

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -  
Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen –  
Faculté de Technologie



## Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master  
en Génie Mécanique  
Spécialité: Maintenance Industrielle  
Thème

---

### Développement d'une base de données pour la gestion des pièces de rechange

---

Réalisé par : M. ABOU Yahia

Présenté le 08/06/2017, devant les membres de jury :

M. GUEZZEN Samir	M.C.B	Encadreur	Univ. Tlemcen
M. HAMZA CHERIF SM	M.C.B	Co-Encadreur	Univ. Tlemcen
M. GHERNAOUT Amine	Pr	Président	Univ. Tlemcen
M. MAMI Elias Fouad	M.A.A	Examineur	Univ. Tlemcen
M. BENSALD Ismail	M.A.B	Examineur	Univ. Tlemcen

Année universitaire : 2016-2017

## *Remerciement*

Tout d'abord, je remercie ALLAH le tout puissant pour ces faveurs et ses bontés, de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de terminer ce modeste travail.

Je tiens remercier vivement mon encadreur monsieur GUEZZEN Samir pour sa disponibilité et contribution générale à l'élaboration de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à mon co-encadreur monsieur HAMZA CHERIF SM pour les conseils qui ma donné.

J'exprime tous mes respects et remerciements à l'ensemble des membres de jury M. GHERNAOUT

Amine, MAMI Elias Fouad, BENSAID Ismail.

Je souhaiterais également remercier mes professeurs de la Faculté de Technologie de Tlemcen

Enfin, les mots les plus simples étant les plus forts, j'adresse toute mon affection à ma famille, et en particulier à ma mère et mon père.

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail à :

Ma mère qui m'accompagne partout par ses prières qu'ALLAH me garde

Mon frère Zoubir

Mes voisins Ghaffour Sidi Mohamed et sa femme Fadia, et leurs deux filles Inàam et

Amina

Mes amis B. Adel, Younes, Amine, Abdelbasset, Adel

Tous mes camarades de la promotion maintenance industrielle 2016-2017

Toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien tant moral que physique et qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail

## ملخص

تلعب الصيانة دور مقومات النجاح بالنسبة للشركات الطامحة لتسيد المكانة الاقتصادية عالميا أو محليا خاصة في ظل زمن المنافسة الاقتصادية كما ونوعا. وهنا تدخل تسيير الصيانة باستعمال الاعلام الألي الذي يلعب دورا مهما لسباق ما تتمثل في تغيير طريقة عمل تقليدية ببرنامج أو عدة برامج. وبالتالي تقليص وقت معالجة المعلومات.

العمل الذي قمنا به هو انجاز برنامج يقوم بادارة مخزون قطع الغيار لدى الشركات باستعمال برنامج Netbean لانشاء البرامج و استعمال طريقة MERISE التي تتمثل في إنشاء قواعد المعطيات و المعاملات قبل إنجاز هذا المشروع المعلوماتي.

## الكلمات الدالة

GMAO – Gestion de stock – Base de données

**Abstract**

The maintenance is the most important element of actually success for companies aspiring to dominate the economic locally and internationally, especially at the time of economic competition for quality and quantity. And here comes the GMAO who play important role to automate a process which consists in replacing a traditional work method by one or several programs data processing.

Work that we achieved consist the conception and realization a program that manage the stock by computer. By using Netbeans to create the program and using the method Merise that serves to the modeling of data and treatments before achieving this computer project.

**Keywords**

GMAO – Gestion de stock – Base de données

## **Résumé**

La maintenance est le moyen le plus important pour les sociétés qui souhaitent le monopole économique international ou local spécialement au temps de rivalité économique (quantité et qualité), et ici vient la GMAO qui joue un rôle important pour automatiser un processus qui consiste à remplacer une méthode de travail traditionnelle par un ou plusieurs programmes de traitement de données.

Le travail que nous avons réalisé, consiste à la conception et réalisation d'un logiciel de gestion de stock, en utilisant Netbeans le logiciel de création des programmes, et la Méthode MERISE qui sert à la modélisation des données et des traitements.

## **Mots-clés**

GMAO – Gestion de stock – Base de données

## Sommaire

Liste des figures .....	I
Liste des tableaux.....	II
Sigle et abréviation .....	III
Introduction générale .....	1

### Chapitre 1. Maintenance industrielle

Introduction .....	3
1.2. Maintenance.....	3
1.3. Objectifs de la maintenance.....	3
1.3.1. Objectifs financiers .....	3
1.3.2. Objectifs opérationnels .....	3
1.4. Niveaux de maintenance .....	3
1.5. Types de la maintenance.....	4
1.5.1. Maintenance corrective .....	4
1.5.2. Maintenance préventive .....	4
1.5.2.1. Maintenance systématique .....	5
1.5.2.2. Maintenance conditionnelle .....	5
1.5.2.2.1. Organisation de la maintenance conditionnelle .....	6
1.5.2.2.2. Classement des machines .....	8
A. Vitales .....	8
B. Importante .....	8
C. Secondaire .....	8
1.6. Méthodes d'analyse .....	8
1.6.1. Analyse d'huile .....	8
1.6.2. Thermographie infrarouge .....	9
1.6.2.1. Exemple .....	9
1.6.3. Analyse vibratoire .....	9
1.7. Cinématique .....	10
1.8. Chaîne de mesure.....	11
1.9. Capteurs de vibrations .....	13
1.10. Types des capteurs .....	14
1.10.1. Accéléromètre piézo-électrique .....	14
1.10.2. Capteur à courant de Foucault .....	14
1.11. Défauts des machines tournantes .....	15
1.11.1. Balourd .....	15
1.11.2. Désalignement .....	15
1.11.3. Mauvais serrage mécanique .....	16

1.11.4. Engrènement .....	16
1.11.5. Défauts des roulements .....	17
1.12. Définitions .....	17
1.12.1. Dégradation .....	17
1.12.2. Défauts et pannes .....	17
1.12.3. Défaillance .....	18
1.12.4. Cause de défaillance .....	18
Conclusion .....	20

## **Chapitre 2. Introduction à la GMAO**

Introduction .....	21
2.2. Définition .....	21
2.3. Proiciels De GMAO .....	21
2.4. Domaines à gérer par la GMAO.....	22
2.4.1. Gestion du préventif .....	22
2.4.2. Gestion du stock .....	22
2.4.3. Gestion des approvisionnements et des achats .....	22
2.4.4. Analyse des défaillances .....	23
2.4.5. Budget et le suivi des dépenses .....	23
2.4.6. Gestion des ressources humaines .....	24
2.4.7. Tableaux de bord et statistiques .....	24
2.5. Objectif de la GMAO .....	24
2.6. Systèmes de gestion des bases de données (SGDB) .....	25
2.7. Choix d'un outil GMAO bien adapté .....	25
2.8. Organisation humaine pour la GMAO .....	26
2.9. Intégration de la GMAO dans le système d'information de l'entreprise .....	26
2.10. Démarche d'information de la maintenance .....	26
2.11. Auto diagnostic d'un logiciel de GMAO .....	28
2.11.1. Objectif .....	28
2.11.2. Démarche .....	28
2.11.3. Grille d'évaluation d'un logiciel de GMAO par rapport au besoin de l'entreprise .....	28
Conclusion .....	29

## **Chapitre 3. Gestion de stock**

Introduction .....	31
3.2. Définition .....	31
3.3. Organisation des magasins et tâches administratives de la gestion des stocks .....	32
3.3.1. Organisation des magasins.....	32
3.3.2. Implantation.....	32



3.3.3. Entreposage.....	32
3.3.4. Classement .....	32
3.4. Tâches administratives de la gestion des stocks.....	32
3.4.1. Normalisation des articles.....	32
3.4.2. Classification des articles.....	33
3.4.3. Symbolisation des articles .....	33
3.5. Contrôle de stock.....	33
3.5.1. Contrôle des entrées.....	33
3.5.2. Contrôle des sorties.....	34
3.5.3. Contrôle des retours.....	34
3.5.4. Contrôle des existants .....	35
3.6. Outils de gestion des stocks.....	35
3.6.1. Nomenclature.....	35
3.6.2. Fiches de stocks .....	35
3.6.3. Fiches d’approvisionnement.....	36
3.7. Méthode ABC pour l’analyse des stocks.....	36
3.7.1. Principes et intérêt de la méthode .....	36
3.7.2. Diagramme de Pareto.....	37
3.7.3. Etapes de la méthode .....	37
3.7.4. Représentation graphique .....	37
3.8. Coût du stock.....	38
3.8.1. Coût de commande ou de passation.....	38
3.8.2. Coût de stockage ou de possession .....	39
3.9. Types de stock ou Les indicateurs de la gestion de stock .....	39
3.9.1. Stock minimum ou d'alerte .....	39
3.9.2. Stock de sécurité ou de protection .....	39
3.9.3. Stock maximum .....	39
3.9.4. Stock tampon ou stock délai .....	39
3.9.5. Stock mort ou dormant .....	39
3.9.6. Stock disponible.....	39
Conclusion.....	40

## **Chapitre 4. Mise en œuvre d’un logiciel de gestion de stock**

Introduction .....	42
4.2. Procédure de gestion du stock .....	42
4.2.1. Objectif .....	42
4.2.2. Création des pièces .....	43
4.2.2.1. Vérification de l'existence .....	43
4.2.2.2. Création d’une référence .....	44
4.2.2.3. Création d’une famille .....	45

---

4.3. Choix de la méthode .....	45
4.4. Définition de la méthode .....	46
4.5. Justification du choix .....	46
4.6. Choix de langage de programmation .....	46
4.6.1. Définition Netbeans .....	47
4.6.2. Définition PhpMyAdmin .....	47
4.7. Dictionnaire des données .....	47
4.7.1. Elaboration un dictionnaire des données .....	48
4.8. Modèle Conceptuel de Donnée (MCD) .....	50
4.8.1. Présentation le modèle conceptuel de donnée .....	50
4.9. Modèle Logique des Données (MLD) .....	52
4.9.1. Elaboration du MLD .....	52
Conclusion .....	52

## **Chapitre 5. Application du logiciel de gestion de stock**

Introduction .....	54
5.2. Présentation du logiciel .....	54
5.2.1. Fenêtre de l'utilisateur .....	54
5.2.2. Fenêtre de l'administrateur .....	54
5.2.3. Fenêtre d'accueil .....	55
5.2.4. Module des pièces .....	56
5.2.5. Module des fournisseurs .....	56
5.2.6. Module des bons de commande .....	57
5.2.7. Module de recherche .....	57
5.2.8. Module d'historique .....	59
Conclusion .....	59
Conclusion générale .....	60
Bibliographie	

## Liste des figures

Figure 1.1	: Types de maintenance [13] .....	4
Figure 1.2	: Organisation de la maintenance conditionnelle [13].....	6
Figure 1.3	: Exemple de la thermographie infrarouge [23] .....	9
Figure 1.4	: La chaine de mesure analogique [13].....	11
Figure 1.5	: La chaine de mesure numérique [13] .....	12
Figure 1.6	: Défaut de balourd [14] .....	2
Figure 1.7	: Défauts désalignement [14].....	2
Figure 1.8	: Défaut d'engrenage .....	16
Figure 1.9	: Défauts des roulements [5].....	16
Figure 1.10.1	: Causes de défaillances liées à l'emploi [22] .....	18
Figure 1.11.2	: Défaillances liées au phénomène de corrosion [22].....	19
Figure 2.1	: Structure de la SGBD [7] .....	25
Figure 2.2	: Démarche d'informatisation de la maintenance [6] .....	27
Figure 3.1	: Bon d'entrée [12] .....	34
Figure 3.2	: Bon de Sortie [12] .....	34
Figure 3.3	: Fiche de stock [12] .....	36
Figure 3.4	: Courbe ABC [9].....	38
Figure 4.1	: Vérification de l'existence .....	43
Figure 4.2	: Création d'une référence .....	44
Figure 4.3	: Créer d'une famille .....	45
Figure 4.4	: MCD de la base de données .....	46
Figure 5.1	: Fenêtre de l'utilisateur.....	2
Figure 5.2	: Fenêtre de l'administrateur .....	2
Figure 5.3	: Fenêtre d'accueil.....	2
Figure 5.4	: Module des pièces .....	2
Figure 5.5	: Module des fournisseurs .....	2
Figure 5.6	: Module des bons de commande .....	2
Figure 5.7	: Module de recherche .....	2
Figure 5.8	: Fenêtre de bon de sortie de la pièce .....	2
Figure 5.9	: Module d'historique .....	59

## Liste des tableaux

Tableau 1.1	: Niveaux de maintenance [13].....	4
Tableau 2.1	: Grille d'évaluation d'un logiciel de GMAO [6] .....	29
Tableau 4.1	: Dictionnaire des données .....	48

## Sigles et abréviations

ABC	: Activity Based Coasting
AFNOR	: Association Française de Normalisation
AMDEC	: Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
BPT	: Bon de Petits Travaux
CAN	: Convertisseur Analogique-Numérique
CDDL	: Common Développment and Distribution License
E/B	: Échantillonneur-Bloqueur
EDI	: Environnement de Développement Intégré
GMAO	: Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
GPAO	: Gestion de la Production Assistée par Ordinateur
HTML	: Hyper Text Markup Language
IBM	: International Business Machines
ICP	: Integrated Circuit Piezoelectric
IDE	: Integrated Development Environment
JDK	: Java Development Kit
LCC	: Life Cycle Cost
MCD	: Modèle Conceptuel des Données
MERISE	: Méthode Etude et de Réalisation Informatique par Sous-Ensemble
MLD	: Modèle Logique des Données
MTTR	: Mean Time To Restoration
OT	: Ordre de Travail
PHP	: Personal Home Pages (Hypertext Preprocessor)
PME	: Petites et Moyennes Entreprises
SGDB	: Système de Gestion de Base de Données
SIA	: Système d'Information Automatisé
SPARC	: Scalar Processor ARChitecture
XML	: eXtensible Markup Language
Feng	: Fréquence d'engrènement

## **Introduction générale**

A l'heure de la mondialisation de l'économie, où l'environnement fortement concurrentiel des entreprises n'autorise aucune erreur de gestion, la plupart des entreprises des pays en voie de développement tant du secteur public que privé font malheureusement face à des difficultés énormes de gestion.

Parmi les solutions qui s'avère comme l'une des meilleurs, c'est la GMAO, en raison de la bonne organisation offerte par cette dernière.

Etant un outil puissant la GMAO offre la gestion des achats et les approvisionnements de l'entreprise. Elle gère aussi le personnel, la planification et l'ordonnancement des travaux.

Cela amène à notre travail qui consiste à développer une base de données pour la gestion des stocks et d'approvisionnement.

Le présent mémoire s'articule en cinq chapitres :

Le premier chapitre est une description générale de la maintenance, ses différents types ainsi que les causes de défaillances.

Dans le second chapitre nous parlerons essentiellement de la GMAO, ou les principaux points sont : les domaines à gérer par la GMAO, les objectifs de la GMAO, le choix d'un outil GMAO, démarche d'informatisation de la maintenance, et enfin l'évaluation d'un logiciel de GMAO.

Le troisième chapitre sera consacré au module de la gestion des stocks qui permet de gérer les entrées et les sorties du magasin ainsi que l'organisation des articles.

Le quatrième chapitre sera réservé à la mise en œuvre d'une base de données pour la gestion des stocks, ou les principaux points sont : le dictionnaire des données, le model conceptuelle des données, le model logique des données, et l'outil de programmation.

Le cinquième chapitre sera consacré pour la présentation de logiciel de gestion de stock développé ainsi que ses différents modules.

Enfin, on terminera avec une conclusion générale ou nous allons synthétiser ce qui a été fait dans ce mémoire.

# **Chapitre 1**

## **Maintenance industrielle**

## **Introduction**

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

Dans ce chapitre, nous présentons l'approche de maintenance, et nous donnons les différents types de maintenance ainsi que les causes de défaillances.

### **1.2. Définition**

Le terme de maintenance désigne l'ensemble des techniques d'entretien et de la vérification qui sont mis en œuvre pour permettre une utilisation optimale des machines dans une installation industrielle.

### **1.3. Objectifs de la maintenance**

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

#### **1.3.1. Objectifs financiers**

- Réduire au minimum les dépenses de maintenance.
- Assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget.

#### **1.3.2. Objectifs opérationnels**

- Maintenir l'équipement dans les meilleures conditions possibles.
- Assurer la disponibilité maximale de l'équipement à un prix minimum.
- Augmenter la durée de vie des équipements.
- Entretenir les installations avec le minimum d'économie et les remplacer à des périodes prédéterminées.
- Assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment.

