

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE
ÉLECTRIQUE



DOMAINE : SCIENCES ET
TECHNOLOGIES
FILIERE ELECTROMECHANIQUE
OPTION : MAINTENANCE
INDUSTRIELLE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique
par: Mahchouch Mohamed et Berrabah Ayyoub

Intitulé

Amélioration de la productivité des systèmes industriels par la GMAO

Soutenu devant le jury

Dr. MABRAK Samir	Université de M'sila	Président
Dr.DEFDAF Mabrouk	Université de M'sila	Rapporteur
Dr. BENDAIKHA A/malik	Université de M'sila	Examineur
Dr. CHERIF Bilal Djamal Eddine	Université de M'sila	Examineur
Pr.DJERIOUI Ali	Université de M'sila	Examineur
Mr. YAHIAOUI Slimane	SPE SONELGAZ M'sila	Invité

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

Nous exprimons notre gratitude à Dieu pour son aide précieuse dans l'accomplissement de ce travail. Nous adressons nos remerciements les plus profonds à nos parents pour leurs encouragements, leur soutien indéfectible et les nombreux sacrifices qu'ils ont consentis.

Nous sommes particulièrement reconnaissants envers notre encadreur, Dr Mabrouk Defdaf, pour ses efforts constants, ses conseils avisés, son soutien et ses corrections bienveillantes.

Nous tenons également à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'examiner notre travail, ainsi que tous les professeurs du Département de génie électrique qui ont enrichi notre formation universitaire.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Recevez ici l'expression de notre sincère gratitude.

Dedicace

Je dédie cet humble acte à mes parents, sources de générosité et de patience tout au long de mon parcours scolaire. Que Dieu les protège.

À mes frères et sœurs, ma famille et mes proches, chacun d'entre eux m'a toujours montré le bon chemin et m'a toujours aidé.

Aux personnes qui m'ont accompagné pendant mes études universitaires, en particulier Berrabah Ayoub, mon mentor Defdaf Mabrouk, source d'inspiration dans le domaine, ainsi qu'à mes chers amis pour leurs encouragements et leur soutien constants. À tous ceux qui ont éclairé mon esprit avec des connaissances, même minimales, à toutes les étapes de ma vie, je vous adresse mes sincères remerciements et ma gratitude.

إهداء

أهدي هذا العمل إلى أمي وأبي اللذين دعماني
وشجعاني طوال سنوات الدراسة هذه. نرجو أن
يعتبروها شهادة على امتناني العميق.

إلى إخوتي وأجدادي وإلى كل من شاركني لحظات
عاطفية أثناء إنجاز هذا العمل.

لقد رافقتني دعمهم الدافئ وتشجيعهم طوال رحلتي.

إلى عائلتي وأحبابي وإلى من يجلب لي الحب
والحيوية.

إلى جميع أصدقائي الذين شجعوني دائمًا والذين
أتمنى لهم النجاح المستمر.

إلى كل من أحب.

ملخص :

في هذا البحث تطرقنا الى اهم النقاط التي تدرج ضمن اشكالية التحديات و الصعوبات الموجودة في المصانع و المعامل التي تختص في الصيانة الصناعية , حيث اقترحنا حلا و هو برنامج تسيير الموارد البشرية و المادية بصفة عامة و قد لخصنا اهم النقاط التي يتضمنها مشروع تخرجنا و الذي من شأنه تسهيل عمل الافراد و المسؤولين العاملين في مجال الصيانة الصناعية و التي من ضمنها نظام GMAO و قواعد البيانات بصفة عامة و قد بينا كيفية انشاء قاعدة بيانات خاصة و كذلك كيفية عمل البرنامج المصمم بواسطة لغة البرمجة C++ .

Résumé :

Dans cette recherche, nous avons abordé les points les plus importants qui relèvent du problème des défis et des difficultés qui existent dans les usines et les laboratoires spécialisés dans la maintenance industrielle. Nous avons proposé une solution, qui est un programme de gestion des ressources humaines et matérielles en général , et nous avons résumé les points les plus importants inclus dans notre projet de fin d'études, qui est l'un des Il faciliterait le travail des individus et des fonctionnaires travaillant dans le domaine de la maintenance industrielle, qui comprend le système GMAO et les bases de données en général. Nous avons montré comment le faire. Créer une base de données spéciale, ainsi que le fonctionnement du programme conçu à l'aide du langage de programmation C++.

Abstract :

In this research, we touched on the most important points that fall within the problem of the challenges and difficulties that exist in factories and laboratories that specialize in industrial maintenance. We proposed a solution, which is a program for managing human and material resources in general, and we summarized the most important points included in our graduation project, which is one of It would facilitate the work of individuals and officials working in the field of industrial maintenance, which includes the GMAO system and databases in general. We have shown how to create a special database, as well as how the program was designed with the help of the C++ programming language.

Sommaire

Liste des figures	IV
Liste des tableaux	IV
Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur la GMAO	3
I. Introduction	3
I.1. Historique de l'informatisation de la maintenance	3
I.1.1 La phase initiale « naissance »	3
I.1.2 L'intégration	4
I.2. Définition de la GMAO	5
I.2.1 Objectifs de la mise en œuvre d'une GMAO	5
I.2.2 Les domaines gérés par les logiciels de GMAO	6
I.2.2.1 Domaine technique	6
I.2.2.2 Domaine économique	6
I.2.2.3 Domaine personnel	6
I.2.3 Fonctionnalités d'une GMAO	7
I.2.3.1 Gestion des équipements	7
I.2.3.2 Gestion de gestion d'achat	7
I.2.3.3 Gestion des interventions	8
I.2.3.4 Gestion des stocks	9
I.2.3.5 Gestion des coûts et budget	9
I.2.3.6 Gestion des actions de maintenance	9
I.2.4 Avantages de la GMAO	10
I.2.5 Les conditions de réussite d'un projet GMAO	11
I.2.6 Les risques liés au projet	11
I.2.7 Fonctionnalités du système GMAO	11
I.2.8 Les étapes d'un projet GMAO	12
I.2.9 L'informatisation de la maintenance	12
I.2.9.1 L'apport de la GMAO	12
I.2.9.2 L'information pour la prise de décision	12
I.2.9.3 Le désenclavement de la fonction maintenance	13
I.2.10 Le pilotage de la fonction	13
I.2.11 Les processus de maintenance	13
I.2.12 La motivation du personnel	14
I.2.13 Les utilisateurs de la GMAO	15
I. Conclusion	16

