apache** : c'est ce qu'on appelle un serveur web. Il s'agit du plus important de tous les programmes, car c'est lui qui est chargé de délivrer les pages web aux visiteurs. Cependant, Apache ne gère que les sites web statiques (il ne peut traiter que des pages HTML). Il faut donc le compléter avec d'autres programmes.
- **PHP** : c'est un plug-in pour Apache qui le rend capable de traiter des pages web dynamiques en PHP. En clair, en combinant Apache et PHP, notre ordinateur sera capable de lire des pages web en PHP.
- **MySQL** : c'est le logiciel de gestion de bases de données dont je vous ai parlé en introduction. Il permet d'enregistrer des données de manière organisée (comme la liste des membres de votre site). Nous n'en aurons pas besoin immédiatement, mais autant l'installer de suite. (Openclassroom, 2016)

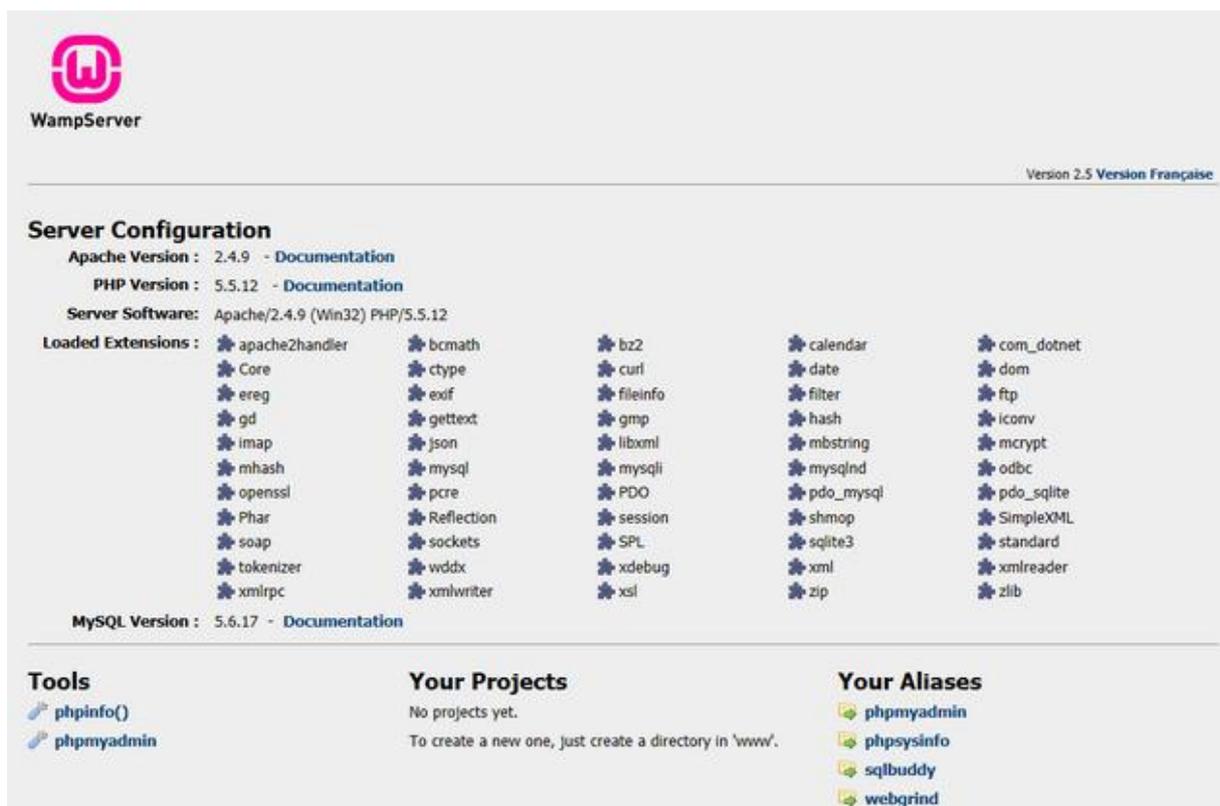
Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

Quel que soit le site web que l'on souhaite créer, HTML est donc indispensable. Cependant, ils ne suffisent pas pour réaliser des sites dynamiques. Il faut les compléter avec Apache, PHP et MySQL.