### **1.4. Niveaux de maintenance**

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq niveaux de maintenance (Tableau 1.1) :



	<b>niveau 1</b>	<b>niveau 2</b>	<b>niveau 3</b>	<b>niveau 4</b>	<b>niveau 5</b>
Travaux	- réglages simples - pas de démontage ni ouverture	opérations mineures de maintenance préventive	identification et diagnostic de pannes	travaux importants de maintenance corrective ou préventive	Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparation importantes confiées à un atelier central
Lieu	sur place	sur place	sur place ou dans atelier de maintenance	atelier spécialisé avec outillage général	Atelier central où unité extérieure
Personnel	exploitant du bien	technicien habilité	technicien spécialisé	équipe avec encadrement technique spécialisé	Equipe complète et polyvalente

Tableau 1.1 : Niveaux de maintenance [13]

### 1.5. Types de la maintenance

Nous distinguons plusieurs types de maintenance (figure 1.1) :

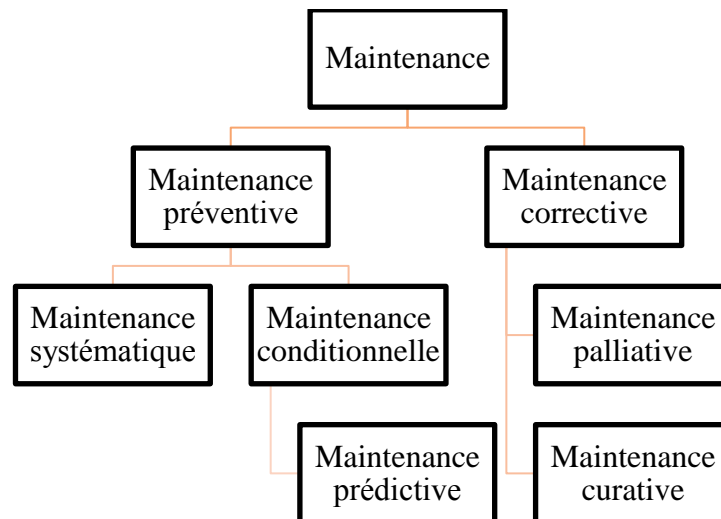


Figure 1.1 : Types de maintenance [13]

### **1.5.1. Maintenance corrective**

Elle consiste à intervenir à la suite des pannes. Cela ne veut pas dire que toutes ces pannes n'ont pas été prévisibles. Ce type de maintenance sera facilité par une bonne maintenabilité (aptitudes à maintenir ou à rétablir un dispositif, dans un état, lui permettant d'accomplir sa fonction). Il pourra permettre d'améliorer la fiabilité globale en analysant les problèmes rencontrés en contrôle techniques ou cercles de qualité ou avec les constructeurs.

### **1.5.2. Maintenance préventive**

Ce type de maintenance vise à diminuer la probabilité de défaillance d'un système. Elle s'appuie sur :

#### **1.5.2.1. Maintenance systématique**

Elle consiste à changer suivant un échancier établi à l'avance des organes jugés proches de l'usure. Elle est définie par les lois de la conception par le constructeur et remplie par l'expérience des agents de la maintenance. C'est la plus simple et la plus utilisée jusqu'à présent. Elle consiste donc en des arrêts réguliers de la machine, avec démontage, contrôle des jeux et remplacements systématiques d'organes. La date de l'arrêt est planifiée en se basant sur des données statistiques du dossier historique de l'unité d'intervention. L'inconvénient d'une telle maintenance est le risque de démontage inutile de la machine occasionnant ainsi un manque à gagner certain. De plus, il est toujours délicat de redémarrer un équipement après démontage dans lequel des réglages parfois longs et complexes s'imposent. Il se peut aussi qu'on ait des défaillances entre deux interventions systématiques provoquant ainsi des dégâts importants avec arrêt de la production.

#### **1.5.2.2. Maintenance conditionnelle**

Ce type de maintenance consiste à effectuer un diagnostic avant de remplacer l'organe en question. Elle s'applique particulièrement aux machines tournantes. Elle est basée sur l'analyse :

- externe des machines (corrosion, ancrages, etc.....)
- des paramètres tels que (la pression, le débit .....
- des huiles de lubrification et étanchéité.
- des températures d'organes des machines

- des vibrations et des bruits au niveau des organes.

La maintenance conditionnelle permet donc d'éviter les inconvénients de la maintenance systématique. Par le fait qu'elle permet de déterminer quel organe défaillant devra être remplacé et la date à laquelle s'impose l'intervention en se basant uniquement sur les analyses en temps réel de la machine et non sur des données statistiques.

Bien évidemment, pour faire de telles prédictions, il est nécessaire d'accéder à une bonne compréhension du rôle de la machine dans les procès et de son fonctionnement interne, car il n'est pas possible de prédire l'avenir d'un équipement sans connaître son état de santé au temps présent.

#### 1.5.2.2.1. Organisation de la maintenance conditionnelle

Dans la (figure 1.2) on définit l'organisation de la maintenance conditionnelle par l'organigramme suivant :

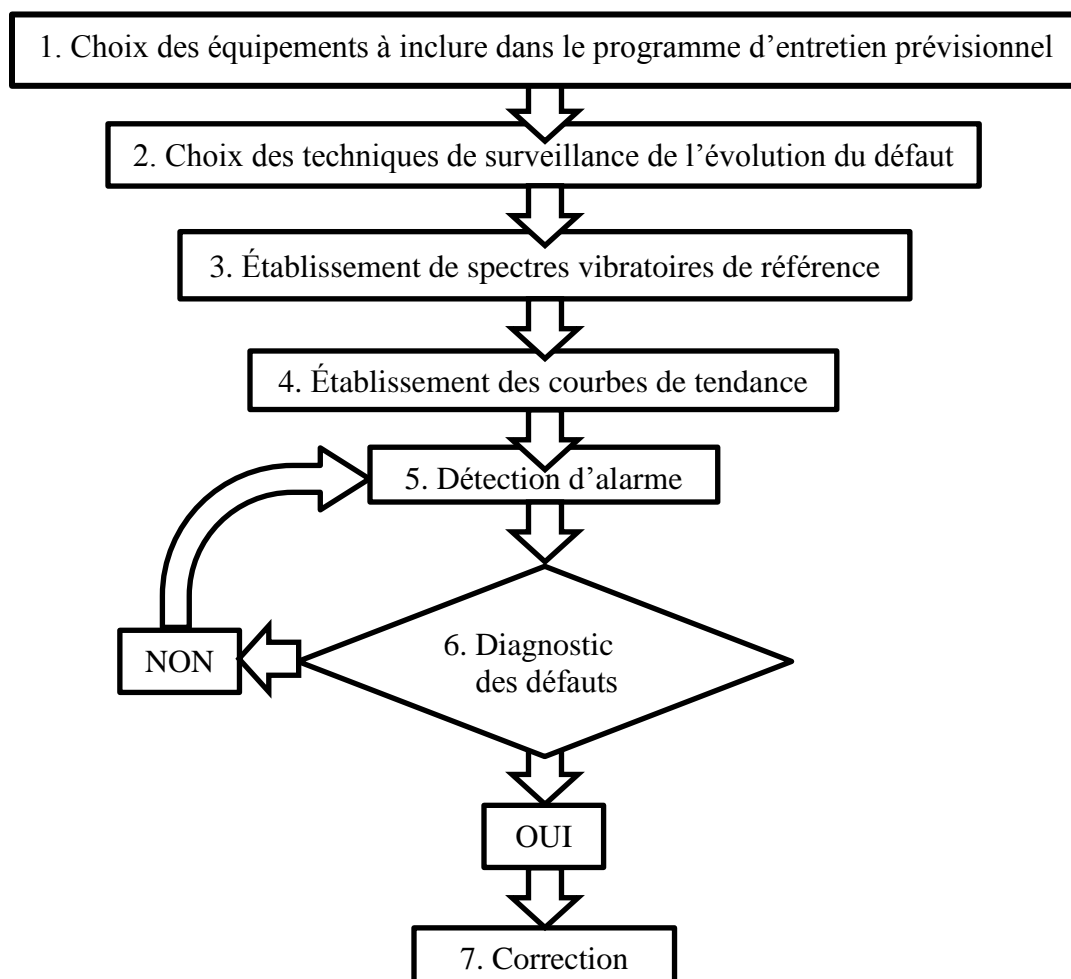


Figure 1.2 : Organisation de la maintenance conditionnelle [13]

Cette étape comprend :

1. la codification des équipements, l'inventaire et la sélection du type d'entretien appliqué à chaque équipement.
2. le choix de la technique de mesure, leur périodicité, leur endroit et repérage, la création d'une route et des dossiers de suivi.
3. la détermination s'occupe de la détermination des alarmes.
4. la prise de mesure, l'enregistrement et la gestion des données vibratoires.
5. la vérification du seuil d'alarme.
6. la détermination de l'élément défaillant.
7. le Changement ou correction de l'élément défaillant.

#### **1.5.2.2.2. Classement des machines**

Afin de ne pas surveiller inutilement des machines qui n'ont pas une importance capitale, les industriels établissent souvent le classement suivant :

##### **A. Vitales**

Machines non doublées dont la panne entraîne l'arrêt de la production.

Les frais et les délais de remise en état sont importants. Les pertes de production sont inacceptables.

##### **B. Importante**

Machines doublées ou non dont la panne entraîne une baisse sensible de la production.

Les frais et délais de remise en état sont importants, les pertes de production aussi.

##### **C. Secondaire**

Machines doublées ou dont une panne ne remet pas en cause les capacités de production.

### **1.6. Méthodes d'analyse**

Il existe plusieurs méthodes d'analyse telle que :

#### **1.6.1. Analyse d'huile**

Le lubrifiant (huile) est comparable au sang de la machine, il reflète le comportement et l'état du système dans lequel il circule.

Le suivi de ces caractéristiques physico-chimiques permet d'apprécier l'état de dégradation de l'huile et de connaître son aptitude à remplir totalement ses fonctions initiales de lubrification. L'évolution de cette dégradation peut être un indicateur de condition d'exploitation de l'équipement. Elle va permettre d'optimiser les fréquences de vidanges

dans le cas de quantité importante, le suivi de la contamination permet :

- de situer l'organe défectueux, d'apprécier l'évolution et le type d'usure dans le cas d'une pollution par des particules internes.
- d'apprécier la nature et l'origine des agents extérieurs.

On prend comme référence les caractéristiques de l'huile neuve et on compare les résultats obtenus à chaque analyse, si l'on constate une évolution brutale des caractéristiques ou si l'on atteint des valeurs très éloignées des valeurs initiales, il faut soit intervenir au niveau du matériel ou remplacer l'huile [11].

### **1.6.2 Thermographie infrarouge**

Le contrôle par thermographie a pour objet de détecter et de localiser les variations de température en surface. Une caméra infrarouge associée à un logiciel de traitement d'image, permet d'obtenir une image en 2 dimensions, appelée thermo-gramme, de la zone contrôlée. La couleur de chaque pixel de l'image peut être reliée à la température en chaque point de l'objet, en faisant des hypothèses sur la valeur d'émissivité de la surface

La thermographie est utilisée lors des opérations de maintenance sur site pétrochimique notamment pour le contrôle :

- de l'état des calorifuges et frigorifuges d'équipement fonctionnant hors température normale,
- de l'état des matériaux réfractaires utilisés sur les fours, cheminés et le gunitage de réacteurs,
- de niveaux dans les réservoirs.

La thermographie est bien adaptée à la détection des points chauds (surchauffe, température anormale) sur les machines tournantes et les armoires électriques. Il est également envisageable de surveiller un processus comme le soudage, le remplissage d'un moule [23].

### **Exemple**

Figure I.3 présente un exemple de la thermographie infrarouge pour détecter un défaut d'engrenage.

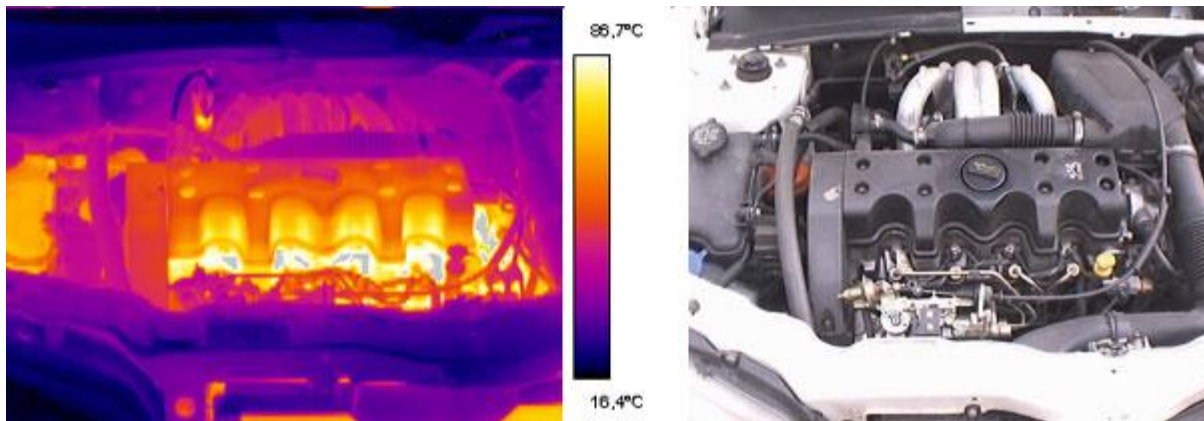


Figure 1.3 : Exemple de la thermographie infrarouge [23]

### 1.6.3. Analyse vibratoire

Le principe de l'analyse des vibrations est basé sur l'idée que les structures de machines, excitées par des efforts dynamiques, donnent des signaux vibratoires dont la fréquence est identique à celle des efforts qui les ont provoqués ; et la mesure globale prise en un point est la somme des réponses vibratoires de la structure aux différents efforts excitateurs. On peut donc, grâce à des capteurs placés en des points particuliers, enregistrer les vibrations transmises par les structures de la machine et, grâce à leur analyse, identifier l'origine des efforts auxquels elle est soumise. De plus, si l'on possède la « signature » vibratoire de la machine lorsqu'elle était neuve, ou réputée en bon état de fonctionnement, on pourra, par comparaison, apprécier l'évolution de son état ou déceler l'apparition d'efforts dynamiques nouveaux consécutifs à une dégradation en cours de développement.

La mesure d'une vibration transmise par la structure d'une machine sous l'effet d'efforts dynamiques sera fonction de multiples paramètres :

- caractéristiques de fixation de la machine sur le sol qui oppose des réactions aux vibrations et modifie l'intensité
- position et fixation du capteur sur la machine
- caractéristiques du capteur.
- pré-amplification et transmission du signal.
- vitesse de rotation et puissance absorbée.

- état des liaisons de la chaîne cinématique (alignement, balourd, engrenages, roulements etc.).

### 1.7. Cinématique

On ne peut surveiller correctement une machine que l'on ne connaît pas. Avant de recueillir un signal vibratoire, il faut prendre connaissance de la cinématique de l'installation à surveiller. Parmi les indications les plus importants, le technicien doit connaître :

- la vitesse de rotation de chaque ligne d'arbre ;
- le nombre de pales ou d'aubages sur les ventilateurs et les pompes ;
- le nombre de dents des engrenages ;
- le diamètre des poulies et la longueur des courroies.
- le type des roulements.
- le nombre de barres de la cage d'écureuil du moteur, etc.

Tous ces renseignements sont indispensables pour déterminer les outils adéquats à une surveillance efficace. Ils permettent de calculer les fréquences caractéristiques des défauts susceptibles d'apparaître sur les machines.

### 1.8. Chaîne de mesure

Le but de la mesure est de faire correspondre, à une grandeur physique que l'on désire connaître, une grandeur compréhensible par le système d'acquisition. De nos jours, il s'agit presque uniquement de signaux électriques qui ont remplacé les systèmes mécaniques et optiques d'autrefois. Ainsi le capteur délivre un signal qui est amplifié et converti généralement en tension par un conditionneur. Le système d'acquisition n'a plus alors à traiter qu'un courant électrique dont l'intensité est directement reliée à l'amplitude du phénomène vu par le capteur et cela quel que soit le type de ce capteur.

Prenons l'exemple d'une chaîne d'acquisition analogique (figure 1.4). Le mot analogique veut dire que la loi liant l'information issue du capteur à la grandeur mesurée est continue. Le signal issu du capteur est transformé par un conditionneur de signaux qui comprend généralement les éléments suivants :

- le convertisseur de mesure, qui transforme généralement le signal en un courant électrique aisément transportable et qui est en entrée de la plupart des stations

d'acquisition modernes.

- l'amplificateur, qui a pour but d'augmenter l'intensité du signal et de le rendre en cela moins sensible au bruit de fond ambiant.
- un ou plusieurs dispositifs de traitement du signal qui sont dédiés à la chaîne d'acquisition et varient en fonction des objectifs fixés par l'utilisateur. Ces dispositifs mettent en œuvre des fonctions très variées allant des filtres aux corrélations entre signaux en passant par la conversion en valeur efficace ou la linéarisation. Dans certains cas, il est possible de trouver, dans la chaîne d'acquisition, un multiplexeur : par exemple, si la station d'acquisition est éloignée du lieu de mesure ou si l'opérateur désire enregistrer un certain nombre de voies sur une bande magnétique.

L'opération consiste à faire passer plusieurs signaux par une seule voie.

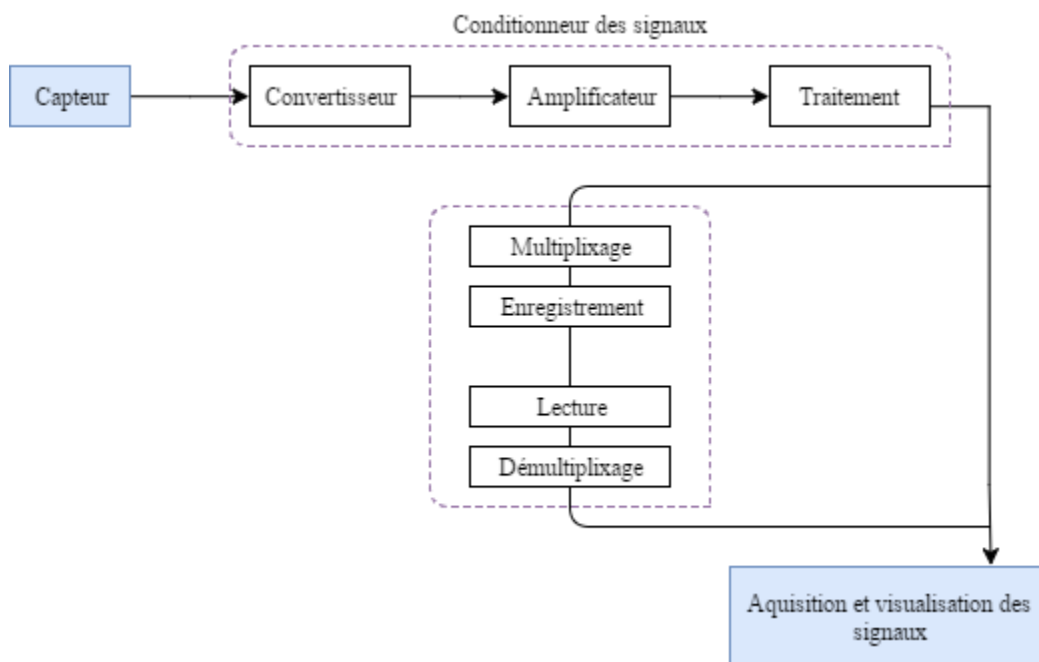


Figure 1.4 : La chaîne de mesure analogique [19]

La chaîne de mesure numérique, dont un exemple est donné (figure 1.5), utilise au départ les mêmes dispositifs que la chaîne de mesure analogique. En sortie du conditionneur de signaux, le signal est échantillonné et numérisé par les éléments suivants :

- l'échantillonneur-bloqueur (E/B) a pour mission, au moment indiqué par le système logique de commande, de figer la valeur instantanée du signal au moins



- le temps que le convertisseur analogique-numérique effectue sa conversion.
- le convertisseur analogique-numérique (CAN) a pour rôle de coder la valeur instantanée du signal en entrée en un nombre. Son fonctionnement est géré par le système logique de commande qui peut être un microprocesseur. De la même manière que pour la chaîne analogique, dans le cas de plusieurs voies d'acquisition, un multiplexeur peut venir s'intercaler dans la chaîne numérique soit entre le conditionneur et l'échantillonneur-bloqueur, soit entre ce dernier et le convertisseur analogique-numérique [19].