II. Chapitre II : Généralités sur les bases de données	17
II. Introduction	17
II.1. Base de données	17
II.1.1 Définition	17
II.1.2 Les types de bases de données	17
II.1.3 Les modèles de bases de données	18
II.1.4 Objectifs d'une base de données	20
II.1.5 La gestion des bases de données	20
II.2. Le système de gestion de bases de données	21
II.2.1 Définition	21
II.2.2 Les composants de SGBD	21
II.2.3 Avantages de l'utilisation des SGBD	22
II.2.4 Niveaux de description des bases de données	23
II.3. Conception et modélisation des bases de données	23
II.3.1 Etapes de conception d'une base de données	23
II.3.2 Formalismes de modélisation	24
II.3.3 La méthode MERISE et le modèle E-A	24
II.4. Étude du modèle conceptuel de données (MCD)	25
II.4.1 Présentation du MCD	25
II.4.2 Définition du modèle entité/association (E/A)	25
II.4.3 Les concepts de base	25
II.4.4 Les étapes de construction d'un MCD	26
II.5. Etude du modèle logique de données (MLD)	29
II.5.1 Les concepts de base d'un MLD	30
II.5.2 Règles de passage du MCD au MLD	30
II.6. Étude du modèle physique de données (MPD)	30
II. Conclusion	31
III .Chapitre III : Construction Du Bases des Données	32
III. Introduction	32
III.1. Implémentation du MLD dans notre système	33
III.2. Dictionnaire Des Données Epurés	34
III.3. Règles De Données	39
III. Conclusion	44
IV. Chapitre IV : Réalisation de logiciel	45
IV. Introduction	45
IV.1. Déroulement du logiciel	45
IV.1.1 La fenêtre LOGIN	45

IV.1.2 La fenêtre d'administration	46
IV.1.3 La fenêtre d'équipement	47
IV.1.4 La fenêtre de détail DT	48
IV.1.5 La fenêtre de travail réalise	48
IV.1.6. La fenêtre de demande de travail	49
IV.1.7. La fenêtre d'ordre de travail	50
IV.1.8. La fenêtre d'atelier	51
IV. Conclusion	51
Conclusion générale	52
Ressources	53

Liste des Figures :

Figure 01 : Les applications de la maintenance traditionnelle	4
Figure 02 : Les applications de la maintenance planifiée	5
Figure 03 : Les effets de la GMAO	6
Figure 04 : les différents types de Fonctionnalités d'une GMAO	7
Figure 05 : la chaine de traitement de la gestion des travaux en maintenance	10
Figure 06 : Exemple du modèle hiérarchique	18
Figure 07 : Exemple du modèle réseau	19
Figure 08 : Exemple du modèle relationnel	20
Figure 09 : Exemple du modèle objet	23
Figure 10 : un exemple d'une SGBD	21
Figure 11 : Étapes De Conception d'une BD	24
Figure 12 : Composants du méthode MERISE	24
Figure 13 : Représentation graphique du modèle E/A	26
Figure 14 : Un exemple du modèle MCD	29
Figure 15 : Un exemple du modèle MLD	30
Figure 16 : Un exemple du modèle MPD	31

Listes des tableaux :

Tableau 01 - Les utilisateurs de la GMAO	15
Tableau 02- Table Utilisateurs	35
Table des equipments	35
Table Demandes_Travail.....	35
Table Diagnostics.....	36
Table Ordres_Travail	36
Table Pieces_De_Rechange	36
Table Utilisation_Pieces	37
Table Intervenants.....	37
Table Rapports	37

Table Frequencies	38
Table Operations_Maintenance.....	38
Table Etat_Interventions.....	38
Table Check_List.....	39
Table Planning_Preventif.....	39
Table Utilisation_Intervenants.....	39
Table Documents	39

Introduction

Générale

Introduction générale :

De nos jours, le formidable développement de l'informatique et surtout de la micro-informatique avec des systèmes d'exploitation de plus en plus conviviaux permettant d'avoir un interface homme-machine d'une simplicité extrême : il n'est plus besoin d'avoir de solides connaissances en informatique pour utiliser une GMAO. [1]

En réalité, c'est bien l'approche qu'il convient d'avoir : la GMAO doit être un outil performant permettant au mainteneur de gagner du temps et de s'améliorer dans ses activités quotidiennes par un accès facile aux historiques et autres analyses. [1]

L'informatique en tant que technique de gestion et d'organisation, est devenue un outil indispensable pour toute organisation qui gère un volume important d'information.

Dans le cadre de notre projet, nous nous attelons à la conception et à la réalisation d'un logiciel de GMAO. Ce logiciel a pour but principal d'automatiser le traitement et la présentation des informations nécessaires à la gestion des travaux de maintenance. En intégrant des fonctionnalités telles que la gestion des calendriers de maintenance, le suivi des interventions, la gestion des stocks de pièces détachées, et la génération de rapports détaillés, notre solution vise à offrir une vue d'ensemble complète et en temps réel de toutes les activités de maintenance.

Le premier chapitre a pour but d'une étude générale sur le logiciel de GMAO et des définitions de quelques notions importantes sur ce logiciel et l'histoire de la maintenance industrielle comme ses utilisateurs, ses fonctionnalités, ses avantages, ses conditions de réussite et risques.

Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé de manière générale les concepts fondamentaux relatifs aux bases de données comme ses modèles, en mettant en lumière leur utilité ainsi que les différentes stratégies de gestion qui leur sont associées.

Dans le troisième chapitre on a détaillé la structure et l'importance du Modèle Logique de Données (MLD) ainsi que de la base de données associée dans le contexte du logiciel GMAO en détaillant le dictionnaire de données et les fonctions.

Dans le quatrième chapitre, nous explorerons en détail le fonctionnement du logiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) que nous avons développé et ses différentes fenêtres en expliquant en détail le fonctionnement et le travail de chaque fenêtre.

En résumé, notre projet de logiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur s'inscrit dans une tendance plus large de digitalisation et d'optimisation des processus industriels. En automatisant la gestion des informations et en fournissant des outils de prévision et d'analyse

avancés, nous visons à transformer la manière dont les entreprises abordent la maintenance, en passant d'une approche réactive à une approche proactive et stratégique.

Chapitre I : Généralités

sur la GMAO

I. Introduction :

La maintenance industrielle a été un pilier fondamental de la fabrication et de la production depuis l'avènement de la révolution industrielle. Ce chapitre explore l'évolution des pratiques de maintenance, des inspections manuelles rudimentaires aux approches sophistiquées basées sur les données. Initialement, la maintenance était principalement réactive, traitant les pannes au fur et à mesure qu'elles se produisaient. Au fil du temps, des stratégies proactives telles que la maintenance préventive et prédictive a émergé, poussées par le besoin d'efficacité et de fiabilité. Le développement des Systèmes de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) a révolutionné le domaine en fournissant des outils pour une meilleure planification, programmation et suivi des activités de maintenance. Ces systèmes s'intègrent aux technologies modernes comme l'IoT et l'IA, permettant des processus de maintenance plus intelligents et automatisés. Comprendre cette évolution est crucial pour apprécier l'état actuel et les futures directions de la maintenance industrielle.