PHP est un langage que seuls les serveurs comprennent et qui permet de rendre votre site dynamique. C'est PHP qui génère la page web comme on l'a vu sur un des schémas précédents. PHP peut fonctionner seul mais il prend intérêt en le combinant avec MySQL, c'est un SGBD (Système de Gestion de Base de Données). Pour faire simple, son rôle est d'enregistrer des données de manière organisée afin de nous aider à les retrouver facilement plus tard. C'est grâce à MySQL que nous pourrions enregistrer la liste des machines dans notre application, les interventions effectuées, etc. Le langage qui permet de communiquer avec la base de données s'appelle le SQL. PHP peut fonctionner seul et suffit à créer un site dynamique, mais les choses deviennent réellement intéressantes lorsqu'on le combine à un SGBD tel que MySQL.

4.3.5/ conception de la base de données :

Après l'installation de WAMP, un paquetage tout prêt pour Windows. WAMP Server qui a l'avantage d'être régulièrement mis à jour, et qui contient Apache, PHP et MySQL, tout ce dont on a besoin pour la création de notre application My GAMO, on commence par la conception de notre base de données. (Openclassroom, 2016)



The image shows the WAMP Server homepage. At the top left is the WAMP logo and the text "WampServer". At the top right, it says "Version 2.5 Version Française". The main content is divided into several sections:

- Server Configuration:** Lists Apache Version (2.4.9), PHP Version (5.5.12), and Server Software (Apache/2.4.9 (Win32) PHP/5.5.12).
- Loaded Extensions:** A grid of 25 PHP extensions including apache2handler, Core, ereg, gd, imap, mhash, openssl, Phar, soap, tokenizer, xmlrpc, bcmath, ctype, exif, gettext, json, mysql, pcre, Reflection, sockets, wddx, xmlwriter, bz2, curl, fileinfo, gmp, libxml, mysqli, PDO, session, SPL, xdebug, xsl, calendar, date, filter, hash, mbstring, mysqlnd, pdo_mysql, shmop, sqlite3, xml, zip, com_dotnet, dom, ftp, iconv, mcrypt, odbc, pdo_sqlite, SimpleXML, standard, xmlreader, and zlib.
- Tools:** Lists phpinfo() and phpmyadmin.
- Your Projects:** States "No projects yet." and provides instructions to create a new project by creating a directory in 'www'.
- Your Aliases:** Lists phpmyadmin, phpsysinfo, sqlbuddy, and webgrind.

Figure 4.8 : page d'accueil de WAMP

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

Une base de données permet d'enregistrer nos données de façon organisée et hiérarchisée, les données qu'on va utiliser pour remplir notre base de données sont celles qu'on déjà modéliser dans notre modèle logique de données relationnelles (figure 4.6), et pour cela nous allons nous diriger vers MySQL.

Présentation de notre base de données :

Table	Action
<input type="checkbox"/> intervenant	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer
<input type="checkbox"/> intervention	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer
<input type="checkbox"/> machine	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer
<input type="checkbox"/> organe	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer
<input type="checkbox"/> panne	Afficher Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer
5 tables	Somme

Figure 4.9 : vue générale sur notre base de données.

La base de données est un ensemble de tables qui nous permet de stocker nos informations, comme la figure précédente le montre on a cinq tables, chaque table représente une entité de notre modèle logique de données relationnelles.

Présentation des tables de données :

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
<input type="checkbox"/> 1	<u>numMachine</u>	int(11)			Non	Aucune	AUTO_INCREMENT	Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 2	designMachine	varchar(50) latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 3	typeMachine	varchar(50) latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 4	referenceMachine	varchar(50) latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 5	marqueMachine	varchar(50) latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 6	fourniMachine	varchar(50) latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer
<input type="checkbox"/> 7	commentaireMachine	text latin1_swedish_ci			Non	Aucune		Modifier Supprimer

Figure 4.10 : table qui représente les machines.