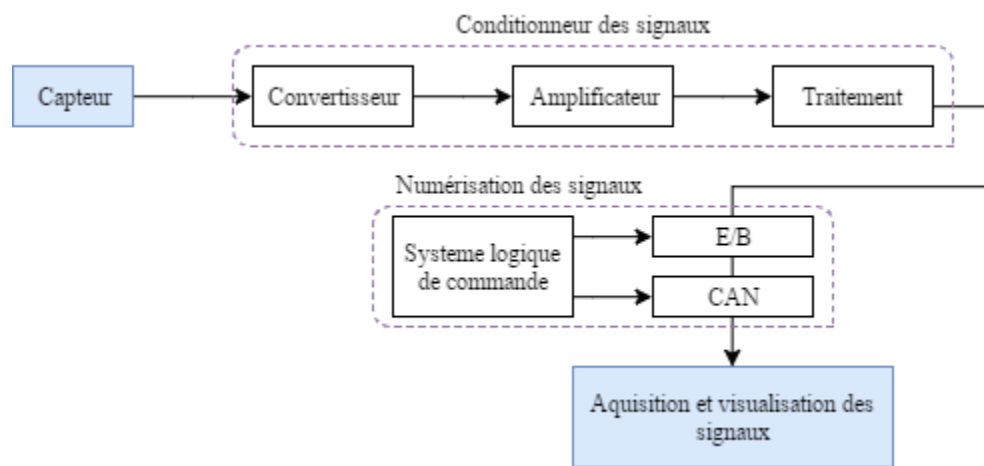


Figure 1.5 : La chaîne de mesure numérique [29]

### 1.9. Capteurs de vibrations

Le capteur de vibrations est le premier maillon de la chaîne de mesure. Le plus largement utilisé est l'accéléromètre ou capteur piézoélectrique. Le principe de tous ces accéléromètres est de générer un signal électrique proportionnel au niveau de vibration. Ces accéléromètres sont très appréciés car ils possèdent une large bande de fréquence présentant une excellente linéarité, permettent l'intégration du signal pour obtenir la réponse en vitesse ou en déplacement et sont d'une excellente précision et fiabilité.

La façon d'utiliser l'accéléromètre joue un rôle primordial dans la prise de mesure. En effet, le mode de fixation et l'emplacement du capteur influent sur les résultats. La fixation sur la structure doit être réalisée à partir d'une liaison parfaite. Il existe plusieurs modes de fixation tels que le goujon vissé, l'embase collée, l'embase magnétique, la pointe touche. Ces différents modes jouent un rôle considérable sur la bande de fréquence

et surtout sur la répétitivité des mesures. Le choix de l'emplacement du capteur se veut important étant donné la conception de celui-ci. En effet, la prise de mesure est fournie pour une direction donnée; c'est pourquoi l'accéléromètre doit être placé à un endroit où la mobilité est maximale.

Actuellement, le capteur est placé au plus près du défaut potentiel pour éviter les contributions extérieures.

Les signaux enregistrés par les capteurs sont souvent le résultat d'un mélange de nombreuses sources vibratoires qui peuvent perturber l'interprétation des niveaux d'analyse introduit dans la section précédente, et ceci est d'autant plus vrai si le capteur n'est pas placé au plus près du défaut potentiel dû à un manque d'accessibilité. La surveillance d'un composant particulier peut être perturbée par la présence d'autres sources vibratoires. De même, le diagnostic peut s'avérer difficile si des composants identiques sont intégrés à l'équipement étudié [5].

## **1.10. Types des capteurs**

### **1.10.1. Accéléromètre piézo-électrique**

Le capteur et le conditionneur de signal qui lui est associé sont les deux maillons de base communs à toute chaîne de mesure et tout système de surveillance ou de diagnostic par analyse de vibrations. Sa dynamique de mesure et sa bande passante très étendue font de l'accéléromètre piézo-électrique le capteur le mieux adapté pour l'analyse des vibrations absolues de palier. Le choix d'un accéléromètre et du conditionneur de signal sera guidé par la spécialité et l'environnement des équipements à surveiller (vitesse, température des paliers, distance entre capteur et unité de traitement...). Les éléments déterminants dans le choix d'un accéléromètre et de son conditionneur, outre la sensibilité et les facteurs d'influences, sont la fréquence de coupure inférieure de la fréquence de résonance, en l'absence de contraintes particulières d'utilisation (température de palier très élevée [ $>120^{\circ}\text{C}$ ] ou vitesse de rotation très basse [ $<120\text{tr/min}$ ] l'accéléromètre à électronique incorporée (ICP) est de plus en plus utilisé au détriment de l'association accéléromètre/amplificateur de charge.

### **1.10.2. Capteurs à courant de Foucault**

Le capteur de proximité le mieux adapté à la mesure et à l'analyse du déplacement relatif d'un arbre dans son palier est le capteur à courant de Foucault. Sa bande passante est très

étendue mais sa dynamique est faible à cause du bruit élevé induit par les imperfections d'usinage de l'arbre et le non homogénéité magnétique des matériaux le constituant. Ces imperfections géométriques et magnétiques se traduisent dans le domaine spectral par la présence d'un peigne de raies dont le pas correspond à la fréquence de rotation. Ce peigne de raies parasite le spectre de signal utile et peut induire de graves erreurs d'interprétation. La réduction de ce bruit nécessite un traitement spécifique de l'arbre au niveau des zones de visée des sondes [4].

## 1.11. Défauts des machines tournantes

### 1.11.1. Balourd

Le balourd (figure 1.6) est la cause de vibrations la plus commune et la plus fréquemment rencontrée, en dépit du soin apporté à la construction des rotors, il est donc impossible de les équilibrer parfaitement et il existe donc toujours une vibration à la fréquence de rotation dont l'amplitude est directement proportionnelle à l'importance du balourd et au carré de la vitesse de rotation. Une modification brusque de l'amplitude correspond systématiquement à une modification du balourd dont l'origine peut-être une rupture ou la déformation d'une partie du rotor (ailettes de turbine par exemple). Si cette modification d'amplitude est plus lente, il peut s'agir d'une usure ou d'un encrassement de la partie tournante (suie, dépôt, etc.).

Le phénomène se caractérise par une vibration radiale importante à la fréquence de rotation.

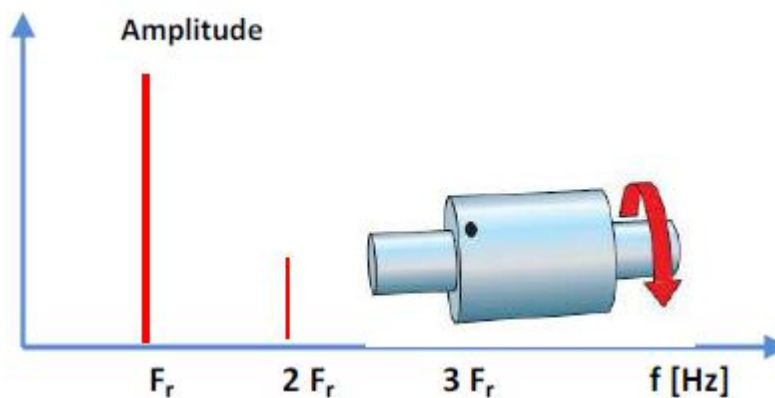


Figure 1.6 : Défaut de balourd [14]

### 1.11.2. Désalignement

Un désalignement (Figure 1.7) provoque des vibrations à la fréquence de rotation ainsi qu'aux harmoniques d'ordre 2, 3 et parfois 4 (double, triple, quadruple de la fréquence de rotation et parfois même davantage en particulier pour les accouplements à denture où l'on rencontre les harmoniques liés au nombre de dents et à la fréquence de rotation).

La composante axiale de la vibration est particulièrement importante pour l'harmonique d'ordre 2.

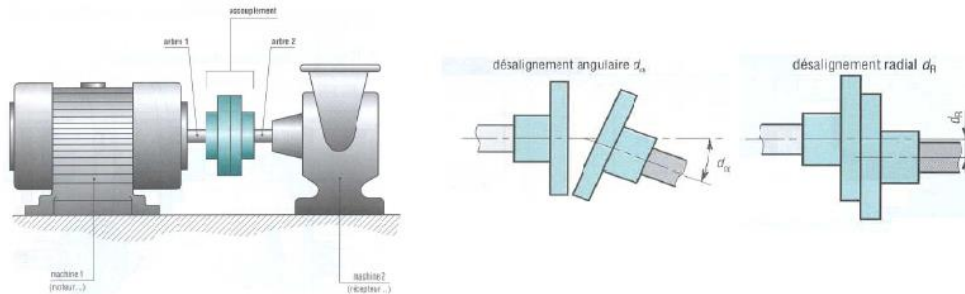


Figure 1.7 : Défauts désalignement [14]

### 1.11.3. Mauvais serrage mécanique

Lorsqu'un palier est desserré ou présente une possibilité de mouvement partiel dans le plan radial, il apparaît une vibration radiale à une fréquence égale à deux fois la vitesse de rotation.

Cette vibration se produit sous l'effet du balourd initial et elle peut prendre une amplitude élevée en fonction du degré de desserrage du palier.

### 1.11.4. Engrenement

L'engrenage est un dispositif élémentaire constitué de deux organes rigides et dentés R1 et R2 généralement cylindriques ou coniques, appelés roues, possédant N1 et N2 dents qui tournent aux vitesses V1 et V2 autour d'axes fixes [2].

Un défaut d'engrenage (Figure 1.8) provoque des vibrations à la fréquence est égale à la vitesse de rotation du pignon multipliée par son nombre de dents ( $F_{eng} = N1 f1 = N2 f2$ ).



Figure 1.8 : Défaut d'engrenage [2]

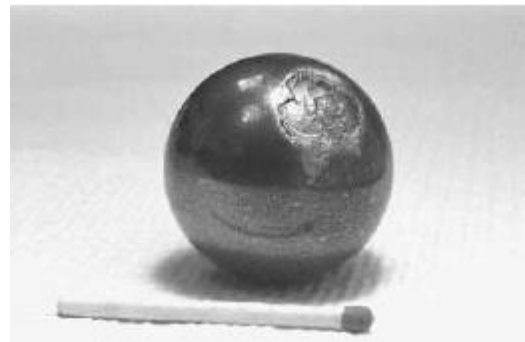
### 1.11.5. Défauts des roulements

L'écaillage d'une piste de roulements (Figure 1.9) provoque des chocs et une résonance du palier qu'il est facile d'identifier avec un appareil à mesure d'ondes de chocs. En analyse spectrale, ce phénomène apparaît aux hautes fréquences par une densité spectrale qui augmente au fur et à mesure que les roulements se détériorent.

Si l'avarie du roulement ne comportait qu'un seul point, on pourrait voir apparaître un pic à une fréquence liée à la vitesse du rotor et aux dimensions du roulement (diamètre de pistes intérieures et extérieures, nombre de billes).



Ecaillage de la bague intérieure



Écaillage d'une bille.

Figure 1.9 : Défauts des roulements [5]

## **1.12. Définitions**

### **1.12.1. Dégradation**

Une dégradation représente une perte de performances d'une des fonctions assurées par un équipement [22] :

- Une perte de performances d'une des fonctions assurées par l'ensemble (si les performances sont au-dessous du seuil d'arrêt défini dans les spécifications fonctionnelles, il n'y a plus de dégradation mais défaillance) ;
- Un sous-ensemble lui-même dégradé voire défaillant (sans conséquence fonctionnelle sur l'ensemble).

### **1.12.2. Défauts et pannes**

La diversité des activités du diagnostic industriel conduit très souvent à utiliser, sans trop les préciser, les termes des pannes et de défaut. Bien que les différences entre les concepts de défaillances, pannes et défauts soient souvent très subtiles et quelquefois subjectives.

La panne est l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise. Il est clair que dès l'apparition d'une défaillance, caractérisée par la cessation du dispositif à accomplir sa fonction, on déclarera le dispositif en panne. Par conséquent, une panne résulte toujours d'une défaillance.

### **1.12.3. Défaillance**

Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques. Les défaillances peuvent être classées selon différents critères:

- Défaillance progressive ou soudaine, selon la rapidité de leur manifestation.
- Défaillance partielle ou complète ou intermédiaire, selon l'amplitude (la fonction est dégradée ou absente).
- Défaillance précoce, à taux constant ou d'usure, selon le moment d'apparition dans le cycle de vie du matériel.
- Défaillance mineure, significative, critique ou catastrophique, selon leur effet sur le système, l'environnement et l'homme.
- Défaillance première, seconde et de commande, selon les causes des défaillances [2].

#### 1.12.4. Cause de défaillance

La norme AFNOR NF X60010, définit la cause de défaillance par « les circonstances liées à la conception, la fabrication ou l'emploi et qui ont entraîné la défaillance ».

Cette définition est fondamentale en diagnostic industriel, n'oublions jamais qu'une bonne politique de maintenance passe obligatoirement par une maîtrise parfaite des mécanismes de ruine liés à la conception, à la construction et à l'exploitation des matériels.

Bien évidemment détecter une défaillance est capital pour éviter une éventuelle perte de la fonction d'un processus industriel, mais il est encore plus important de connaître et de prévenir à temps d'une manière précoce une défaillance en suivant l'évolution d'une dégradation d'un élément matériel. Pour surmonter la difficulté de la maîtrise des mécanismes de ruine, les figures (1.10.1) et (1.10.2) représentent les principales causes de défaillance liées à l'emploi ou aux phénomènes de corrosion [22].

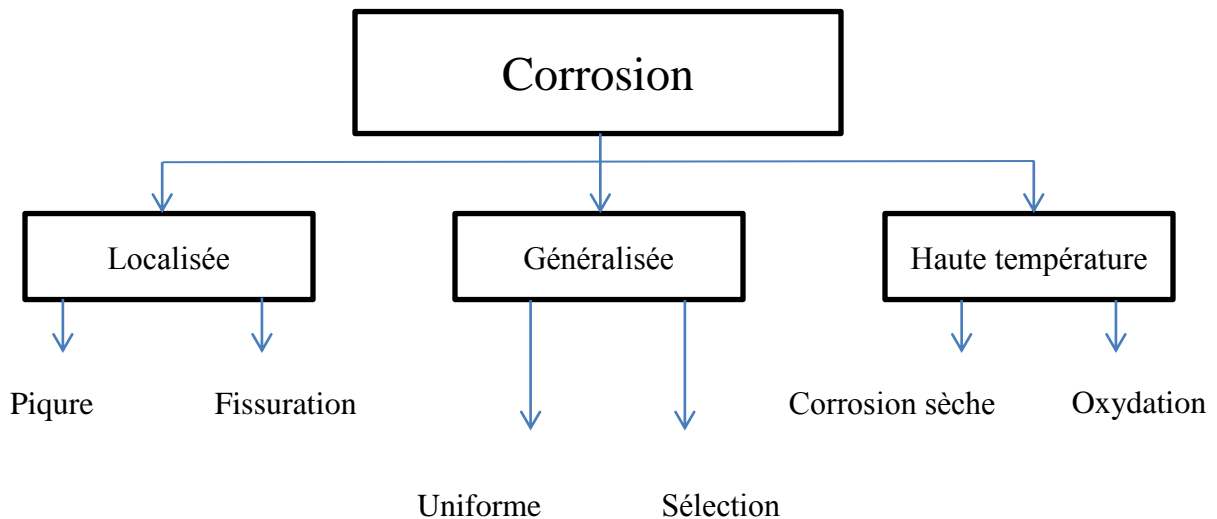


Figure 1.10.1. Défaillances liées au phénomène de corrosion [22]

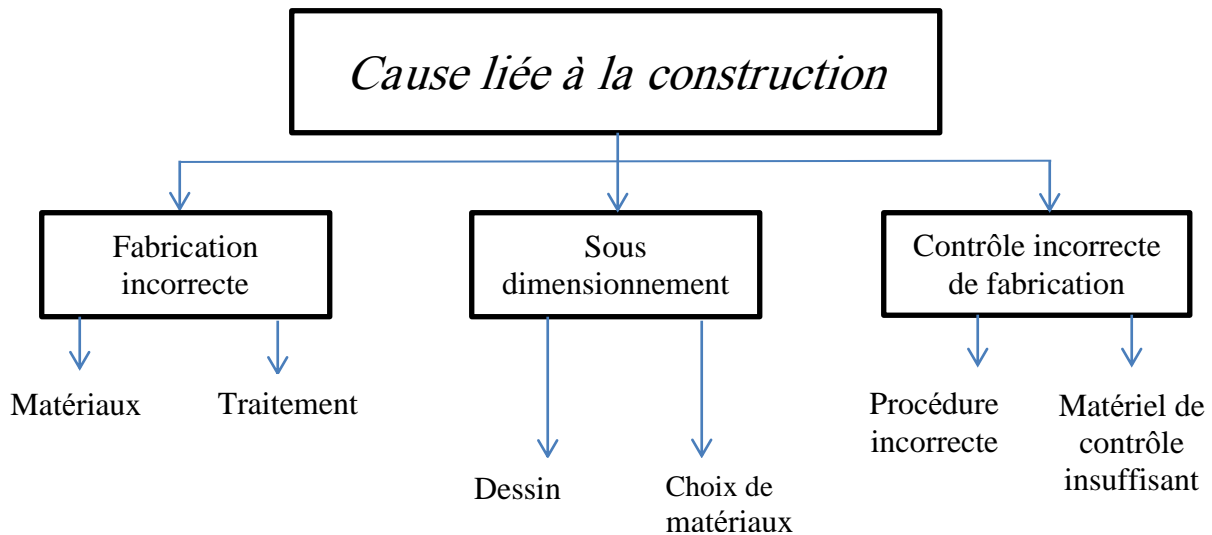


Figure 1.10.2. Causes de défaillances liées à l'emploi [22]

### Conclusion

La maintenance industrielle a un rôle important dans la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements, elle permet de minimiser le temps d'intervention et de fournir un diagnostic fiable et facilement interprétable. Dans ce chapitre nous avons présenté l'approche de maintenance ainsi que ces différents types et les causes de défaillances.