I.1. Historique de l'informatisation de la maintenance : [2]

I.1.1 La phase initiale « naissance » :

L'informatisation de la maintenance est venue tard dans l'entreprise : un des derniers pavés à informatiser après la comptabilité, la production, les achats ... On a tout d'abord développé et implanté les fonctionnalités dont on avait un besoin immédiat : le plan de graissage, les achats et la gestion des stocks de pièces de rechange. On a géré les travaux en appliquant une procédure pour la gestion des bons de travail. En même temps que la maintenance a été reconnue comme fonction fondamentale dans l'entreprise, bon nombre de progiciels sont apparus sur le marché, proposant de couvrir les fonctionnalités dont la maintenance souhaitait disposer. Il s'agissait de la naissance de la:

- GMAO pour Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur ;
- CMMS pour Computer Maintenance Management System ;
- CAMM pour Computer Aide Maintenance Management.

Ces progiciels ont permis de traiter les événements auxquels la maintenance avait à faire face quotidiennement : que ce soit la panne et son traitement, l'exécution du préventif, la gestion de stock (figure 3.1). L'utilisation des ressources s'en est trouvée naturellement très améliorée.

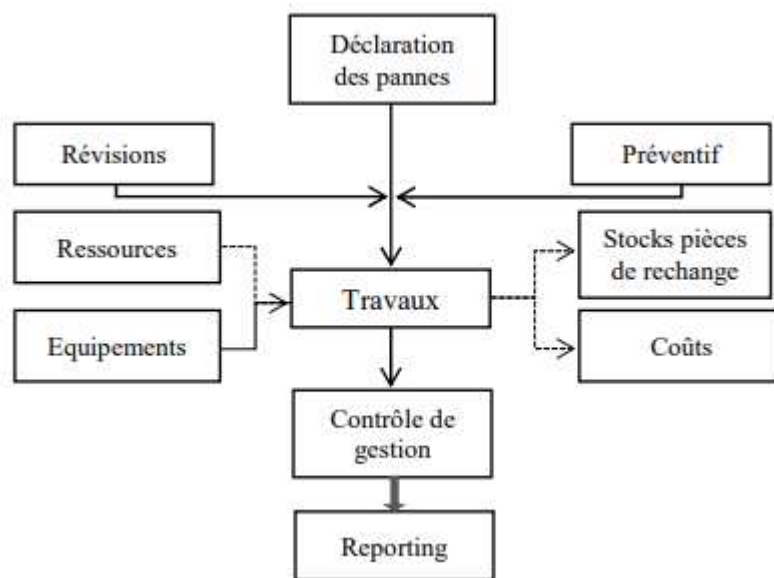


Figure 01 : Les applications de la maintenance traditionnelle.

I.1.2 L'intégration :

Par la suite, ces progiciels ont dû s'interfacer aux achats et à la comptabilité, quand ces domaines faisaient déjà l'objet d'un support de l'informatique. Compte tenu des difficultés d'interfaçage, les communications se sont réduites à des transferts d'information, à périodicité mensuelle, et ceci dans un seul sens : de la maintenance vers les autres applications, pour mettre à jour et consolider les fichiers de résultats. Les grands progiciels de gestion intégrée (PGI) ont été l'occasion de franchir un pas décisif dans la rationalisation des processus de l'entreprise et dans l'intégration de la maintenance avec les autres fonctions de l'entreprise. Cela en favorisant l'interfaçage entre les fonctions de gestion classiques qu'ils couvraient et celles que la GMAO avait déjà mises en place. Au plan technique proprement dit, l'informatique a aussi progressé : Les techniques modernes d'analyse de maintenance et de contrôle non destructif sont nées en parallèle à l'informatique : analyse vibratoire, expertise vibratoire, analyse d'huile, thermographie IR, ultrasons à chaud, mesure de température, d'épaisseur, endoscopie, scanning, émission acoustique... Toutes ces techniques, quelquefois couplées aux Systèmes Experts ont permis le développement de la maintenance prédictive. Elles ont été décrites sous le sigle TTAO (Travaux Techniques Assistés par Ordinateur) ou TMAO (Techniques de Maintenance Assistées par Ordinateur). Au plan organisationnel, avec l'augmentation de la polyvalence des ressources et la poursuite des efforts entrepris dans la rationalisation des stocks, non seulement on a réussi à maîtriser les processus de maintenance eux-mêmes, mais on a singulièrement amélioré le rapport

Maintenance planifiée/Maintenance non planifiée. Au bout du compte, les systèmes de gestion de maintenance informatisés ont offert à leurs utilisateurs la possibilité de maîtriser les opérations de maintenance et le coût des ressources utilisées au niveau de chacun des équipements (figure 3.2). Ils ont permis à la maintenance de participer directement à l'effort d'économie de l'entreprise.

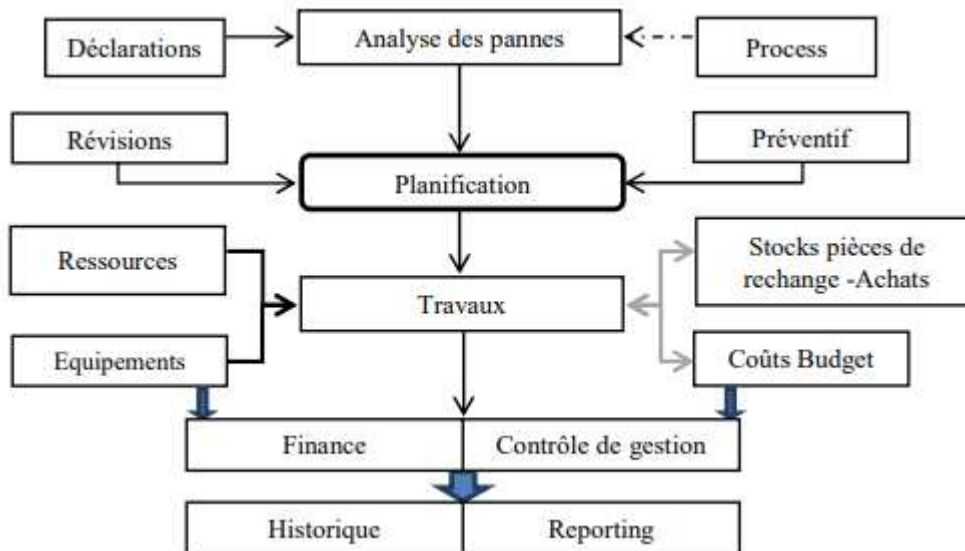


Figure 02 : Les applications de la maintenance planifiée.