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
1	<u>numOrgane</u>	int(11)			Non	Aucune	AUTO_INCREMENT	 Modifier  Supprimer
2	numMachine	int(11)			Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
3	designOrgane	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
4	referenceOrgane	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
5	marqueOrgane	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
6	commentaireOrgane	text	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer

Figure 4.11 : table qui représente les organes.

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
1	<u>numIntervention</u>	int(11)			Non	Aucune	AUTO_INCREMENT	 Modifier  Supprimer
2	numOrgane	int(11)			Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
3	numIntervenant	int(11)			Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
4	dateIntervention	timestamp			Non	CURRENT_TIMESTAMP		 Modifier  Supprimer
5	operationIntervention	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
6	periodeIntervention	timestamp			Non	CURRENT_TIMESTAMP		 Modifier  Supprimer
7	echeanceIntervention	timestamp			Non	CURRENT_TIMESTAMP		 Modifier  Supprimer

Figure 4.12 : table qui représente les interventions

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
1	<u>numIntervenant</u>	int(11)			Non	Aucune	AUTO_INCREMENT	 Modifier  Supprimer
2	nomIntervenant	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
3	profilIntervenant	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer

Figure 4.13 : table qui représente les intervenants.

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

#	Nom	Type	Interclassement	Attributs	Null	Défaut	Extra	Action
1	numPanne	int(11)			Non	Aucune	AUTO_INCREMENT	 Modifier  Supprimer
2	numOrgane	int(11)			Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
3	operationPanne	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
4	nomPanne	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
5	causePanne	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
6	datePanne	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer
7	tempsArret	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Non	Aucune		 Modifier  Supprimer

Figure 4.14 : table qui représente les pannes.

Nos informations sont enregistrées dans notre base de données, donc on va se diriger vers la conception de notre application My GMAO.

4.4/ Présentation de l'application My GMAO :

L'application Web de gestion de maintenance assistée par ordinateur (My GMAO) que nous avons développé, contribue à l'automatisation des opérations de maintenance de l'entreprise (ERENAV), et assister le service maintenance dans leurs missions. L'apport que notre application apporte à l'entreprise se résume en :

- L'élimination du gaspillage de temps.
- L'assurance d'une bonne gestion des ressources.
- Et l'assurance d'une bonne hiérarchisation et une meilleure sécurité des données.

4.4.1/ les différentes fonctionnalités de My GMAO :

Dans cette partie, nous allons vous présenter les différentes fonctionnalités de notre application, et c'est grâce à ces fonctionnalités que l'application nous permet, d'éviter la perte de temps dans l'exécution des tâches, de faciliter l'exécution des tâches par les utilisateurs, de prolonger les durées de vie des équipements et bien sûr automatiser le processus de maintenance au sein de l'entreprise.

Après avoir fait l'analyse des besoins de notre système, on a conçu l'application du fait qu'elle réponde à ces besoins, c'est-à-dire que l'application My GMAO va nous permettre la gestion des différents équipements et travaux ainsi que les intervenants.

- **La gestion des utilisateurs :**

L'application ne donne pas accès à n'importe quel utilisateur, pour pouvoir manipuler les commandes sur My GMAO, il faut un nom d'utilisateur et un mot de passe.

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

- **La gestion des équipements :**

L'utilisateur autorisé à manipuler l'application peut ajouter des équipements avec une description comme : des machines, des organes etc. Il peut également les supprimer ou les modifier, de plus il consulte les dates des interventions de la maintenance préventive afin que le service soit à temps pour l'exécution des tâches.