La masse des informations quotidienne disponible dans un service maintenance implique les moins de saisie, de stockage et de traitement que seul l'outil informatique le permet. C'est le rôle des progiciel développe sous le nom GMAO, ce dernier sera expliqué dans le chapitre suivant.



## **Chapitre 2**

### **Introduction à la GMAO**

## **Introduction**

Pour être efficace dans sa mission d'assurer l'entretien et l'amélioration des équipements de production, la fonction maintenance doit se doter des outils fiables afin de gérer le flux d'informations qui gravite autour de ses activités quotidiennes. On parle donc de la gestion assistée par ordinateur, qui joue un rôle important pour automatiser un processus qui consiste à remplacer une méthode de travail traditionnelle par un ou plusieurs programmes de traitement des données. Ce chapitre sera consacré à la gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

### **2.2. Définition**

La GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) est un système de management de la maintenance organisée autour d'une base des données permettant de programmer et de suivre sous trois aspects (technique, budgétaire, organisationnelle), tous les activités d'un service de maintenance à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, les ateliers, les magasins et bureau d'approvisionnement.

Il comprend des organes :

- d'entrée, qui permettent l'introduction d'informations dans la base de données.
- de mémoire, qui permettent la conservation des informations.
- de traitement, qui permettent d'effectuer des analyses sur les informations saisies.
- de sortie, qui permettent de restituer les résultats.

### **2.3. Logiciels de GMAO**

Tous les logiciels de GMAO ont en commun la même structure modulaire proposant les mêmes fonctions. Mais, selon les logiciels, les fonctions remplies sont diversement dénommées, diversement réparties et diversement organisées. La première GMAO destinée aux PME développée en France, c'est dans les bureaux techniques (méthodes, ordonnancement, logistique et travaux neufs) que s'effectuera majoritairement la gestion par exploitation des 10 modules analyses. Le cahier des charges proposé pour chaque module n'a pas l'ambition d'être exhaustif (chaque service maintenance a ses propres critères), mais d'attirer l'attention sur certains points souvent négligés [20].

## **2.4. Domaines à gérer par la GMAO**

Les progiciels de GMAO peuvent couvrir des domaines variés tels que :

### **2.4.1. Gestion du préventif**

Le module permettra de gérer la maintenance systématique à travers un planning calendaire par équipement, les dates étant prédéterminées ou déterminées à partir d'un relevé de compteur (ou d'une mesure dans le cas de la maintenance conditionnelle).

Le déclenchement sera automatique, par listing hebdomadaire des opérations prévues dans la semaine.

Chaque opération sera définie par sa gamme préventive.

### **2.4.2. Gestion du stock**

Le système repose sur le fichier des articles en magasin comprenant les lots de maintenance par équipement et sur les mouvements entrées/sorties du magasin.

Une fiche article doit comprendre :

- le code article défini par l'organisation interne, son libellé et sa désignation technique ;
- le code article du ou des fournisseurs et le code fournisseur (et fabricant éventuellement) ;
- le code du gisement en magasin ;
- les codes des articles de substitution, en cas de rupture
- les quantités en stock, commandées en attente
- l'historique des consommations.

### **2.4.3 Gestion des approvisionnements et des achats**

Caractéristiques de la fonction en maintenance : beaucoup de références et de fournisseurs pour des quantités faibles et des délais courts. Ce module doit permettre, en interface avec le logiciel du service « achat » de maîtriser et de gérer avec aisance :

- le fichier des fournisseurs et des fabricants avec leurs tarifs liés aux quantités ;
- le lancement d'appels d'offre aux fournisseurs ;
- l'édition de bon de commande standard ou personnalisés, et le suivi des autorisations de dépenses ;
- le contrôle des factures ;
- l'édition automatique des codifications internes et fournisseurs (transcodage) ;

- le suivi des états de la commande ;
- le suivi des réceptions totales, partielles et des refus ;
- l'estimation de la qualité des fournisseurs par les contrôles de réception et le suivi des délais ;
- l'édition automatique de lettres de relance pour les retards.

#### **2.4.4. Analyse des défaillances**

La base de ce module est constituée des historiques automatiquement alimentés par chaque saisie de BPT et d'OT mis en famille par ses codes d'imputation. A partir d'un équipement donné, il doit permettre :

- l'établissement des analyses quantitatives par graphes de Pareto, avec plusieurs critères (MTTR, TA ; durée d'arrêt) et plusieurs mises en familles (par cause, par localisation, par nature de défaillance, etc.) et sur plusieurs périodes d'analyse (hier, la semaine écoulée, les trois derniers mois, l'année, etc.) ;
- puis l'analyse qualitative des défaillances sélectionnées comme prioritaires, éventuellement mise sous forme AMDEC.

#### **2.4.5. Budget et suivi des dépenses**

La gestion analytique ne permet que des micro-analyses des comptes. Un découpage plus fin de la fonction maintenance doit donc pouvoir permettre des analyses détaillées grâce à la GMAO, l'objectif étant le suivi de l'évolution des dépenses par activité dans un budget donné. Quelques éléments du cahier des charges à préciser, c'est-à-dire le module permet-il :

- la création d'un nouveau budget en modifiant des chapitres de l'ancien
- la comparaison entre plusieurs exercices
- la prise en compte des frais généraux du service ?
- l'éclatement en coûts directs et indirects (pertes de qualité, de production, etc.)
- la ventilation des coûts par équipement, par «client», par type d'activité de maintenance, par origine de défaillance, par sous-ensemble «fragile» communs à plusieurs équipements, etc.
- la comparaison entre la prévision et la réalisation
- la gestion en plusieurs devises : francs, euros, dollars, etc....
- la possibilité d'exporter les résultats comptables sur un logiciel de comptabilité

- la décomposition structurelle du budget en sous-budgets consolidables
- le suivi des coûts pour établir le LCC (life cycle cost ; coût du cycle de vie) d'un équipement

#### **2.4.6. Gestion des ressources humaines**

Spécifiquement adapté au service maintenance, ce module sera principalement une aide à l'ordonnancement. Il sera construit autour d'un « fichier-technicien » pouvant comprendre, pour chacun :

- la qualification, les habilitations, les diplômes, l'ancienneté dans son échelon actuel, les différentes affectations, l'affectation actuelle, etc. ;
- les formations suivies, demandées et le bilan de compétence ;
- les congés pris, demandés et les récupérations (données nécessaires à la programmation des travaux) ;
- les temps de présence et d'absence (historique des arrêts de travail)
- les coûts horaires pour chaque qualification (pour imputation des coûts d'intervention).

#### **2.4.7. Tableaux de bord et statistiques**

Les tableaux de bord concernent la mise en forme de tous les indicateurs techniques, économiques et sociaux sélectionnés pour assurer la gestion et le management du service maintenance. Certains sont livrés en standard avec le logiciel. Il faut vérifier s'ils peuvent être personnalisés rapidement (courbes, graphiques et autres visuels), ou développés avec un générateur d'état extérieur au logiciel.

### **2.5. Objectif de la GMAO**

La GMAO s'inscrit dans un projet d'amélioration de productivité grâce aux points principaux suivants :

- l'amélioration la disponibilité des équipements,
- la prolongation la durée de vie des machines,
- l'amélioration du taux de charge de l'équipe maintenance,
- l'amélioration du partage de l'information,
- l'amélioration de la sécurité des équipements,
- la maîtrise des coûts de maintenance.

## 2.6. Systèmes de gestion des bases de données (SGBD)

Les premiers systèmes de GMAO ne comportaient pas de SGBD. Les données étant alors réparties sur plusieurs fichiers. Aujourd'hui, les bases de données sont des systèmes complexes ayant pour fonction de conserver, de gérer et de protéger les données entrées dans un ordinateur, grand système ou micro-ordinateur. Pour les grands systèmes, la base de données la plus diffusée (en 1999) est Oracle. Citons aussi IBM, Ingres, Informix. Pour les micro-ordinateurs, citons Access, SQL Server, Foxpro.

Pour l'exploitant, au niveau de l'entreprise, le choix du SGBD est difficilement réversible car les logiciels applicatifs en comptabilité, finances, GPAO et GMAO ne communiquent que s'ils partagent la même base de données. D'où l'importance des critères de capacité d'évolution et de pérennité de l'éditeur lors du choix d'un SGBD [7].

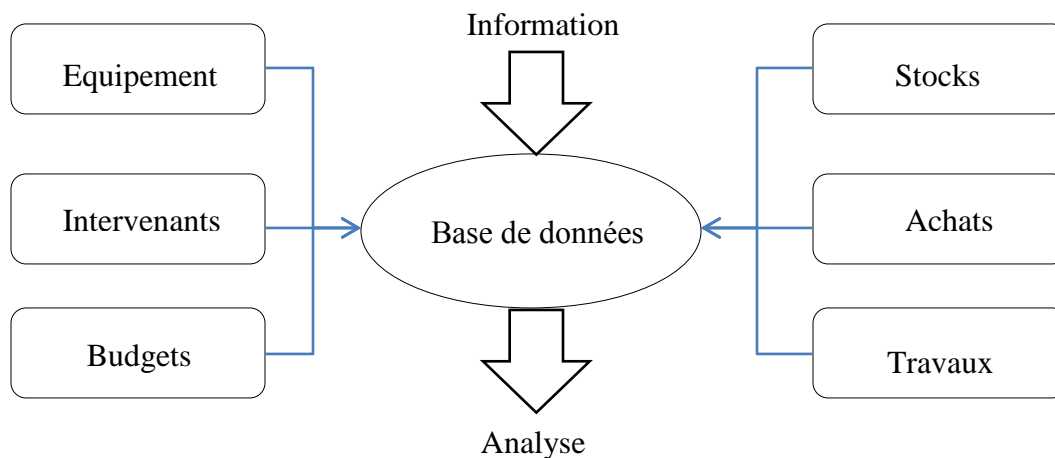


Figure 2.1 : Structure de la SGBD [7]

## 2.7. Le choix d'un outil GMAO bien adapté

L'implantation d'une GMAO nécessite toujours au préalable une analyse fine et détaillée des besoins, une définition précise des objectifs, une préparation soignée des acteurs et l'adhésion de tous. Ces prérequis permettront d'une part d'effectuer un choix pertinent parmi les propositions du marché mais aussi d'autre part réfléchir aux organisations les plus intelligentes et les plus efficaces.

L'entreprise qui prend la décision d'investir dans un outil de GMAO doit remettre en question les habitudes acquises par les différents services de l'entreprise qui utilisent pour des raisons historiques des systèmes de codage différents pour même équipement en

fonction de leur domaine de spécificité propre (achats, méthodes, travaux neufs, maintenance, conduit). Il n'est donc pas possible de mettre en œuvre une GMAO sans une implication forte de la direction qui doit expliquer la démarche, participer à des réunions de type comité de pilotage, accompagner l'équipe projet de manière active depuis le début de projet jusqu'à la mise en exploitation [8].

### **2.8. L'organisation humaine pour la GMAO**

La mise en place d'une GMAO doit obligatoirement être associée à la mise en place d'une organisation humaine d'accompagnement. Celle-ci doit être adaptée au modèle d'organisation géographique de l'entreprise. Pour piloter la montée en puissance du produit et assurer l'accompagnement des utilisateurs, il faut impérativement désigner un responsable GMAO, celui-ci doit être principalement de formation maintenance. Il doit pouvoir s'appuyer sur des compétences informatiques internes ou externes [8].

### **2.9. Intégration de la GMAO dans le système d'information de l'entreprise**

La réduction de l'hétérogénéité des matériels, des langages et des systèmes d'exploitation. La suppression des redondances et les doubles saisies passent par l'intégration de la GMAO à la cohérence d'un système informatique global. Deux types d'intégration sont possibles :

- à partir d'une base de données « entreprise », autour de laquelle les fonctions comptabilité, personnel, commercial, production et maintenance échangent et communiquent.
- à partir d'un système global d'exploitation, architecture du site (suivi de production assuré à partir de toutes les données opérationnelles du terrain) jusqu'à un tableau de bord de pilotage de la production [8].

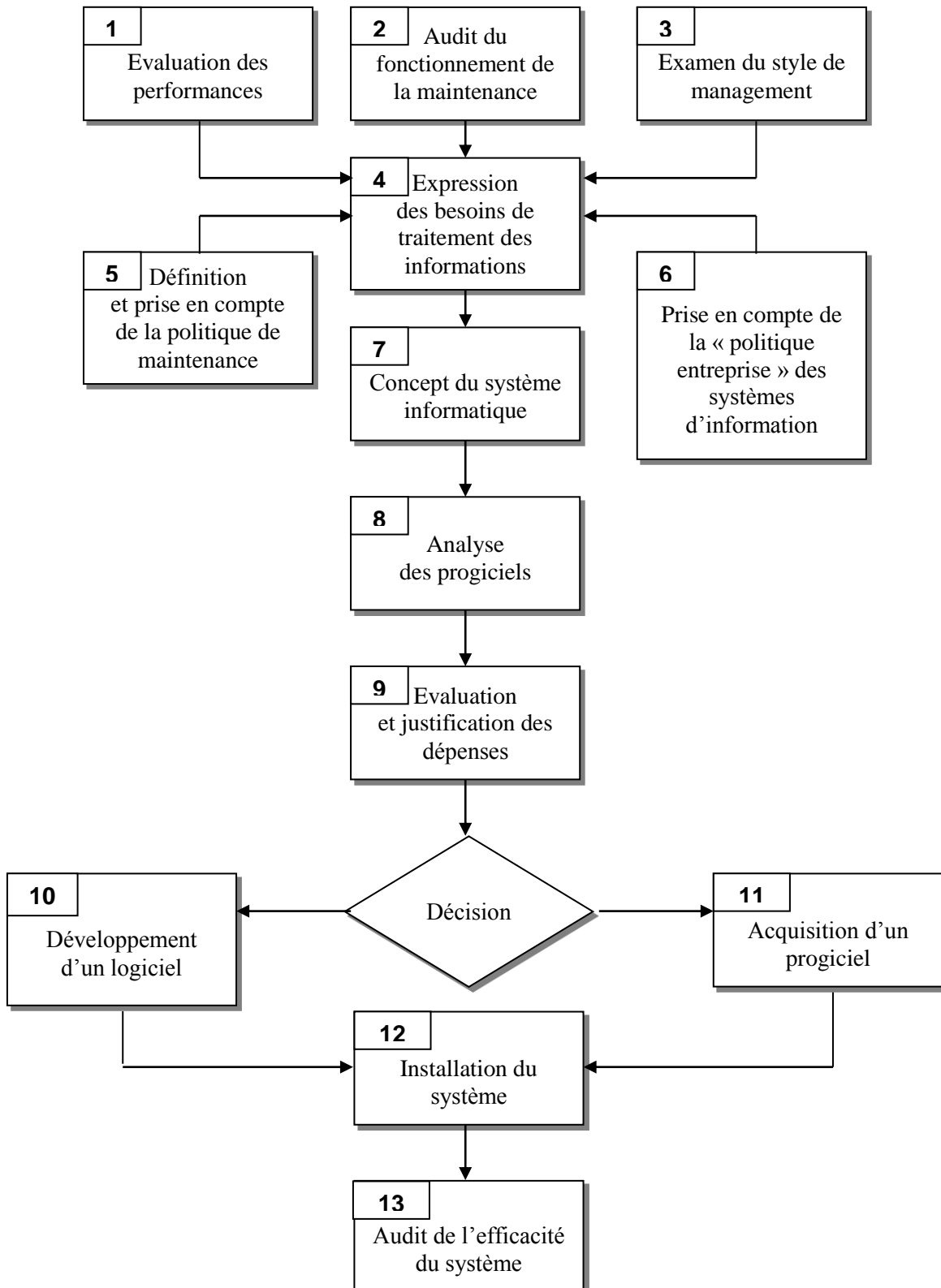
**2.10. Démarche d'informatisation de la maintenance**

Figure 2.2 : Démarche d'informatisation de la maintenance [6]



## 2.11. Auto diagnostic d'un logiciel de GMAO

### 2.11.1. Objectif

Rechercher l'adéquation entre un logiciel de GMAO et le besoin d'une entreprise.