I.2. Définition de la GMAO :

« Un outil d'aide à la maintenance très utilisé dans le monde industriel, il est utilisé pour planifier des tâches de maintenance, gérer les fichiers de suivi machine, les modes opératoires, les fiches d'intervention, indiquer aux opérateurs les actions à effectuer, gérer les stocks de pièces de rechange, suivre l'historique des opérations. » D.OPHELIE, 2008

Elle signifie : « gestion de la maintenance assistée par ordinateur » et caractérise tous les logiciels qui gèrent les activités de maintenance et pas autre chose [3].

Le logiciel GMAO permet aux agents de maintenance : planificateurs, préparateurs, chefs d'ateliers ainsi qu'à toutes les parties prenantes ayant un rôle ou une responsabilité dans l'organisation et le suivi des interventions jusqu'à la clôture.

I.2.1 Objectifs de la mise en œuvre d'une GMAO :

La GMAO est un outil destiné aux équipes de maintenance, son but étant d'être un outil de suivi, de planification et d'optimisation du service maintenance.

La GMAO améliore la disponibilité de l'outil de production et prolonge la durée de vie des équipements au meilleur coût. Elle apporte également de l'aide dans les processus de décision

concernant l'es équipements en s'appuyant sur les i indicateurs de coût, de MTBF ou encore MTTR.

La GMAO intervient dans la gestion du service en permettant de suivre et mesurer l'activité au quotidien (Coût, disponibilité équipement réactivité du service). C'est indicateur permettant à l'équipe de se mesurer face à ses objectifs. [4]

D'après une analyse réalisée par l'Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance (AFIM), les effets de la GMAO dans les entreprises l'ayant mis en œuvre sont les suivants [5] :

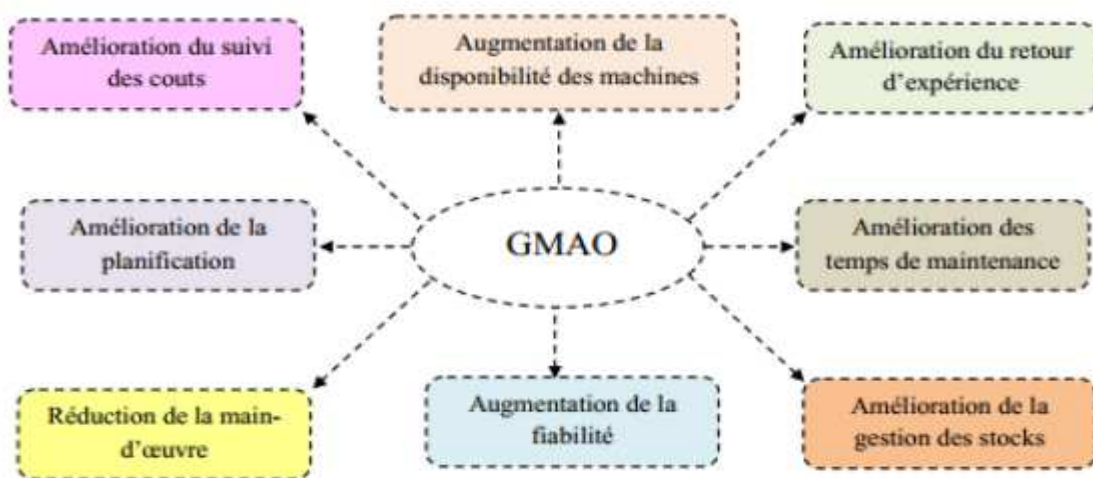


Figure 03 – Les effets de la GMAO

I.2.2 Les domaines gérés par les logiciels de GMAO : [6]

Un logiciel de GMAO est un logiciel qui permet de gérer différents domaines, nous citons :

I.2.2.1 Domaine technique :

- Gestion des travaux de maintenance (planification des travaux ordonnancement...)
- Gestion des matériels (identification, spécification...)
- Gestion des stocks (de pièces, de produits...)

I.2.2.2 Domaine économique :

- Suivi des coûts
- Etablissement des tableaux de bord
- Suivi des ratios

I.2.2.3 Domaine personnel :

- Suivi des taux d'ancienneté

- Suivi des taux d'encadrement
- Suivi des taux des accidents
- Suivi des taux de travail et d'engagement
- Suivi des taux d'encadrement

I.2.3 Fonctionnalités d'une GMAO :

Tous les progiciels de GMAO ont en commun la même structure modulaire proposant les mêmes fonctions. Mais, selon les progiciels, les fonctions remplies sont diversement dénommées, diversement réparties et diversement organisées. Nous exposons dans cette partie les modules fonctionnels communs à l'ensemble des progiciels de GMAO. Les modules analysés sont les suivants:



Figure 04 : les différents types de Fonctionnalités d'une GMAO [7]

I.2.3.1 Gestion des équipements :

Dans tout secteur d'activités, la gestion des 'équipements, étroitement liée à celle de la qualité, est essentielle. Elle vise à garantir la fiabilité, la disponibilité et la conformité du parc de machines ou de matériel d'une entreprise, tout en appliquant une démarche de rentabilité [8].

I.2.3.2 Gestion de gestion d'achat :

Le module Gestion des Achats est conçu pour être utilisé avec la gestion des stocks et avec la gestion de maintenance pour les commandes de prestations. [9]

Il met en œuvre les processus administratifs et d'approbations relatives aux achats dans des organisations simples ou complexes. Utilisé avec tous les modules de la GMAO, il prend en compte chaque aspect du cycle des achats, incluant la création, approbation de la demande d'achat, regroupement des demandes d'achat, la sélection du fournisseur, la demande de prix

éventuelle, la passation de la commande et sa réception avec éventuellement le rapprochement de facture. Le module résumé :

- De pièces détachées ou de services (sous-traitance, forfait ou régie),
- Gestion des fournisseurs

I.2.3.3 Gestion des interventions :

Pour les nombreux BPT (Bon de Petits Travaux), pas de demande DT (Demande d'intervention) ni d'attribution de numéro, mais un enregistrement rapide a posteriori de leur durée, de leur localisation et de leur nature.

Il est nécessaire de créer une bibliothèque des différents codes utiles afférents aux clients, aux intervenants, aux différents statuts de l'intervention. D'autre part, à chaque équipement doit correspondre une bibliothèque de codes standards, relatifs au découpage de l'équipement, à l'effet déclenchant (souvent appelé par erreur « cause » d'arrêt) et à la cause identifiée.