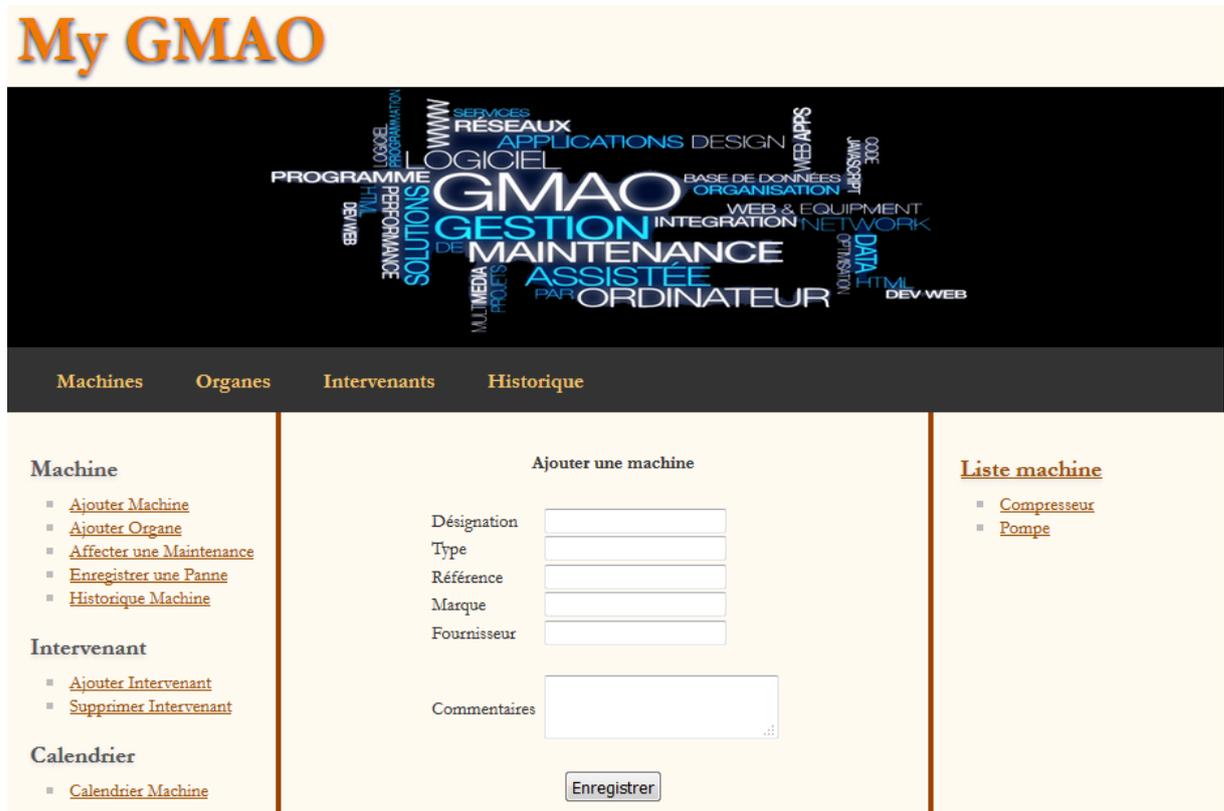


Figure 4.15 : ajouter une machine sur My GMAO



Figure 4.16 : ajouter un organe sur My GMAO.

- **gestion des interventions :**

Cette fonction permet à l'utilisateur de gérer les interventions de maintenance préventives en éditant un planning, il aussi peut affecter une nouvelle tâche de maintenance préventive, ou bien la reprogrammer, comme il peut enregistrer une panne que subit un équipement quelconque.



Figure 4.17 : affecter une maintenance.



Figure 4.18 : enregistrer une panne

Chapitre 3 : réalisation de l'application My GMAO

- **Consultation des interventions :**

Cette fonction nous permet la consultation du programme des interventions de maintenance préventives à réaliser pour chaque équipement sélectionné, tout en précisant l'opération à effectuer, l'intervenant ainsi que l'échéance de l'intervention.