### 2.11.2. Démarche

1. Evaluer au préalable sur la grille les besoins par rapport à un logiciel de GMAO
2. Effectuer l'analyse fonctionnelle du logiciel étudié
3. Etablir sur la grille d'évaluation globale le profil du progiciel.
4. Calculer la déviation relative par rapport au besoin de l'entreprise

$$\text{Déviation relative} = \frac{\text{Somme des écarts en valeur absolue par ligne}}{\text{Nombre des lignes ou l'écart} \neq 0}$$

5. Calculer le pourcentage relatif de fonctions offertes.

### 2.11.3. Grille d'évaluation d'un logiciel de GMAO par rapport au besoin de l'entreprise

NOM DU LOGICIEL :					
Niveau de performance					
Fonctions	1 Faible	2 Moyen	3 Bon	4 Très bon	5 excellent
<b>Gérer les travaux préventifs et conditionnels</b>	Recensement des travaux préventifs	Etablissement des fiches de maintenance préventive	Elaboration plan de préventif systématique ajustable	Suivi des incidences du préventif	Mise en œuvre de la maintenance conditionnelle
<b>Assurer le suivi technique des équipements</b>	Historique, calendrier des travaux	Historique, calendrier par types de maintenance	Analyse des dysfonctionnements	Historique prenant en compte les unités d'œuvre	Suivi et analyse de la disponibilité des équipements
<b>Gérer les ressources en personnels, outillages, sous-traitance</b>	Liste aide-mémoire des ressources	Gestion de l'utilisation des ressources	Gestion de la disponibilité des ressources	Gestion de l'affectation des ressources sur travaux	Gestion des qualifications et des habilitations
<b>Contrôler l'activité du</b>	Suivi budgétaire	Suivi de la facturation	Suivi analytique	Compte d'exploitatio	Tableaux de bord :

<b>service maintenance</b>	des dépenses	interne (centres de frais)	des dépenses par nature et par équipement	n du service maintenance	activités, fonctions, dépenses
<b>Gérer les stocks de rechanges et les achats</b>	Tenue du stock en magasin	Inventaire permanent du stock et liste pièces / machines	Réservation et réapprovisionnement semi-automatique	Gestion des stocks	Gestion des stocks et suivi des achats directs
<b>Renseignements et fonctions diverses</b>					
<b>% de satisfaction :</b>			<b>Déviations :</b>		

Tableau 2.1 : Grille d'évaluation d'un logiciel de GMAO [6]

### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait connaître ce que c'est un logiciel GMAO, ces différents modules et de les arrimer aux concepts présents dans les outils actuels de gestion de la maintenance.

Enfin, la solution GMAO est un excellent outil pour améliorer les processus, gagner en productivité et éviter des incidents de qualité. Le chapitre suivant sera consacré au module de la gestion de stock et des approvisionnements.

# **Chapitre 3**

## **Gestion de stocks**

## **Introduction**

Pour survivre et se développer dans le contexte économique actuel, toute entreprise se doit d'améliorer la qualité du service rendu à sa clientèle et simultanément de réduire les coûts de revient. La maîtrise des coûts constitue l'un des éléments essentiels pour atteindre ces deux objectifs, souvent antagonistes.

En effet, le stock et l'approvisionnement pèsent encore trop sur les finances des entreprises, surtout celle du secteur de l'industrie, d'où la nécessité de réduire les stocks sans, toutefois, dépasser les seuils desquels, il ne serait possible, pour l'entreprise de satisfaire la demande.

Le traitement des différents paramètres de gestion relatifs aux stocks et aux approvisionnements se révèle complexe et fastidieux à cause du formalisme mathématique qu'il exige et du nombre, en général très élevé d'articles stockés.

Seule l'informatique permet d'envisager de façon réaliste un tel traitement, indispensable pour optimiser au mieux la gestion des stocks.

## **3.2 Définition**

Pour toute entreprise, la gestion des stocks définit les besoins de la matière première afin de satisfaire les exigences du flux de la production, mais également de s'assurer que l'outil de production puisse être disponible de façon à répondre aux besoins de productivité liés à la demande client. Cela nécessite ainsi une gestion des pièces de rechange pour la maintenance. Définir une politique de gestion des stocks est indispensable pour garantir la meilleure disponibilité en termes de fiabilité mais aussi en termes de performance industrielle. Cette démarche engendre une économie non négligeable sur les coûts directs.

Nous nous intéresserons ici, tout particulièrement, aux stocks maintenance. La gestion des stocks de pièces de rechange est confiée habituellement au service maintenance.

Ce dernier doit satisfaire aux règles de la politique d'achat de l'entreprise, d'un point de vue comptable, mais aussi aux exigences qualité permettant de garantir la fiabilité des équipements [18].

### **3.3. Organisation des magasins et tâches administratives de la gestion des stocks**

#### **3.3.1. Organisation des magasins**

Le magasin est le lieu où sont reçus, stockés et distribués tous les articles entrant dans l'entreprise. L'organisation des magasins doit obéir à certains principes d'implantation, d'entreposage, et de classement.

#### **3.3.2. Implantation**

L'implantation dépend du matériel entreposé dans le magasin. Le matériel de petite dimension doit être rangé le plus près possible du bureau du magasin pour pouvoir le surveiller facilement.

Les articles de sorties fréquentes seront placés près du point d'enlèvement le plus accessible. Le matériel de grande dimension doit être stocké près de l'embranchement ferroviaire, quand il existe, pour un déchargement rapide. Les voies d'accès devront permettre la manœuvre des engins lourds : camions, chariots élévateurs.....

#### **3.3.3. Entreposage**

Dans l'entreposage, il faut tenir compte des mouvements même des articles stockés. Par exemple, les articles qui sortent fréquemment doivent être rangés près de la porte et ceux dont on n'a pas souvent besoin seront laissés loin de la porte. Il faut aussi éviter de ne distribuer que les derniers articles arrivés parce que les autres articles risquent d'être détériorés [21].

#### **3.3.4. Classement**

Le magasin de stockage doit être composé de zones qui sont des espaces pour l'entreposage du matériel de grande dimension, et des casiers en bois ou métalliques qui servent à ranger les articles de faible dimension. Le classement est un dispositif qui permet de repérer ces zones et ces casiers. Les zones sont généralement désignées par des lettres et les casiers par des chiffres [21].

### **3.4. Tâches administratives de la gestion des stocks**

#### **3.4.1. Normalisation des articles**

Il s'agit de classer les articles selon le degré de leur utilité. Il s'agit de déterminer les articles qui conviennent le mieux aux besoins de l'entreprise et d'éliminer toutes les variétés superflues. Ce classement a pour avantage la réduction du nombre d'articles stockés et par conséquent du niveau général des stocks et de leur coût [17].

### **3.4.2. Classification des articles**

La classification des articles peut se faire selon un critère déterminé : l'origine du produit, sa nature ou sa destination ce qui peut faciliter l'identification des produits en magasin [17].

### **3.4.3. Symbolisation des articles**

La symbolisation des articles facilite leur classification, elle consiste à attribuer à chaque article un symbole ou un code permettant son identification. La symbolisation peut être alphanumérique ou numérique, elle est généralement aussi brève que possible. Quand elle est numérique, la symbolisation permet l'utilisation de l'informatique dans la gestion des stocks [17].

## **3.5. Contrôle de stock**

### **3.5.1. Contrôle des entrées**

Les entrées peuvent provenir soit des fournisseurs, soit des autres services de l'entreprise (cas des produits finis). Elles doivent être contrôlées quantitativement et qualitativement par le magasinier. Pour les entrées en provenance des fournisseurs, on établit un bon de réception. Pour les entrées provenant des autres services (les ateliers par exemple), on établit un bon d'entrée selon le même principe que le bon de réception, mais dont l'usage est interne. Pour respecter le principe du contrôle mutuel, ce bon doit être doublement signé par le magasinier et par le service livreur. Le bon d'entrée peut être établi selon le modèle suivant [12] :

<b>Bon d'entrée</b>				
N° : .....				
Date : .....				
Service d'origine : .....				
Ordre de fabrication(O.D) : .....				
Code	Désignation	Quantité reçue	Quantité acceptée	observation
Signature du receveur			Signature du magasinier	

Figure 3.1: Bon d'entrée [12]

### 3.5.2. Le contrôle des sorties

Les sorties sont destinées soit aux services internes de l'entreprise, soit à l'extérieur (vers les clients) Le contrôle est effectué grâce au bon de sortie doublement signé par le magasinier et le service receveur [12].

<b>Bon de sortie</b>				
N° : .....				
Date : .....				
Origine: .....				
Destination: .....				
Code	Désignation	Quantité reçue	Quantité acceptée	observation
Signature du receveur			Signature du magasinier	

Figure 3.2: Bon de Sortie [12]

### **3.5.3. Contrôle des retours**

Bien que ce ne soit pas un mouvement normal, le retour au magasin d'articles déjà sortis et enregistrés peut avoir lieu. C'est le cas d'annulation de commande ou d'ordres de fabrication. Le contrôle des retours est généralement effectué à travers un document appelé « bon de retour » comportant les mêmes informations et ayant la même forme que le bon d'entrée [12].

### **3.5.4. Contrôle des existants**

Les fiches des stocks sont, théoriquement, en mesure d'informer à tout moment le gestionnaire des stocks sur les quantités stockées. Mais parfois les stocks réels ne concordent pas avec les stocks indiqués par les fiches. Ce qui cause les ruptures des stocks ou le sur stockage. Pour éviter ces erreurs, le contrôle des existants a lieu à travers le dénombrement effectif des articles stockés ou l'inventaire. Celui-ci est imposé par la loi. Il a lieu soit globalement en fin d'année, soit catégorie par catégorie tout au long de l'année. Dans ce dernier cas l'inventaire est dit tournant [12].

## **3.6. Outils de gestion des stocks**

Les stocks renferment plusieurs types de marchandise. Pour les gérer, au-delà des règles de gestion présentées dans le paragraphe précédent, le gestionnaire des stocks utilise les outils suivants :

### **3.6.1. Nomenclature**

La nomenclature des articles stockés est une fiche qui comprend pour chaque article le numéro de code et une désignation simple, précise et complète. Elle fournit un langage commun (le code) à tous ceux qui, dans l'entreprise, ont à connaître les stocks (le responsable du service achat, le magasinier, le responsable de la production...). Elle facilite ainsi la communication entre les membres de l'entreprise et permet d'éviter les erreurs.

### **3.6.2. Fiches de stocks**

Ce sont des fiches qui portent les renseignements nécessaires à l'entreprise concernant chacun des articles stockés. Ces renseignements sont le numéro de code de l'article, sa désignation, son unité de comptage, les commandes en cours, le niveau du stock disponible en magasin et les indices permettant de repérer les articles à approvisionnement normal, à épuiser ou à éliminer, etc.... Ces fiches sont généralement



classées selon un critère déterminé, choisi par le responsable des stocks. Ce critère peut être le numéro de code, l'ordre alphabétique... [12]

<b>Fiche de stock</b>				
Code : ..... Emplacement : .....		Désignation : ..... Unité : .....		
Date	Numéro de bon	Quantité		Stock (restant)
		Entrée	Sortie	

Figure 3.3: Fiche de stock [12]

### 3.6.3. Les fiches d'approvisionnement

Ces fiches sont tenues par le gestionnaire du stock. Elles refferment des éléments fixes concernant les stocks tels que le numéro de l'article et sa désignation, des éléments révisables comme le délai d'approvisionnement ou la consommation moyenne mensuelle de l'article et des éléments variables comme la quantité disponible au magasin, la quantité en commande, la quantité à commander, etc... Dans le cas où le gestionnaire du stock a son bureau dans le magasin, il peut reporter tous les renseignements relatifs aux stocks sur les fiches de stocks et ne pas constituer des fiches d'approvisionnement [3].

## 3.7. Méthode ABC pour l'analyse des stocks

### 3.7.1. Principes et intérêt de la méthode

Le gestionnaire de stock a souvent un nombre d'article très important à gérer. Les ressources affectées à la tâche de gestion des stocks et des approvisionnements ne sont pas illimitées. C'est pour cette raison qu'il faudra appliquer des modes de gestion de stock différents selon l'importance des articles.

Comment définir qu'un article est important ?

On pourrait citer différents critères :

- difficulté d'approvisionnement (délais, rareté des fournisseurs, ..)
- place occupée dans les magasins de stockage
- quantités consommées annuellement
- prix des articles.

### **3.7.2. Diagramme de Pareto**

La méthode ABC propose de retenir le critère de la valeur annuelle consommée pour classer les articles.

Ce critère permet de prendre en compte à la fois le prix des articles et la quantité consommée.

On constate souvent que 20 % des articles représentent 80% de la valeur consommée, c'est la fameuse règle des 20-80.

Même si ces pourcentages ne sont pas strictement respectés, l'idée est que tous les articles n'ont pas la même importance financière et ne doivent donc pas être gérés de la même manière [9].

La méthode ABC propose donc de ranger les articles dans 3 classes :

- les articles A 75% de la valeur consommée pour 10% des articles
- les articles B 20% de la valeur consommée pour 25% des articles
- les articles C 5% de la valeur consommée pour 65% des articles

### **3.7.3. Étapes de la méthode**

- 1) Calcul de la consommation annuelle par article (en valeur)
- 2) Classement des articles dans l'ordre des valeurs décroissantes
- 3) Calcul du pourcentage par rapport au total, et du pourcentage cumulé
- 4) Définition des tranches A, B, C
- 5) Représentation graphique (éventuellement)

### **3.7.4. Représentation graphique :**

Elle permet d'avoir une représentation visuelle des trois tranches A, B, C. On porte :

En abscisse : le nombre d'articles

En ordonnée : la valeur totale consommée

On obtient pour la courbe l'allure suivante :

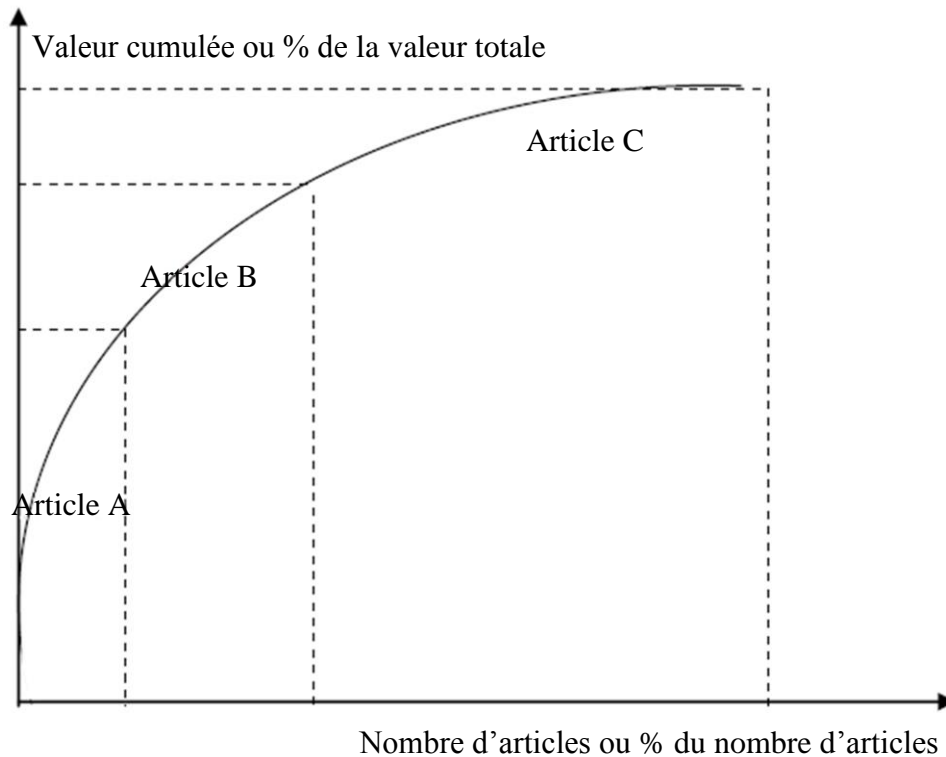


Figure 3.4: Courbe ABC [9].

### 3.8. Coût du stock

Le coût des stocks ne réside pas seulement dans le coût d'achat, on doit prendre en compte, Le coût de commande ou de passation et le coût de stockage ou de possession.

Le gestionnaire des stocks souvent confronté au problème de l'optimisation de ces deux types de coût. [9]

#### 3.8.1. Coût de commande ou de passation

Ce coût est lié à l'existence des fonctions approvisionnement, réception et comptabilité fournisseurs. Il est souvent beaucoup plus élevé qu'il ne paraît à première vue.

Il se compose des principaux éléments suivants :

- Salaires et charges des approvisionnements, réception et comptabilité fournisseurs
- Frais de déplacement des acheteurs et contrôleurs itinérants
- Frais de poste, téléphone, télex.
- Montant des fournitures des services déjà cités
- Amortissement ou location des locaux, du matériel et du mobilier
- Prix de l'énergie

- Coût du service informatique.

### **3.8.1. Le coût de stockage ou de possession**

Il est généré par l'existence de stock dans l'entreprise. Il est également plus élevé que l'on croit.

Il est composé des principaux éléments suivants :

- Taux de l'argent immobilisé dans les stocks
- Salaires et charges de la gestion des stocks et des magasins
- Location ou amortissement des locaux, machines, matériel et mobilier utilisés
- Frais d'énergie (manutention, électricité, chauffage, climatisation,...)
- Entretien des stocks et du matériel
- Primes d'assurance
- Pertes par détérioration, vol, erreurs,... [16].