Pour les DT, demandes de travaux :

La demande de travail ou DI est la communication d'un besoin entre le demandeur et la maintenance. Une DI doit autant que possible, identifier de manière précise le bien à maintenir (équipement, appareil, etc.) en panne car 30 % d'erreurs sont courantes dans les communications informelles. Elle doit définir le moment de la panne et horodater son envoi en vue d'une évaluation de la réactivité maintenance. Elle doit comprendre :

- Le demandeur : nom, prénom, avec inscription automatique de : n° de pause, n° de téléphone ou indicatif radio ;
- Le code et la description du bien à maintenir, poste matériel ou machine qui est en panne avec son emplacement. Cela s'effectue par sélection avec la souris dans l'arborescence :
- Par lecture d'une étiquette et saisie du code.
- Par saisie dans un champ de texte libre.

Au niveau de la préparation de l'OT (Ordre de Travail) :

L'OT concentre diverses informations sur le ou les équipements concernés, le travail qu'il y a à faire sous la forme d'une gamme ou d'une liste de tâches élémentaires, les ressources chargées de l'exécution, les coûts estimés des travaux, les coûts des travaux déjà réalisés, les imputations à des centres de coûts. Le module doit permettre :

- L'insertion de gammes de maintenance préétablies ;
- Les réservations d'outillages, de moyens spéciaux, de pièces de rechanges, etc. ;

- L'affectation des ressources ;
- Le regroupement de la gamme de maintenance avec des plans, des pictogrammes et des schémas extraits d'un logiciel de gestion documentaire ;
- L'insertion automatique de procédures de sécurité liées à certains secteurs ou à certains équipements ;
- L'intégration d'un groupe de travaux à un gestionnaire de projet, avec graphismes Gantt et PERT.

I.2.3.4 Gestion des stocks :

La gestion de stock est au cœur des préoccupations, que ce soit dans les entreprises ou les collectivités. Stocker a un coût. Que l'on parle de pièces d'entachées, de produits finis, de matières premières, ou de matériel, il est essentiel d'optimiser sa gestion de stock [10].

Pour optimiser la gestion de stocks et des approvisionnements il bien organiser les procédures de [11] :

- Réservation magasin ;
- Sortie ou retour magasin sans réservation ;
- Sorties magasin en l'absence de magasinier ;
- La réception des articles en stock ;
- Réception des commandes directes (articles commandés pour OT) ;
- Les entrées et les sorties magasin avec les code-barres ;
- Créer des stocks en flux tendue ;
- La codification et la gestion des articles en magasin

I.2.3.5 Gestion des coûts et budget :

Le module Gestion des Stocks est conçu pour optimiser la tenue des stocks et la surveillance des mouvements de matériels. Il peut être utilisé indépendamment ou totalement intégré à la maintenance. Ce module permet aux responsables des matériels de déterminer les politiques de stock adaptées à leurs spécificités. Sa conception lui permet de gérer tous les stocks de l'entreprise sans se limiter à la maintenance. Il prend en charge les organisations les plus simples et les plus complexes tout en s'adaptant aux diverses contraintes juridiques et fiscales [12].

I.2.3.6 Gestion des actions de maintenance :

Pour faire une intervention soit préventive ou correctif il prend automatiquement en compte les besoins de pièces de rechange et de matériels planifiés et assure les réservations. Il permet de s'assurer que les matériels sont arrivés avant de commencer un démontage par exemple.

Le module gère les approvisionnements classiques ou en flux tendus, les stocks consignés (en dépôt fournisseur). Dans de nombreuses organisations, on utilise des magasins multiples afin qu'une organisation puisse déléguer la responsabilité des articles au personnel approprié et garder le stock à proximité du lieu d'utilisation. Les deux types d'intervention ressemblent. ^[13]

- Corrective (avec OT : ordre de travaux, ou BT : bon de travaux, ou ODM
- Préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle) ...

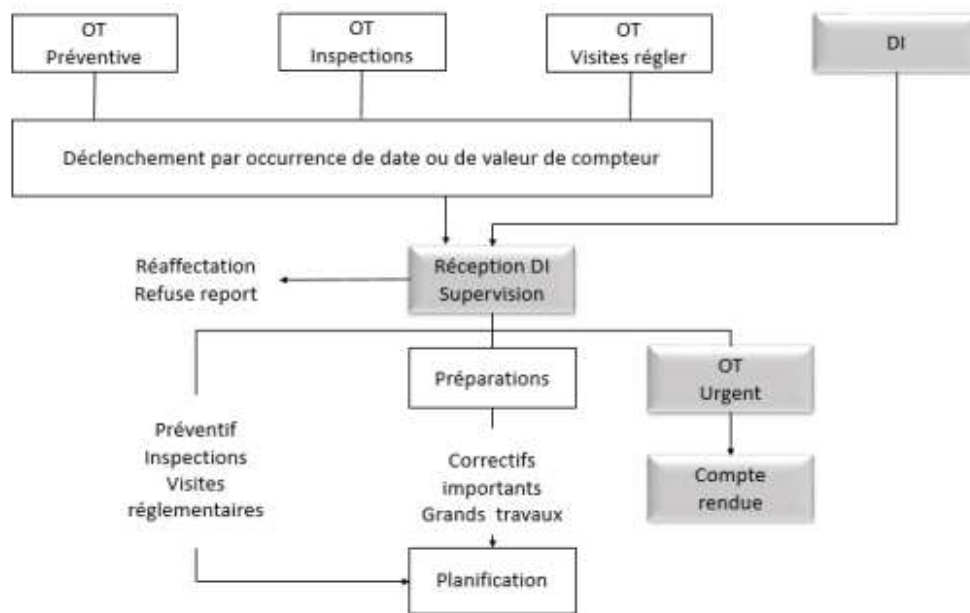


Figure 05 – la chaîne de traitement de la gestion des travaux en maintenance. [14]

I.2.4 Avantages de la GMAO :

La GMAO offre plusieurs avantages aux industriels qui décident d'implanter cette solution dans leur système informatique, citons :

- Amélioration du taux de disponibilité des équipements et meilleure analyse de leur durée de vie et de l'amortissement à long terme ;
- Réduction des coûts ;
- Amélioration de la gestion du stock ;
- Optimisation de l'organisation du service technique grâce à l'enregistrement des modes opératoires, au suivi des interventions et à l'augmentation d'actions préventives ;
- Inventorisation des équipements, prévention des incidents, planification et suivi des contrôles réglementaires ;
- Centralisation des documentations techniques, administratives et financières des équipements et traçabilité des historiques et des coûts liés aux opérations de maintenance effectuées sur chaque équipement ;

- Amélioration de la prise de décision sur le renouvellement d'un matériel, le budget maintenance interne et externe à allouer aux équipements, le choix des partenaires (fournisseurs, sous-traitants et fabricants) etc.