The screenshot displays the 'My GMAO' application interface. At the top, there is a navigation menu with four items: 'Machines', 'Organes', 'Intervenants', and 'Historique'. The main content area is divided into three sections:

- Machine:** A list of actions including 'Ajouter Machine', 'Ajouter Organe', 'Affecter une Maintenance', 'Enregistrer une Panne', and 'Historique Machine'.
- Intervenant:** A list of actions including 'Ajouter Intervenant' and 'Supprimer Intervenant'.
- Calendrier:** A link for 'Calendrier Machine'.

The central section, titled 'Liste des interventions de maintenance de la machine Compresseur', contains a table with the following data:

Organe	Opération	Intervenant	Echéance
Filtre	Nettoyage	Mus	2016-05-12 13:42:02
Filtre	nettoyage	Mus	2017-08-27 00:00:00
Soupapes	graissage	Mus	2018-11-16 00:00:00

To the right of the table is a 'Liste machine' section with a list containing 'Compresseur' and 'Pompe'.

Figure 4.20 : consultation des interventions.

4.5/ conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la partie pratique qui a conduit à la réalisation de notre application d'e-maintenance My GMAO, nous avons commencé par la définition de nos besoins fonctionnels et nos besoins non-fonctionnels, ensuite nous avons réalisé notre modèle conceptuel de données en se basant sur la liste des besoins, puis nous avons transformé ce modèle conceptuel de données en modèle logique de données relationnelles, ces étapes essentielles pour la création de My GMAO. Dans la conception de notre application nous avons présenté le package utilisé à savoir le WAMP, qui contient l'Apache : le serveur Web, PHP : le langage de programmation pour la création d'une page Web, ainsi que MySQL : création de base de données. Et à la fin de notre travail nous avons présenté l'intégralité de l'application My GMAO en exposant ses différentes fonctionnalités.

Conclusion générale :

Conclusion générale :

Ce mémoire a traité l'étude et l'amélioration de la gestion de la maintenance au sein de l'entreprise ENERAV (entreprise nationale de réparation navale). Le travail qui nous a été confié consiste à développer une application de gestion de maintenance pour tout type d'équipement.

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons abordé les principaux aspects de la maintenance industrielle en présentant les notions de processus de la maintenance, les types de maintenances ainsi que les différentes architectures des systèmes de maintenance industrielle. Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté l'entreprise dans laquelle nous effectué notre stage de fin d'étude, à savoir l'ENERAV. Nous avons examiné les différents travaux du service maintenance de l'entreprise en s'intéressant particulièrement au plan de maintenance du compresseur CSD 102, qui alimente les différents ateliers de l'entreprise en air comprimé.

Nous avons consacré le troisième et dernier chapitre, à la partie pratique de notre travail qui concerne la réalisation de notre application de gestion de maintenance, une application Web baptisée My GMAO. Dans un premier temps, nous avons détaillé l'étude des besoins, ainsi que la modélisation conceptuelle et logique de notre application à travers l'élaboration des modèles MCD (modèle conceptuel de données) et MLD (modèle logique de données). Nous nous sommes intéressés ensuite à l'implémentation de l'application My GMAO en présentant les différentes technologies utilisées, à savoir PHP/HTML pour le codage des scripts de l'application et MySQL pour la gestion de la base de données. Les différentes fonctionnalités de l'application My GMAO (gestion des machines, organes, interventions, pannes, intervenants, échéances d'intervention etc.) ont été présentés à la fin du chapitre.

Les perspectives futures de ce travail concernent l'extensibilité de l'application My GMAO, il s'agit dans un premier temps de développer plus de fonctionnalités pour une meilleure gestion de la maintenance. Dans un second temps, il est envisageable d'intégrer des module intelligents de maintenance (bases de connaissances) permettant de prendre la bonne décision en matière de stratégie et de politique de maintenance.

Enfin ce travail nous a été très enrichissant. Il nous a permis de pouvoir développer une application de gestion de la maintenance industrielle, en espérant que cette application apportera une aide remarquable pour le service de maintenance de l'ENERAV.