## **3.9. Types de stock ou les indicateurs de la gestion de stock**

### **3.9.1. Stock minimum ou d'alerte**

C'est le niveau de stockage qui permet de déterminer le point de commande pour les consommations régulières.

### **3.9.2. Stock de sécurité ou de protection**

C'est le niveau de stock disponible pour répondre à des situations imprévues telles que retard d'approvisionnement ou commandes exceptionnelles.

### **3.9.3. Stock maximum**

C'est le niveau de stock qui correspond à la capacité physique maximale de stockage. Au-dessus de ce seuil, le stockage devient onéreux.

### **3.9.4. Stock tampon ou stock délai**

Permet une consommation normale pendant le délai de réapprovisionnement.

### **3.9.5. Stock mort ou dormant**

Correspond à des produits stockés sans sortie depuis un certain temps. S'il s'agit de produits finis, on les appelle particulièrement rossignols, et ils sont soit soldés soit détruits.

### **3.9.6. Stock disponible**

C'est le niveau de stocks qui correspond au stock existant additionné des entrées prévisionnelles et diminué des sorties prévisionnelles.

**Conclusion**

Le stock permet de gérer les articles disponibles dans l'entreprise en vue de satisfaire les besoins à venir à l'aide d'outils logistiques et d'un système d'information performant pour l'organisation.

Ces besoins seront à satisfaire au bon moment, dans les bonnes quantités et d'une manière permettant la bonne utilisation du stock.

La gestion de stock est une responsabilité essentielle qui s'appuie sur des bases de calculs et de statistiques, mais elle est avant tout une affaire de bons sens et de vigilance car un stock représente une somme importante d'argent.

## **Chapitre 4**

### **Mise en œuvre d'un logiciel de gestion de stock**

## **Introduction**

Lorsque l'on décide de créer un logiciel qui répond aux besoins des utilisateurs, il faut surtout définir clairement ses caractéristiques.

Les données du problème doivent être énoncées avec précision et décidées en amont selon les besoins à traiter, la réalisation et l'installation de la base de données s'avérant alors beaucoup plus souples. En effet, une erreur de conception pourrait en générer d'autres bien plus graves lors de l'installation de la base, allant parfois même jusqu'à la perte de certaines données.

C'est pourquoi des méthodes de conception de bases de données ont été mises au point afin d'éviter les erreurs majeures.

## **4.2. Procédure de gestion du stock**

### **4.2.1. Objectif**

- Harmoniser les habitudes de travail et le vocabulaire
- Eviter les saisies incomplètes
- Eviter les doublons
- Proposer une codification qui permette de répondre à toutes les classifications

## 4.2.2. Création des pièces

### 4.2.2.1. Vérification de l'existence

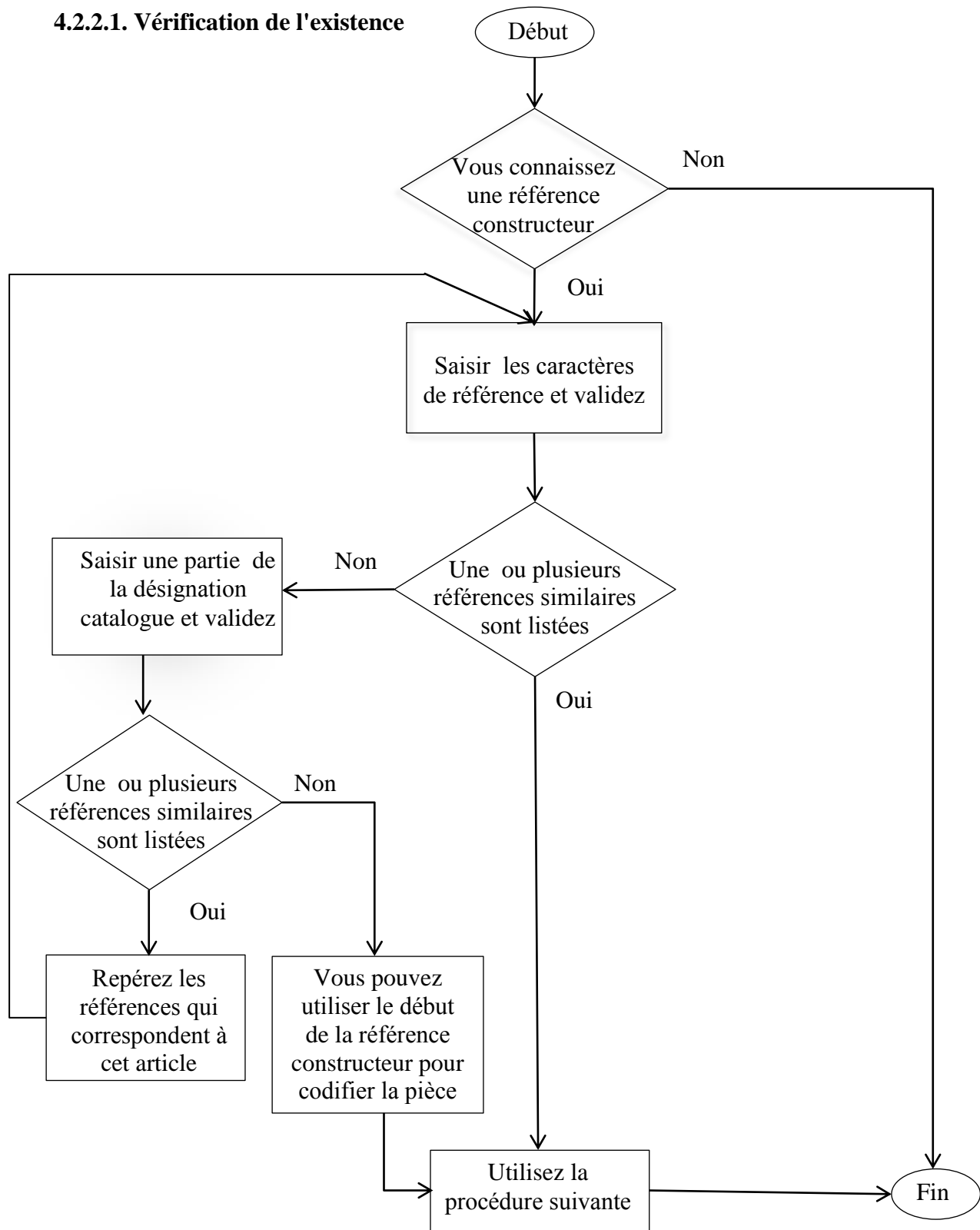


Figure 4.1 : Vérification de l'existence



## 4.2.2.2. Création d'une référence

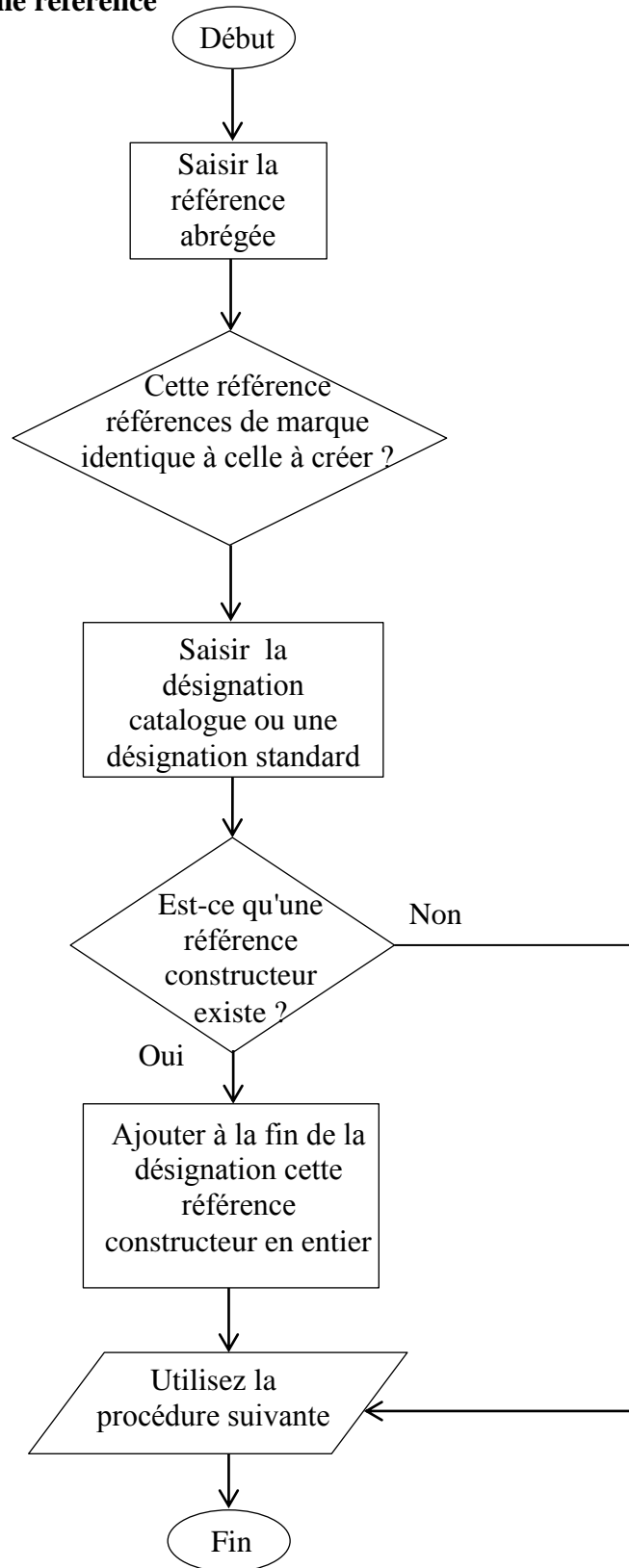


Figure 4.2 : Création d'une référence

### 4.2.2.3. Créer d'une famille

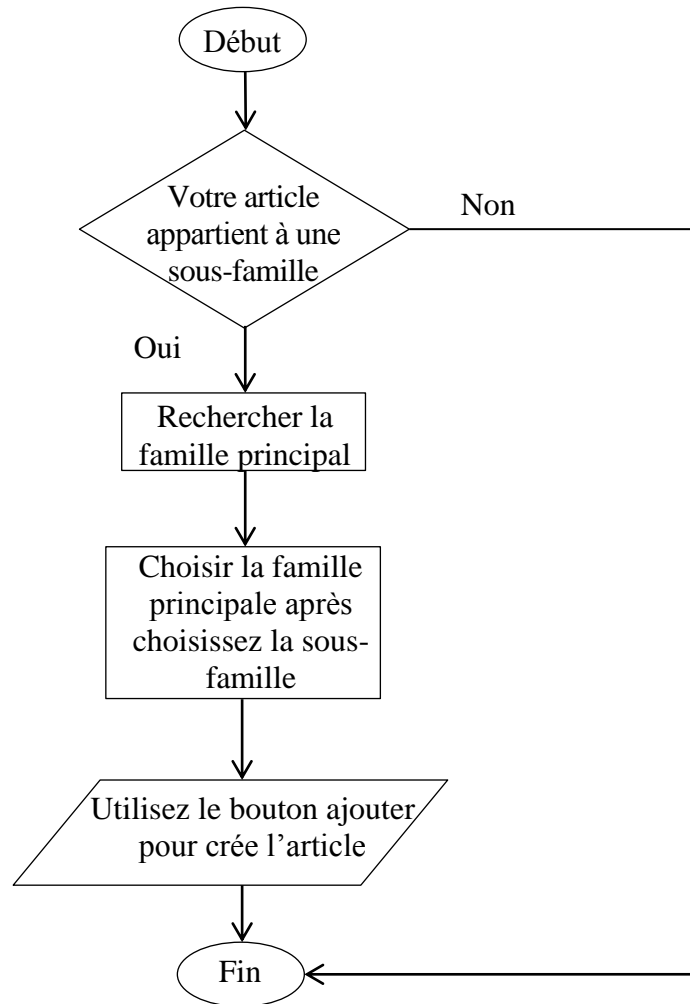


Figure 4.3 : Créer d'une famille

### 4.3. Choix de la méthode

La conception d'un système d'information n'est pas évidente car il faut réfléchir à l'ensemble de l'organisation que l'on doit mettre en place. La phase de conception nécessite des méthodes permettant de mettre en place un modèle sur lequel on va s'appuyer. La modélisation consiste à créer une représentation virtuelle d'une réalité de telle façon à ressortir les points auxquels on s'intéresse.

Ce type de méthode est appelé analyse. Il existe plusieurs méthodes d'analyse, et parmi ces méthodes on a choisi la méthode MERISE.

#### **4.4. Justification du choix**

La méthode MERISE est conçue pour couvrir les besoins des administrations ainsi que les entreprises. Aussi la plus importante caractéristique de MERISE est de traduire une vue globale de l'entreprise de façon à lier la mise en place d'un système d'information de gestion à une refonte de l'organisation, c'est pour cela que l'on a choisi cette méthode.

MERISE (Méthode Etude et de Réalisation Informatique par Sous Ensemble), car c'est la méthode la plus adaptée pour notre cas, qui repose sur une étude d'un modèle relationnel et qui répond au mieux aux exigences de notre système d'information.

#### **4.5. Définition de la méthode MERISE**

MERISE est une méthode de conception et de développement des systèmes d'informations, elle a été conçue pour couvrir les besoins des administrations ainsi que les entreprises.

Elle a été conçue au début des années 1977 et à la fin des années 1978 à la suite d'une vaste consultation du ministère de l'industrie en France.

Elle fait une conception basée sur une approche systémique et permet d'avoir un système d'information évolutif, elle vise à la totalité des informations soient celles utilisées manuellement ou de manière automatique qu'elle que soit les lieux de production ou de consommation ou encore les impliqués.

Ainsi, même les informations dont la production ne fera l'objet d'aucune information devront être décrites.

La méthode MERISE se caractérise par une modélisation du monde réel à travers une collection d'outils jusqu'à aboutir à un SIA (système d'information automatisé).

MERISE permet l'analyse d'un système d'information de sorte à faire une séparation entre les données et les traitements, ainsi pour la conception d'un système d'information [1].

#### **4.6. Choix du langage de programmation**

Après avoir choisi la méthode de programmation, moment de déterminer le langage de programmation le plus approprié à notre application.

Pour créer un logiciel de gestion de stocks on doit avant tout satisfaire un certain degré de sécurité, Le langage de programmation adéquat pour cette étude doit être forcément un

langage qui traite les bases de données et c'est de là que notre choix s'est porté sur Netbeans et pour la base de donnée on a choisis PhpMyAdmin 4.1.4

#### **4.6.1. Définition du Netbeans**

NetBeans est un environnement de développement intégré (EDI), placé en open source par Sun en juin 2000 sous licence CDDL (Common Développment and Distribution License) et GPLv2. En plus de Java, NetBeans permet également de supporter différents autres langages, comme C, C++, JavaScript, XML, Groovy, PHP et HTML de façon native ainsi que bien d'autres (comme Python ou Ruby) par l'ajout de greffons. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web).

Conçu en Java, NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86 et SPARC), Mac OS X ou sous une version indépendante des systèmes d'exploitation (requérant une machine virtuelle Java). Un environnement Java Développment Kit JDK est requis pour les développements en Java.

NetBeans constitue par ailleurs une plateforme qui permet le développement d'applications spécifiques (bibliothèque Swing (Java)) [15].

#### **4.6.2. Définition du PhpMyAdmin**

PhpMyAdmin est un logiciel qui permet de stockés des données en masse et pouvoir les utiliser a volonté en les triant comme on le souhaite. Nos données s'agissent de textes, des images, des programmes...etc., stocké sous forme de texte

### **4.7. Dictionnaire des données**

Un dictionnaire des données est une collection de métadonnées ou des données de référence nécessaire à la conception d'une base de données relationnelle. Il revêt une importance stratégique particulière, car il est le vocabulaire commun de l'organisation. Il décrit des données aussi importantes que les clients, les nomenclatures de produits et de services, les annuaires, etc. C'est donc le référentiel principal de l'entreprise, sur lequel s'appuient les décisions de celle-ci [10].

## 4.7.1 Elaboration un dictionnaire des données

Champ	Code	Type	Taille
Code employé	emp_ID	N	25
Nom	nom	A	25
Prénom	prenom	A	25
Titre de travail	titre_tr	A	30
Division	div	A	25
Département	depart	A	30
Date de naissance	date_naiss	date	10
Téléphone de l'employé	tel_emp	N	20
Nom d'utilisateur	user_id	A.N	25
Mot de passe	pass	A.N	30
Code de la pièce	Code_piece	N	25
Reference de la pièce	Reference	A.N	30
Nom de la pièce	Nom_P	A.N	30
Marque de la pièce	Mark_P	A.N	30
Dimension de la pièce	Dimension	N	30
Quantité de la pièce	Quantité	N	30
Catégorie de la pièce	Catégorie	A	25
Type de la pièce	Type	A	25
Description de la pièce	Description	A.N	50
Image de la Pièce	Image	Long Blob	//
Code famille de la pièce	Code_Famille	N	25
Nom de famille de la pièce	Nom_F	A	30
Code sous famille de la pièce	Code_SF	N	25
Nom de sous famille de la pièce	Nom_SF	A	30
Code de fournisseur	Code_fournisseur	N	25
Nom de fournisseur	Nom_Four	A	30
Prénom de fournisseur	Prenom_Four	A	30
Raison social de fournisseur	Raison_social	A	30
Adresse de fournisseur	Adresse	A.N	50
Téléphone de fournisseur	Telephone	N	20

Email de fournisseur	Email	A.N	35
Site web de fournisseur	Site_web	A.N	50
Code de la commande	Code_cmd	N	20
Nom de la pièce commandée	Nomp_cmd	A.N	30
Reference de la pièce commandée	Refp_cmd	A.N	30
Marque de la pièce commandée	Markp_cmd	A.N	30
Quantité de la pièce commandée	Quantite_cmd	N	30
Description de la pièce commandée	Discp_cmd	A.N	50
Nom de fournisseur qui fait notre commande	Nomfourn_cmd	A	30
prénom de fournisseur qui fait notre commande	Prenomfour_cmd	A	30
Adresse de fournisseur qui fait notre commande	Adressf_cmd	A.N	50
Téléphone de fournisseur qui fait notre commande	Telf_cmd	N	20
Email de de fournisseur qui fait notre commande	Emailf_cmd	A.N	35
Date de commande	Date_cmd	date	10
Code d'historique	Code_his	N	20
Code de la pièce dans l'historique	His_code	N	35
Reference de la pièce dans l'historique	His_ref	A.N	30
Nom de la pièce dans l'historique	His_nom	A.N	30
Marque de la pièce dans l'historique	His_mark	A.N	30
Catégorie de la pièce dans l'historique	His_cate	A	25
Type de la pièce	His_type	A	25

dans l'historique			
Famille de la pièce dans l'historique	His_fam	A	30
Sous la famille de la pièce dans l'historique	His_sfam	A	30
Quantité de la pièce dans l'historique	His_quant	N	20
Nom de l'utilisateur qui a fait une commande	Nom_d	A.N	25
Date de sortie de la pièce	Date_his	Date	10

Tableau 4.1 : Dictionnaire des données

#### 4.8. Modèle Conceptuel de Donnée (MCD)

Le modèle conceptuel des données (MCD) a pour but décrire l'information structurée du système d'information qui représente une approche facile à comprendre et une représentation schématique claire des données, il représente aussi la structure logique globale d'une base de donnée suivant le formalisme entité association s'appelle également entité liaison, objet relation individuelle [10].