I.2.5 Les conditions de réussite d'un projet GMAO :

Les conditions de réussite d'un projet GMAO sont [15] :

- La préparation ;
- Le choix d'un logiciel adapté ;
- Appel à des professionnels confirmés ;
- La formation ;
- La bon sens et l'organisation.

I.2.6 Les risques liés au projet :

Les risques liés au projet GMAO sont [15] :

- Une mauvaise d' définition des besoins et exigences ;
- Une mauvaise communication au sein de l'entreprise ;
- La résistance aux changements ;
- L'incapacité de logiciel à s'adapter aux nombreuses possibilités d'évolution d'une entreprise ;
- Ne pas n' négliger certaines 'étapes du projet :
- Audit de l'organisation de l'entreprise ;
- L'analyse des processus ;
- Tests ;
- Documentation et formation.

I.2.7 Fonctionnalités du système GMAO :

Les principales fonctionnalités pour un système de GMAO sont la gestion et le suivi des points suivants :

- Nomenclature des installations (arborescence)
- Documentation technique (fiche équipement)
- Documentation historique
- Pièces de rechange (fiche article)
- Suivi des activités de maintenance (DI et OT)
- Préparation des interventions (Planification des interventions)
- Gestion des couts de maintenance

- Gestion des stocks
- Dépenses et rapprochements budgétaires
- Suivi des entreprises extérieures

I.2.8 Les étapes d'un projet GMAO [16] :

- Étude de faisabilité : Il s'agit de déterminer la taille du projet en termes de ressources matérielles, humaines et financières, et avec l'aide d'un consultant GMAO expérimenté.
- Rédaction du cahier des charges de consultation : Évitez d'investir dans des emplois redondants et inutiles et coûte trop cher.
- Choix de l'outil GMAO et de ses modules nécessaires : Choisissez le programme approprié après avoir testé les produits sélectionnés.
- Implantation, plan de formation et démarrage : Choisissez une heure de configuration et elle doit être précédée d'informations solides. Ces informations devraient porter sur les objectifs généraux de l'informatique, les caractéristiques de l'instrument choisi et le rôle de chaque secteur. Puis vient le temps de la formation.

I.2.9 L'informatisation de la maintenance :

I.2.9.1 L'apport de la GMAO :

La GMAO devra rapporter de l'argent en productivité de la fonction, en efficacité du personnel, en disponibilité de l'outil de production et en prolongement de la durée de vie des machines.

Le but est de faire participer la fonction maintenance aux objectifs de performance de l'entreprise : réduction des coûts et amélioration du taux de service contribuent directement à l'amélioration de la productivité et augmentent la compétitivité de l'entreprise.

I.2.9.2 L'information pour la prise de décision :

Le système de GMAO est censé rendre service au responsable de la maintenance et aux techniciens de maintenance dans le but essentiel d'améliorer la prise de décision. De la GMAO, les utilisateurs attendent qu'elle les aide dans les processus de décision technique. Doit-on remplacer cette machine ou peut-on encore espérer de nombreuses années de fonctionnement après réparation ? On vise à amasser toute l'information nécessaire sur le matériel afin de bien le connaître, en déduire une maintenance adéquate et ne plus subir les pannes. Le professionnel ne peut décider que si l'historique machine est à jour, s'il possède de bons indicateurs de performance MTTR et MTBF, s'il connaît les coûts divers engendrés par les différentes options qu'il envisage. Il utilisera encore plus volontiers la GMAO que la documentation et l'information délivrée seront de qualité et qu'il sera facile d'y accéder. Ceci ne concerne pas

uniquement la maintenance : la base de données de la GMAO va rendre également service aux autres fonctions de l'entreprise : de façon directe à la fabrication, à la qualité et la sécurité, de façon indirecte à la direction, au contrôle de gestion, à la comptabilité...

I.2.9.3 Le désenclavement de la fonction maintenance :

Le rapprochement avec la production et l'établissement de liaisons simplifiées et plus directes avec les autres services conduisent au désenclavement de la fonction maintenance. On observe rapidement une augmentation du flux et des échanges d'informations entre tous les utilisateurs du département maintenance et des autres départements.

I.2.10 Le pilotage de la fonction :

La GMAO devra apporter un plus à la gestion du département maintenance :

- Des budgets suivis ;
- Des coûts d'entretien détaillés connus ;
- Des indicateurs et des outils de pilotage ;
- Une connaissance immédiate et un pilotage plus efficace de l'activité ;
- La suppression des tâches administratives ;
- Une meilleure affectation des équipes de maintenance.

I.2.11 Les processus de maintenance :

En automatisant les processus de la maintenance, la GMAO allège la charge administrative, et améliore la qualité et la rapidité du traitement de l'information. Le système va agir sur l'efficacité de la maintenance : diminution des temps d'attente et des temps perdus, augmentation du taux de disponibilité de l'outil de production, diminution des pièces de rechange en stock. La bonne pièce de rechange est tout de suite identifiée par la nomenclature, le fichier des stocks consulté renseigne sur la disponibilité et permet de faire des réservations. Il en est de même des outillages spéciaux. Les interventions sont mieux préparées, plus précises avec la mise à disposition de la bonne information reportée sur le bon de travail, les consignes de sécurité et l'accès rapide aux documents. Les outils de diagnostic et la capitalisation de l'expérience inhérente à la GMAO amènent une réduction des durées des arrêts par suite de pannes, ce qui corrobore l'augmentation de la disponibilité des équipements par suite d'un meilleur préventif. La GMAO a tout intérêt à militer en faveur d'une réduction des circuits complexes de documents. La gestion des stocks de pièces de rechange signale des économies substantielles :

- Réduction du stock de rechange et adaptation aux besoins de la maintenance ;
- Suppression des rossignols, des pièces redondantes ;

- Diminution des ruptures de stocks et des manquants ;
- Gain sur les achats de pièces.

Quand elle est efficace (réduction et meilleure maîtrise des coûts de maintenance, et à terme réduction des besoins en effectifs), la GMAO contribue à une diminution du prix de revient des produits.

I.2.12 La motivation du personnel :

La pénétration des nouvelles technologies, l'utilisation d'un outil informatique puissant sont des éléments mobilisateurs, des facteurs de dynamisation du service. Moins de temps perdu, moins d'hésitation, moins d'aller retours, moins de paperasserie, des réponses plus rapides et plus efficaces aux demandes de travail, donnent au personnel une meilleure image de sa propre efficacité.

I.2.13 Les utilisateurs de la GMAO :

Le tableau 1.1 montre les différents utilisateurs de la GMAO ainsi que leurs domaines d'intervention.