Nous souhaitons que le présent travail satisfasse ses lecteurs.

Recherche bibliographique :

MARMIER, F. (2007). *Contribution à l'ordonnancement des activités de maintenance sous contrainte de compétence : une approche dynamique, proactive et multi-critère*. GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ.

Rasovska, I. (2006). *Contribution à une méthodologie de capitalisation des connaissances basée sur le raisonnement à partir de cas : Application au diagnostic dans une plateforme d'e-maintenance*. L'UFR des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté.

SEGUY, A. (2008). *DÉCISION COLLABORATIVE DANS LES SYSTÈMES DISTRIBUÉS APPLICATION À LA E-MAINTENANCE*. UNIVERSITÉ DE TOULOUSE.

TARARYKINE, V. (2005). *Modélisation des Flux d'Information dans un Système de E-maintenance*. UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE.

Zille, V. (2009). *Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants*. Université de Technologie de Troyes, Institut Charles Delaunay,.

ERANAV. (2014). *Service maintenance de l'entreprise de réparation navale d'Alger*. entreprise nationale de réparation navale.

ERENAV. (2015). *Organigramme de l'entreprise nationale de réparation navale, unité d'Alger*. Entreprise nationale de réparation navale.

KAESER. (2009). *Notice d'entretien du compresseur SCD 102*. Fournisseur du compresseur KAESER SCD 102.

KAESER. (2010). *Présentation du compresseur à vis SCD 102*. Site officiel, kaeser.com.

LAIOUAR Badreddine, K. H. (2015). *Etude technologique d'une grenailleuse (Blastrac/350E)*. Institut national spécialisé de formation professionnelle (I.T.E.E.M).

Rafik SEBAOUI, M. S. (2014). *Analyse de fonctionnement et élaboration d'un plan de maintenance d'un compresseur à vis*. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Dauphine, S. (2013). *Modèle logique de données relationnelles*.
<http://www.lamsade.dauphine.fr/~saunier/access/MLD.pdf>.

Openclassroom. (2016). *Introduction à PHP*. <https://openclassrooms.com/courses/concevez-votre-site-web-avec-php-et-mysql/introduction-a-php>.

Openclassroom. (2016). *Préparer son ordinateur*.
<https://openclassrooms.com/courses/concevez-votre-site-web-avec-php-et-mysql/preparer-son-ordinateur-2>.

Openclassroom. (2016). *Stocker des informations dans une base de données*.
<https://openclassrooms.com/courses/concevez-votre-site-web-avec-php-et-mysql/phpmyadmin-5>.

Oussama, B. Z. (2013). *conception et développement d'une application GMAO biomédicale hospitalière*. Institut supérieur des technologies médicale.

Stéphanie, L. (2012). *introduction au modèle conceptuel de donnée*. Louise Michel BTS, Grenoble.

ZEMMARI. (2014). *Modélisation logique des données*.
http://www.labri.fr/perso/zemmari/ens/L3MIAGe/6_Modelisation_logique_donnes.pdf.

Résumé :

Résumé :

Une vraie politique de maintenance est le moyen de s'assurer que vos équipements de travail sont réglés et maintenus en état de conformité. Elle permet de ce fait de préserver la santé et la sécurité de vos salariés. Une bonne maintenance nécessite de prendre en considération les pannes signalées, le taux d'utilisation et d'usure du matériel, son vieillissement, etc. C'est la raison pour laquelle ce travail tentera de présenter un état des lieux de l'organisation de la maintenance au sein de l'ERENAV (Entreprise nationale des réparations navales) tout en proposant des solutions d'améliorations.

Abstract :

The real politics of maintenance is the way to make sure that your working equipment is settled and maintained in good condition by conformity. She allows of this fact to protect the health and the safety of your employees. A good maintenance requires to consider the indicated breakdowns, the rate of use and wear of the material, its ageing, etc. It is the reason why this work will try to present a current situation of the organization of the maintenance within the ERENAV (State-owned company of the naval repairs) while proposing solutions of improvements.