##### 4.8.1 Présentation le modèle conceptuel de donnée

Notre MCD est basé sur les concepts suivants :

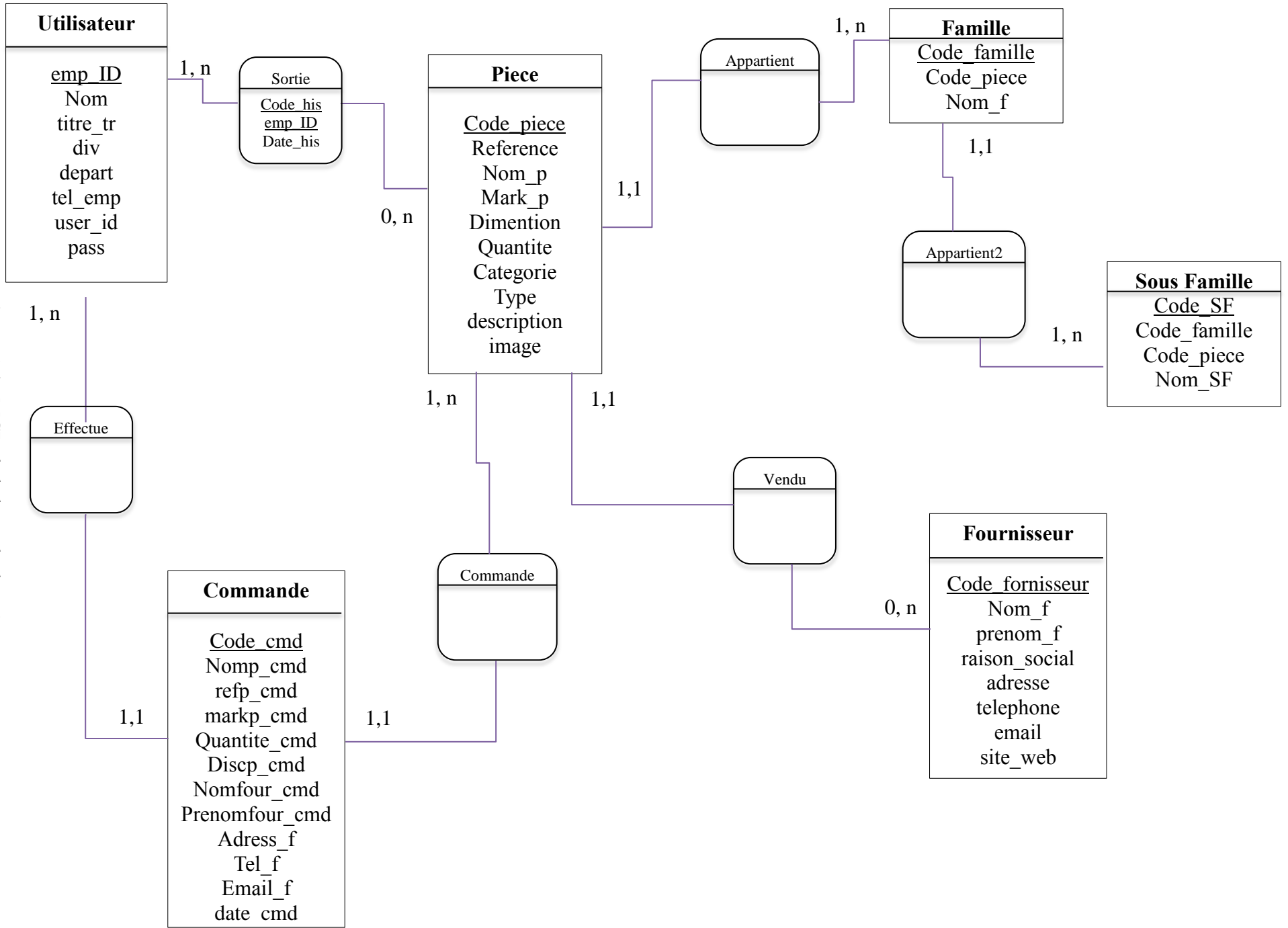


Figure 4.4 : MCD de la base de données



#### 4.9. Le Modèle Logique des Données (MLD)

La représentation logique c'est le passage de la description conceptuelle à l'implantation physique de la base des données.

Les objectifs de cette modélisation sont la définition de l'organisation logique des données à partir du modèle conceptuel valide et l'optimisation de cette description, compte tenu des traitements à appliquer à l'information. [10]

##### 4.9.1. Elaboration du MLD

- Utilisateur (emp\_ID, Nom, titre\_tr, div, depart, tel\_emp, user\_id, pass).
- Piece (Code\_piece, Reference, Nom\_p, Mark\_p, Dimention, Quantite, Categorie, Type, description, image).  
Famille (Code\_famille, Code\_piece, Nom\_f).
- Sous Famille (Code\_SF, Code\_famille, Code\_piece, Nom\_SF).
- Fournisseur (Code\_fournisseur, Nom\_f, prenom\_f, raison\_social, adresse, telephone, email, site\_web).
- Commande (Code\_cmd, Nomp\_cmd, refp\_cmd, markp\_cmd, Quantite\_cmd, Discp\_cmd, Nomfour\_cmd, Prenomfour\_cmd, Adress\_f, Tel\_f, Email\_f, date\_cmd).
- Sortie (Code\_his, Code\_Piece, emp\_ID, Date\_his).
- Effectue (emp\_ID, Code\_cmd).
- Commande (Code\_cmd, Reference).
- Vendu (Code\_fournisseur, Code\_Piece).
- Appartient (Code\_Piece, Code\_Famille).
- Appartient2 (Code\_Piece, Code\_Famille, Code\_SF).

#### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé de la méthode « MERISE » que nous allons utiliser dans notre projet, et que la spécification détaillée retenues lors de cette phase de conception où on a décrit : le MCD, MLD, ce qui va nous permettre d'aborder le côté technique de notre étude, en ce qui concerne les différents aspects, données et codage de notre logiciel. Dans le chapitre suivant on va présenter l'application de gestion de stock.

**Chapitre 5**  
**Application du logiciel de  
gestion de stock**

## Introduction

Après avoir conçu la base de données de notre programme, le moment est venu pour présenter l'application de la gestion des stocks et d'approvisionnement. Dans ce chapitre on va voir les démarches de logiciel et ses modules.

## 5.2. Présentation du logiciel

### 5.2.1. Fenêtre de l'utilisateur

Pour établir une connexion au logiciel il faut que l'employeur a un nom d'utilisateur et un mot de passe, pour cela, l'administrateur de logiciel a le pouvoir de certaines fonctions de logiciel pour faire saisir les informations des nouveaux employeurs et aussi donner un nom d'utilisateur et un mot de passe pour accéder au logiciel.

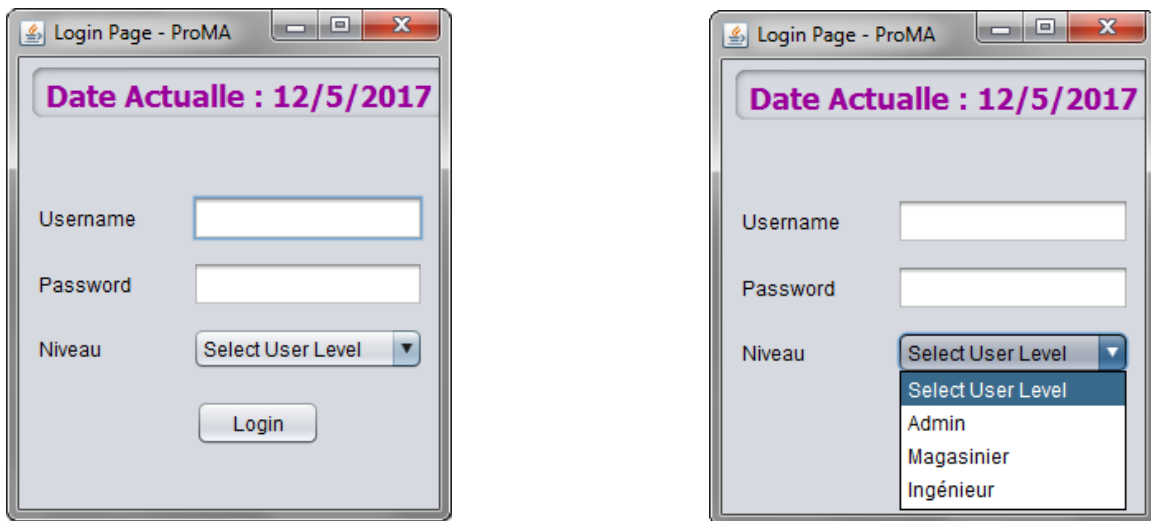


Figure 5.1: Fenêtre de l'utilisateur

### 5.2.2. Fenêtre de l'administrateur

La fenêtre suivante est la fenêtre de l'administrateur pour qu'il puisse faire entrer les nouveaux employeurs

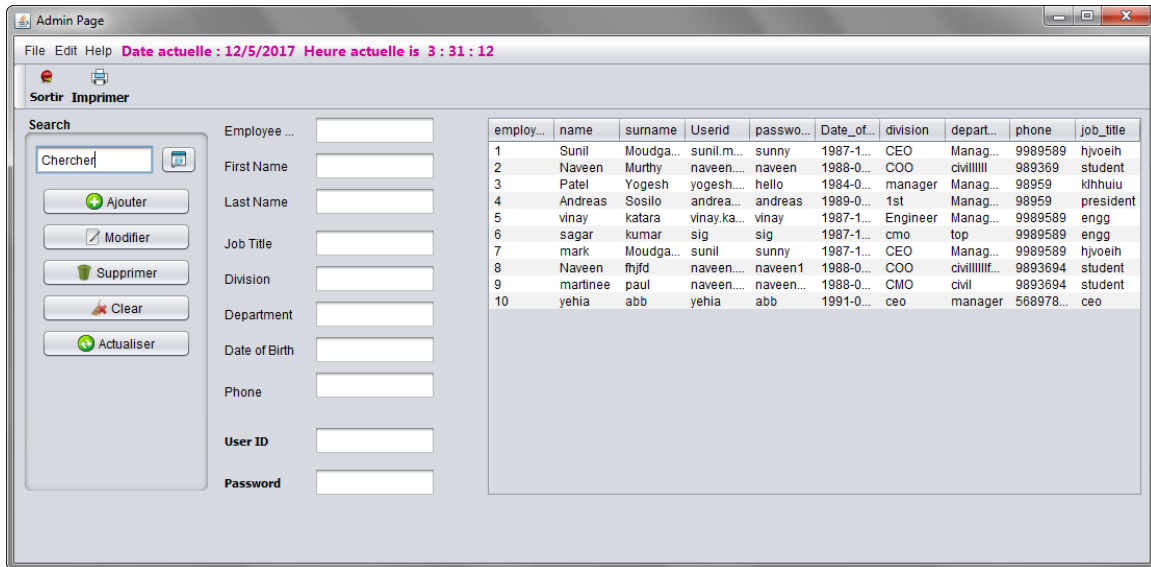


Figure 5.2: Fenêtre de l'administrateur

### 5.2.3. Fenêtre d'accueil

Dans cette fenêtre on trouve tous les modules correspondant au logiciel. Voir la figure suivante qui illustre la fenêtre accueil

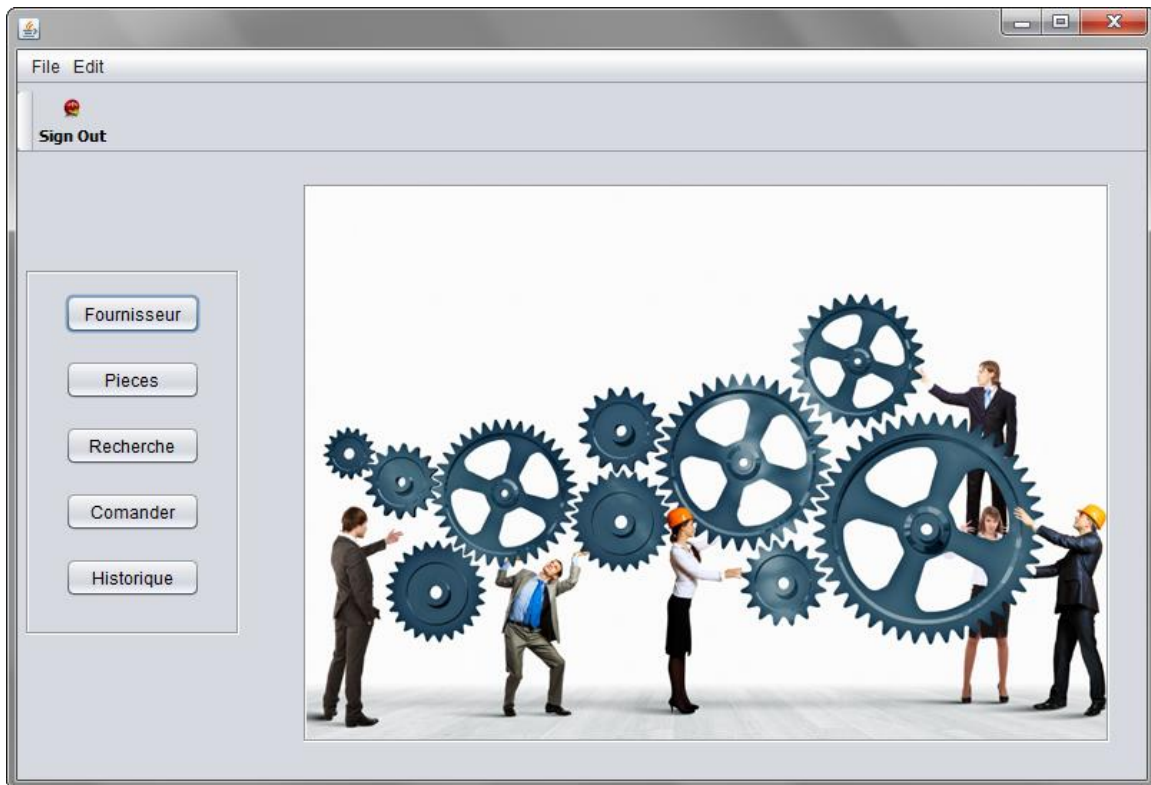


Figure 5.3: Fenêtre d'accueil

### 5.2.4. Module des pièces

En cliquant sur le bouton des pièces, la fenêtre s'affiche et c'est l'utilisateur qui va ajouter des nouvelles pièces.