Tableau 01- Les utilisateurs de la GMAO

La GMAO est utilisée par...	Pour réaliser...
Les techniciens de maintenance	- La préparation des travaux, comptes rendus - La recherche des informations techniques - L'exécution des diagnostics, la consultation de l'historique
Les responsables de maintenance	- Le contrôle et le suivi des coûts - Le contrôle des factures et leur envoi à la comptabilité
Le service méthodes	- Un Pareto des pannes et défaillances - La préparation et la planification des travaux
Le service des travaux neufs	- La gestion des travaux - Le suivi budgétaire des dépenses engagées
Les gestionnaires	- Le suivi des coûts par machine, ligne de production, installations - Le suivi d'évolution des performances, optimisation des charges - La participation au tableau de bord de l'activité
Les magasiniers	- La réception des matériels et leur gestion - L'identification des demandes à l'avance et leur préparation - La gestion des stocks - Les inventaires.
Le contrôleur de gestion	- Le recueil dans la GMAO des composantes du coût de fabrication et des causes de surcoûts
Les opérateurs et responsables de production	La création de demandes d'intervention, les relevés opérationnels et performances équipements
Les comptables	- La réception, identification des factures contrôlées
Les acheteurs	- La réception des demandes d'achats et services - L'utilisation du module achat de la GMAO

I. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu l'histoire de la maintenance industrielle reflète une quête continue d'amélioration de la fiabilité, de l'efficacité et de la rentabilité. Depuis les débuts de la maintenance réactive jusqu'à l'ère actuelle des systèmes sophistiqués de GMAO, le domaine a subi des transformations significatives. Ces avancées ont non seulement amélioré la productivité des opérations industrielles, mais ont également prolongé la durée de vie des équipements et réduit les temps d'arrêt. En regardant vers l'avenir, l'intégration de technologies avancées telles

que l'IA, l'apprentissage automatique et l'Internet des objets promet de révolutionner encore davantage les pratiques de maintenance. En comprenant le contexte historique et les tendances actuelles, nous pouvons mieux nous préparer aux innovations à venir, garantissant que les pratiques de maintenance continuent d'évoluer pour répondre aux exigences existants.

Chapitre II :

Généralités sur les

bases de données

II. Introduction :

Une base de données est l'élément central d'un système d'information, responsable de la collecte, du stockage, du retraitement et de l'utilisation des données.

Le recours aux bases de données représente une alternative moderne au procédé classique de stockage des données. Il facilite le partage des informations, permet le contrôle automatique de la cohérence et de la redondance des données, limite l'accès aux informations et simplifie la production d'informations synthétiques à partir des données brutes. Les bases de données reposent sur un formalisme et une syntaxe spécifiques à leur univers, ce qui aide à éviter les conflits d'intérêts entre les membres de la collectivité.

Dans ce chapitre, nous allons définir les concepts fondamentaux des bases de données, ce qui nous permettra de mieux comprendre les différentes notions associées.

II.1. Base de données :

II.1.1 Définition :

Base de données est un ensemble structuré d'informations avec un objectif mutuel, plus précisément, une base de données est un système organisé qui permet de stocker de grandes quantités d'informations, facilitant ainsi leur exploitation (ajout, mise à jour, recherche et consultation des données) [17].

La gestion et l'accès à une base de données sont assurés par un ensemble de programmes connu sous le nom de système de gestion de base de données (SGBD). Imaginez un immense classeur numérique où chaque tiroir est bien organisé et étiqueté pour faciliter la recherche et la mise à jour des documents.

De plus, la notion de base de données est souvent associée aux réseaux informatiques, ce qui permet de partager les informations de manière efficace, d'où le terme « base ». On parle souvent de système d'information pour désigner toute structure regroupant les moyens mis en place pour partager les données, un peu comme une bibliothèque numérique accessible à tous les membres d'une organisation.

II.1.2 Les types de bases de données :

On distingue deux types de base de données :

Bases de données centralisées : Une base de données centralisée est gérée par un seul SGBD. Ses divers traitements sont confiés à une seule et même unité de traitement.

Bases de données distribuées : Le deuxième type peut avoir différents matériels informatiques (hardware), systèmes d'exploitation, SGBD, et différents schémas de base de

données (la structure décrite dans un langage formel qui soutient le modèle géré par le SGBD).

Les bases de données distribuées, également appelées « bases de données réparties », peuvent être confondues avec d'autres types de bases de données comme les bases de données fédérées ou les bases de données parallèles [18].

II.1.3 Les modèles de bases de données :

C'est un moyen d'expliquer la disposition logique des données et les relations entre les différentes parties de chaque élément de l'ensemble. Il existe cinq modèles de base pour représenter les données on a : [18]

□ Le modèle hiérarchique:

La base de données hiérarchique est construite selon un modèle en arborescence, avec une racine et plusieurs niveaux de sous arbres. Chaque élément comporte juste un lien menant au niveau inférieur. Les accès aux données commencent par la racine et descendent l'arborescence jusqu'aux détails recherchés.

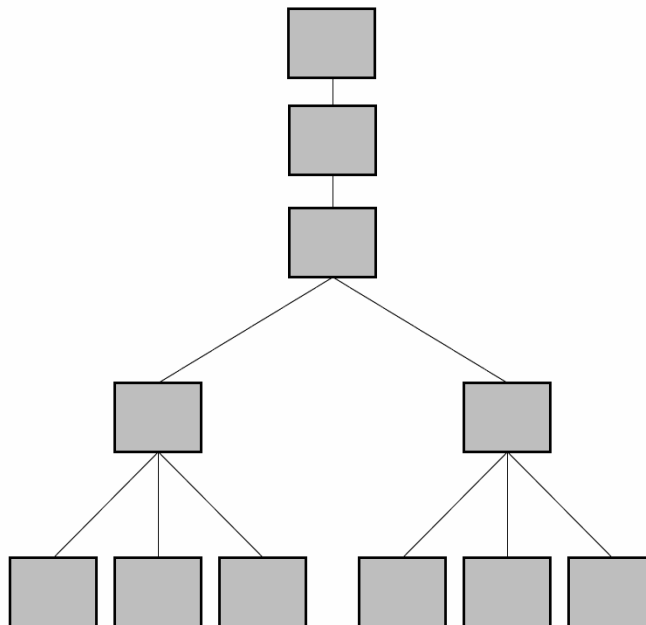


Figure 06 : Exemple du modèle hiérarchique

□ Le modèle réseau:

Comme le modèle hiérarchique ce modèle utilise des pointeurs vers des enregistrements. Toutefois la structure n'est plus forcément arborescente dans le sens descendant.