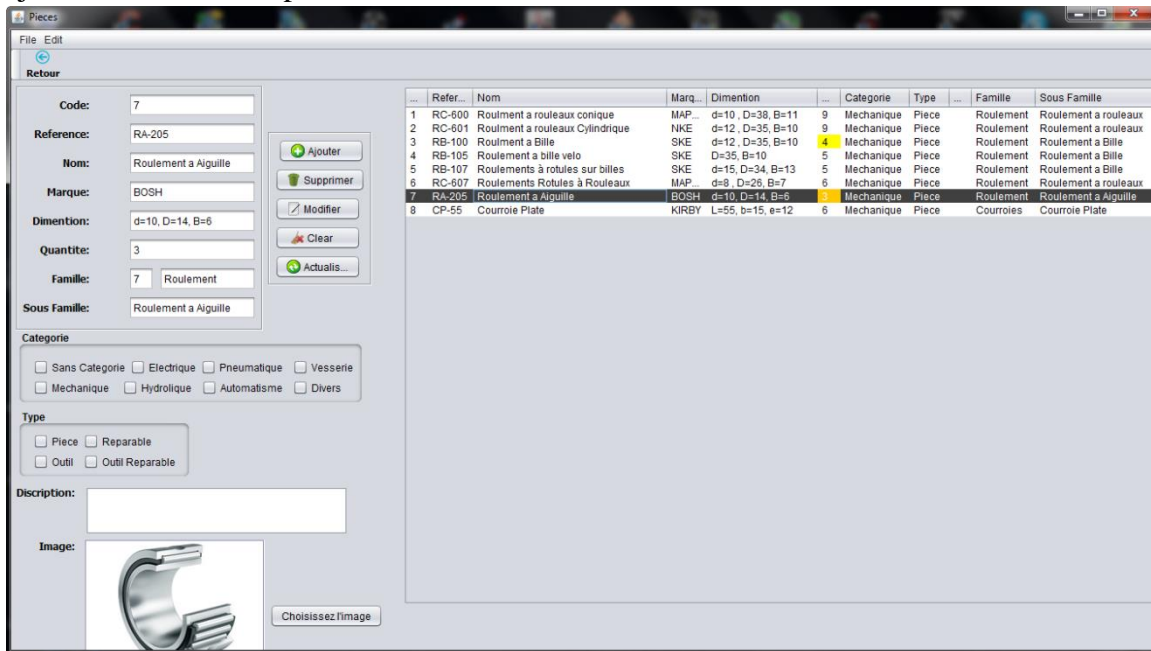


Figure 5.4: Module des pièces

### 5.2.5. Module des fournisseurs

Ce module permettra aussi d'enregistrer tout les informations du fournisseur

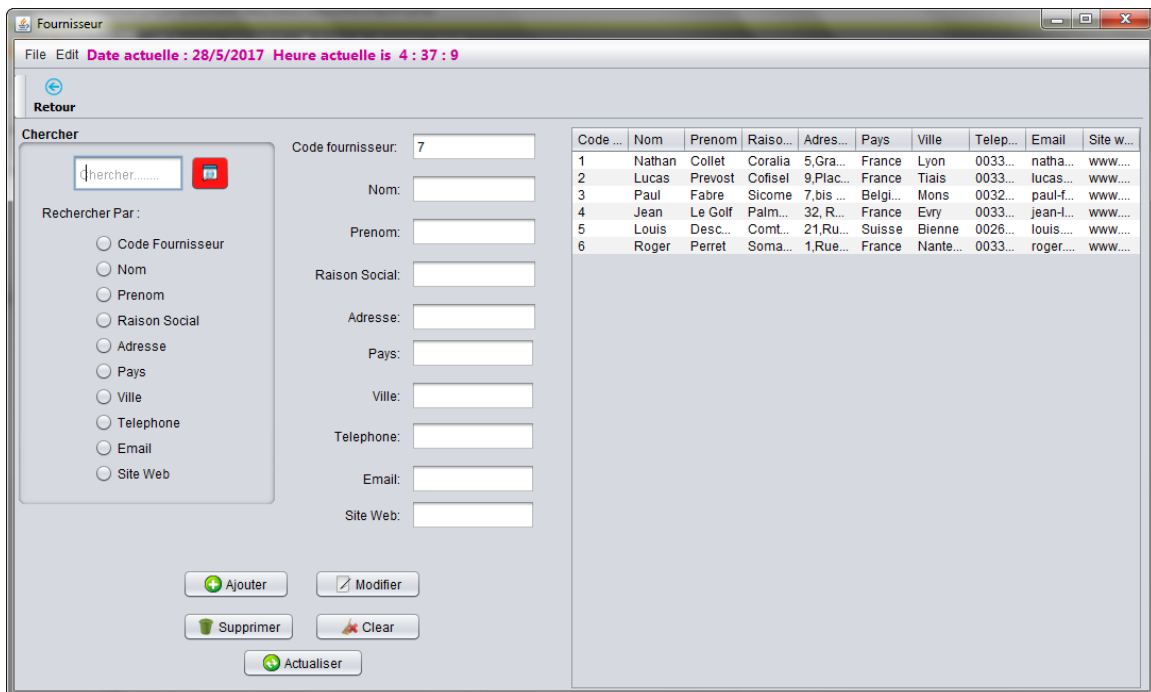


Figure 5.5: Module des fournisseurs

### 5.2.6. Module des bons de commande

Ce module permettra à l'administrateur de ressortir directement les états afin de contacter les fournisseurs pour passer des commandes bien précises.

The screenshot shows a software window titled "Module des bons de commande". It features a menu bar with "File" and "Edit". Below the menu is a "Retour" button. The main area is divided into three sections: 1. "Nom de la piece:" with input fields for "Reference:", "Marque:", "Quantite:", and a text area for "Discription de la piece:". 2. "Fournisseur" section with a large empty box and labels for "Code Fournisseur:", "Nom:", "Prénom:", "Raison Social:", "Adresse:", "Telephone:", "Email:", and "Site Web:". 3. A table header with columns: "Numer...", "Nom d...", "Refere...", "Marque", "Quantite", "Discrip...", "Nom d...", "Preno...", "Adress...", "Teleph...", "Email ...", and "Date d...". At the bottom are "Valider" and "Effacer" buttons.

Figure 5.6: Module des bons de commande

### 5.2.7. Module de recherche

C'est un module qui permet à l'utilisateur de logiciel de chercher les pièces on peut chercher par nom de la pièce, référence, marque, catégorie, type, nom de la famille, nom de sous-famille.

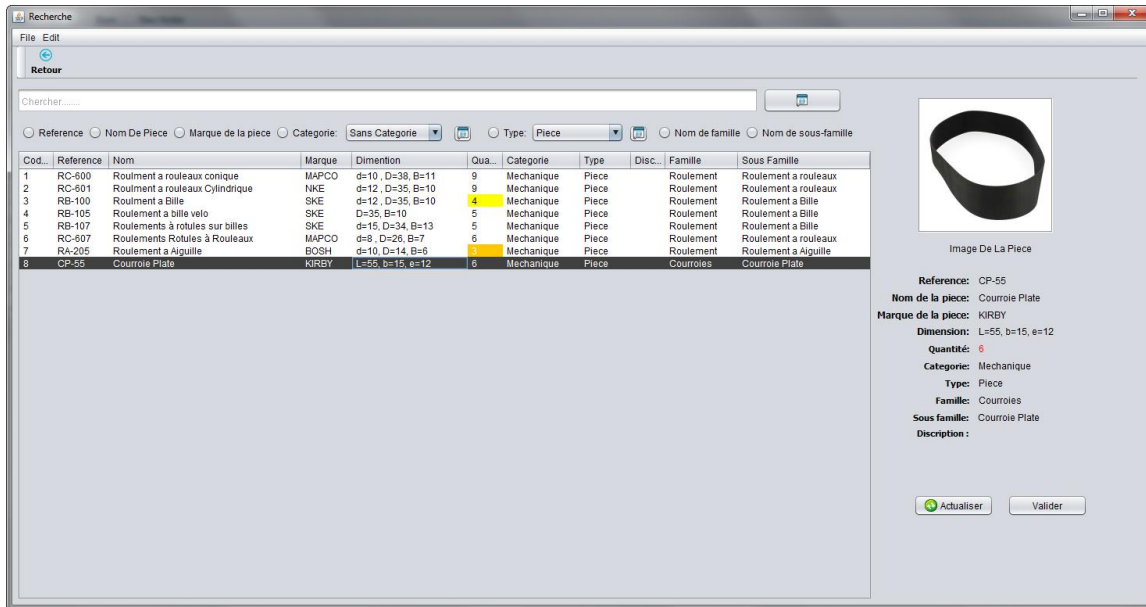


Figure 5.7: Module de recherche

Après avoir la pièce requise, l'utilisateur peut cliquer sur valider, et une fenêtre s'affiche qui demande la quantité désirée et le nom d'utilisateur

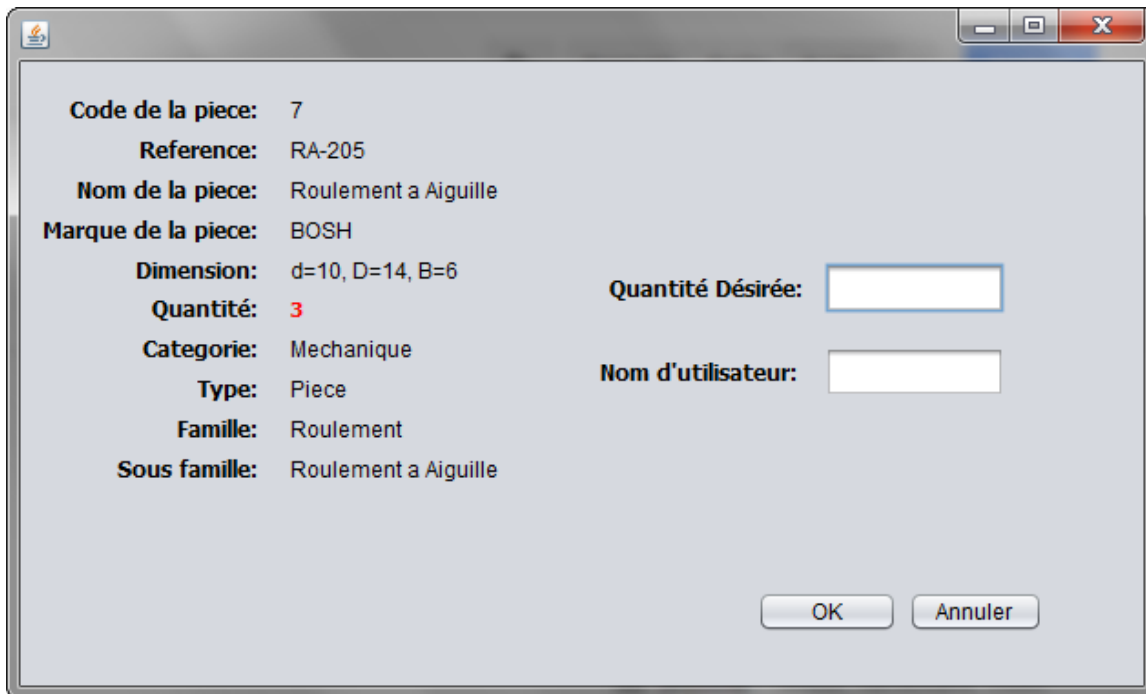
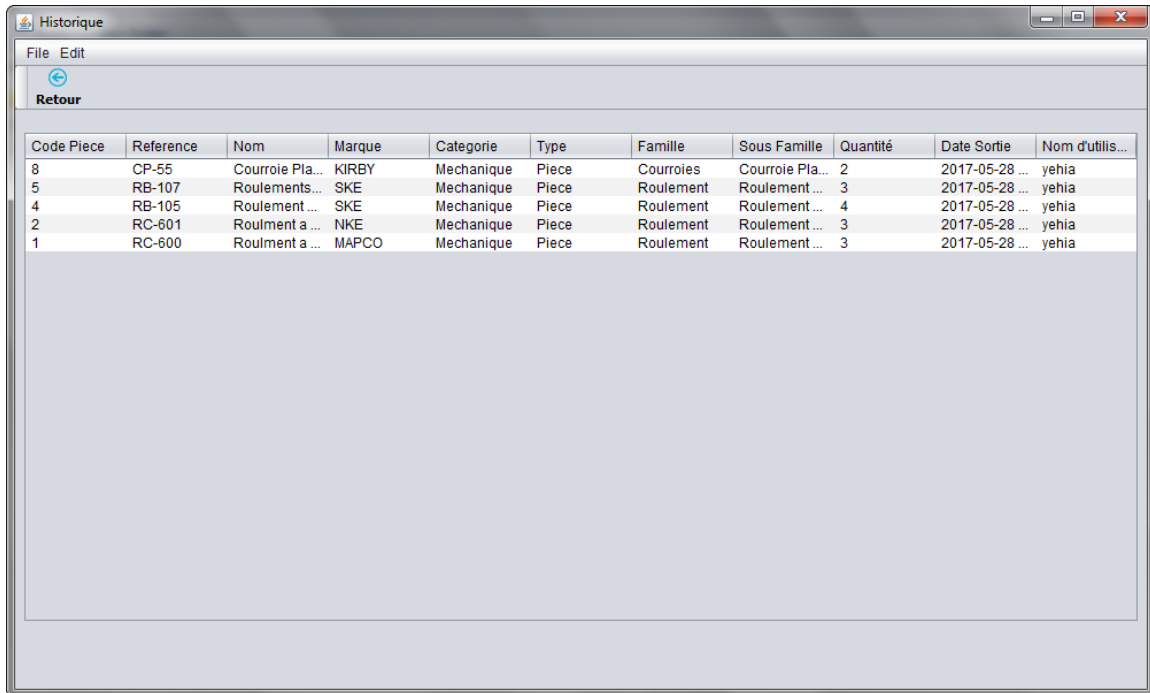


Figure 5.8: Fenêtre de bon de sortie de la pièce

### 5.2.8. Module d'historique

Ce module permet de stocker tout les pièces qui sont sorties du stock, et les noms des utilisateurs qui ont fait la commande de ces pièces.



Code Piece	Reference	Nom	Marque	Categorie	Type	Famille	Sous Famille	Quantité	Date Sortie	Nom d'utilis...
8	CP-55	Courroie Pla...	KIRBY	Mechanique	Piece	Courroies	Courroie Pla...	2	2017-05-28 ...	yehia
5	RB-107	Roulements...	SKE	Mechanique	Piece	Roulement	Roulement ...	3	2017-05-28 ...	yehia
4	RB-105	Roulement ...	SKE	Mechanique	Piece	Roulement	Roulement ...	4	2017-05-28 ...	yehia
2	RC-601	Roulement a ...	NKE	Mechanique	Piece	Roulement	Roulement ...	3	2017-05-28 ...	yehia
1	RC-600	Roulement a ...	MAPCO	Mechanique	Piece	Roulement	Roulement ...	3	2017-05-28 ...	yehia

Figure 5.9: Module d'historique

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons opté d'avoir une démarche beaucoup plus pratique que théorique.

En définitif, nous retiendront que la GMAO est un outil de gestion efficace, il peut permettre aux entreprises d'améliorer la fiabilité de ses équipements, baisser ses cout de maintenance et optimiser la rentabilité de ses actifs.



### **Conclusion générale**

La maintenance couvre un ensemble des fonctions (méthodes, ordonnancement...) et des relations entre les différentes sections. Pour faciliter ces activités et éviter les dysfonctionnements dus à la mauvaise gestion, cette fonction doit être informatisée pour assurer une bonne maintenabilité des équipements et surtout réduire les coûts de la maintenance.

La GMAO est devenue aujourd'hui un outil de gestion simple, performant et accessible à tous, dans des budgets et des projets minimalisés. Ne pas s'en doter, c'est se priver d'un outil de progrès opérationnel et organisationnel ainsi que d'un vecteur de réduction de coûts directs et indirects.

Le module de gestion de stock permet de gérer les articles disponibles dans l'entreprise en vue de satisfaire les besoins à venir à l'aide d'outils logistiques et d'un système d'information performant pour l'organisation. Dans ce travail, nous avons développé un programme sous Netbeans avec une base des données MySQL, regroupant ce dernier les principales fonctionnalités qu'un logiciel de gestion de stock peut contenir.

Pour améliorer ce logiciel, il doit passer par une phase d'essai et vérifier ses performances et son ergonomie. Cette utilisation permettra de trouver les lacunes et les erreurs de programmation et les corriger, aussi, ce travail pourra être amélioré par élargir les modules présents dans le logiciel. Afin que ce dernier soit universel et utilisable dans les usines.

**Bibliographie**

- [1] BAPTISTE Jean Luc – Merise Guide pratique: Modélisation des données et des traitements, langage SQL – 2ème édition – Paris 2009.
- [2] Bdirina El khansa – Diagnostic de défauts d’engrenage par l’analyse vibratoire» Thèse de Magistère en Génie électronique Option : Contrôle U – M'sila 2006.
- [3] BENICHOU. J et MALHIET. D – Systèmes d’approvisionnement et gestion des stocks (EO-U).
- [4] BOULANGER Alain et PACHAUD Christian – Analyse vibratoire en maintenance – 3ème édition – DUNOD – Paris 2013.
- [5] CHIEMENTIN Xavier – thèse de doctorat en mécanique « Localisation et quantification des sources vibratoires dans le cadre d'une maintenance préventive conditionnelle en vue de fiabiliser le diagnostic et le suivi de l'endommagement des composants mécaniques tournants : application aux roulements à billes » – octobre 2007.
- [6] FILDIER Frédéric – Technique de l’ingénieur, GMAO : choisir un logiciel – 2012
- [7] FRANCASTEL Jean-Claude – La GMAO Pratique – Paris 2008.
- [8] FREDERIC Marc – Maitre en œuvre une GMAO – 2ème édition – DUNOD – Paris 2011.
- [9] GAVAUULT. L, LAURET. A – Technique et pratique de la gestion des stocks – Delmas et Cie.
- [10] GODOC Eric – SQL – Les fondamentaux du langage – 2ième édition – BROCHE – Paris 2014.
- [11] HENG Jean – Pratique de la maintenance préventive – DUNOD – Paris 2002.
- [12] J. Ferrier – La gestion Scientifique des stocks – DUNOD – Paris 1971.
- [13] LAFLEUR François – L’organisation d’un programme de maintenance prédictive – 2003
- [14] LANDOLSI Fouad – Cours de techniques de surveillance.
- [15] LAUGIE Henri – Java et NetBeans: développez une application avec Java et NetBeans – Paris 2012.

- [16] LAUMAILLE Robert – Gestion des stocks par maîtrise des flux – Mémento – 1990.
- [17] SALIN. E – Gestion des stocks. Edition D'organisation – 1987.
- [18] SALINE.E – Gestion des stocks, les points clés .Edition d'Organisation – 1990.
- [19] Technique de l'ingénieur – Essais de vibrations, Mesures et exploitation des résultats – 2009
- [20] VERNIER Jean-Pierre – Aide-Mémoire maintenance et GMAO – DUNOD – Paris 2010.
- [21] ZERMATI Pierre – La pratique de la gestion des stocks Edition Bordas management – 4ème édition – BORDAS – Paris 1990.
- [22] ZWINGELSTEIN Gilles – Diagnostic des défaillances théorie et pratique pour les systèmes industriels – HERMES – Paris 1995.

### **Webographie**

- [23] Institut de soudure – [www.isgroupe.com](http://www.isgroupe.com) – Contrôle par thermographie – Consulté le 23/06/2017