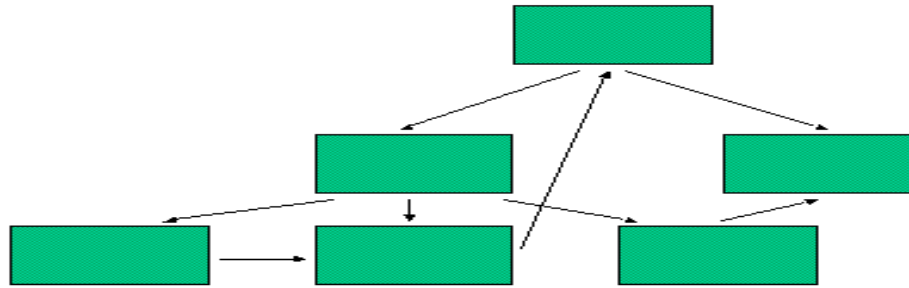


Figure 07 : Exemple du modèle réseau

□ Le modèle relationnel:

Une base de données relationnelle est une base de données structurée suivant les principes de l'algèbre relationnelle. Elle permet de connaître à l'avance les interrogations que l'on effectuera. Les données sont enregistrées dans des tableaux à deux dimensions (lignes et colonnes). La manipulation de ces données se fait selon la théorie mathématique des relations.

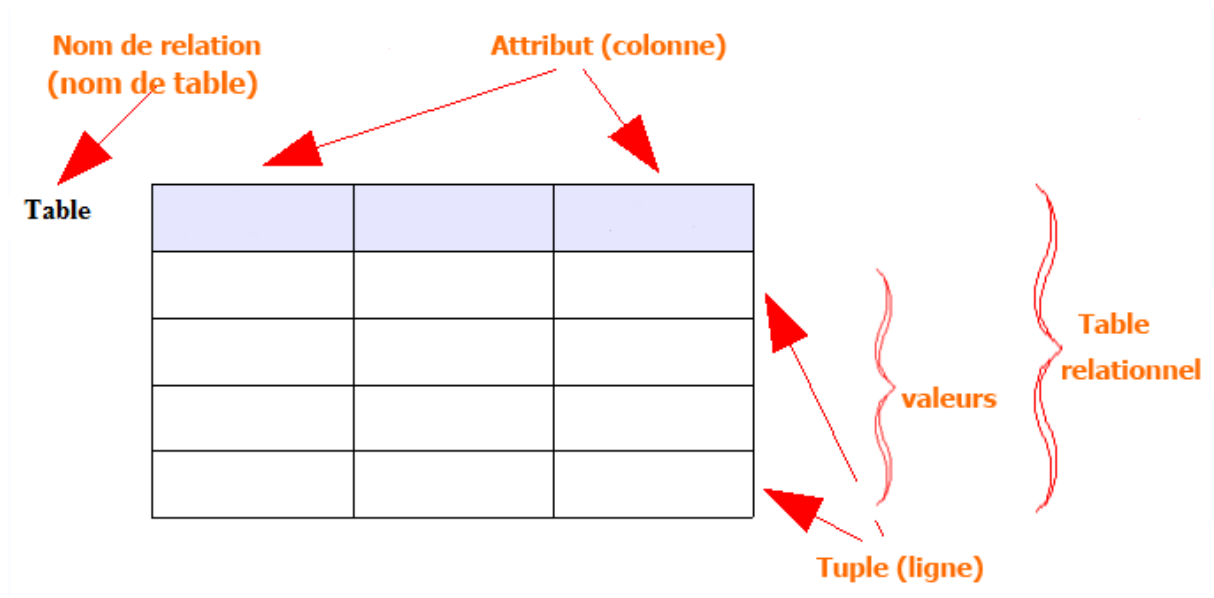


Figure 08 : Exemple du modèle relationnel

□ Le modèle objet :

Les données sont stockées sous forme d'objets, c'est-à-dire de structures appelées *classes* présentant des données membres. Les champs sont des instances de ces classes.

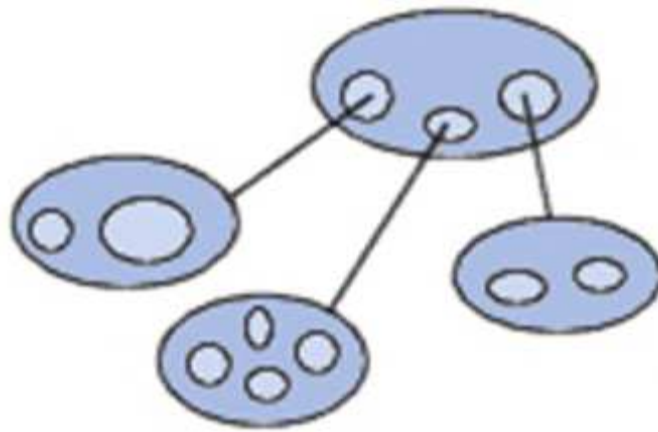


Figure 09 : Exemple du modèle objet

II.1.4 Objectifs d'une base de données :

La base de données a beaucoup d'objectifs parmi lesquels nous pouvons citer :

- Centraliser l'information
 - Ensemble unique de stockage
 - Non redondance de l'information
- Centraliser les contrôles
 - Contraintes d'intégrité au sein de la BD
 - Modifications aisées des règles de gestion
- Rendre indépendant les données et les programmes
 - Modification de la structure des données sans toucher aux traitements
- Faciliter l'accès aux données
 - Langage standard d'accès aux données ; SQL. [19]

II.1.5 La gestion des bases de données :

Afin de pouvoir contrôler les données ainsi que les utilisateurs, le besoin d'un système de gestion s'est vite fait ressentir. La gestion de la base de données se fait grâce à un système appelé **SGBD** (système de gestion de bases de données) ou en anglais DBMS (Data Base management system). Le SGBD est un ensemble de services (applications logicielles) permettant de gérer les bases de données, c'est-à-dire :

- Permettre l'accès aux données de façon simple.
- Autoriser un accès aux informations à de multiples utilisateurs.
- Manipuler les données présentes dans la base de données (insertion, suppression, modification).

II.2. Le système de gestion de bases de données :

La gestion et l'accès à une base de données sont assurés par un ensemble de programmes appelés Système de Gestion de Base de Données (SGBD).

II.2.1 Définition :

Un SGBD est un logiciel ou un ensemble de logiciels conçu pour créer, gérer et manipuler des bases de données. Il permet de structurer, stocker et retrouver les données de manière efficace et sécurisée. [20]

Généralement, un SGBD héberge plusieurs bases de données, chacune pouvant être destinée à différents logiciels ou à diverses thématiques. Par exemple, dans une entreprise, un SGBD peut contenir des bases de données pour la gestion des ressources humaines, la comptabilité, la gestion des stocks, etc. Chaque base de données est organisée de manière à optimiser l'accès aux informations pertinentes, facilitant ainsi les opérations de mise à jour, de recherche et de consultation des données. [19]

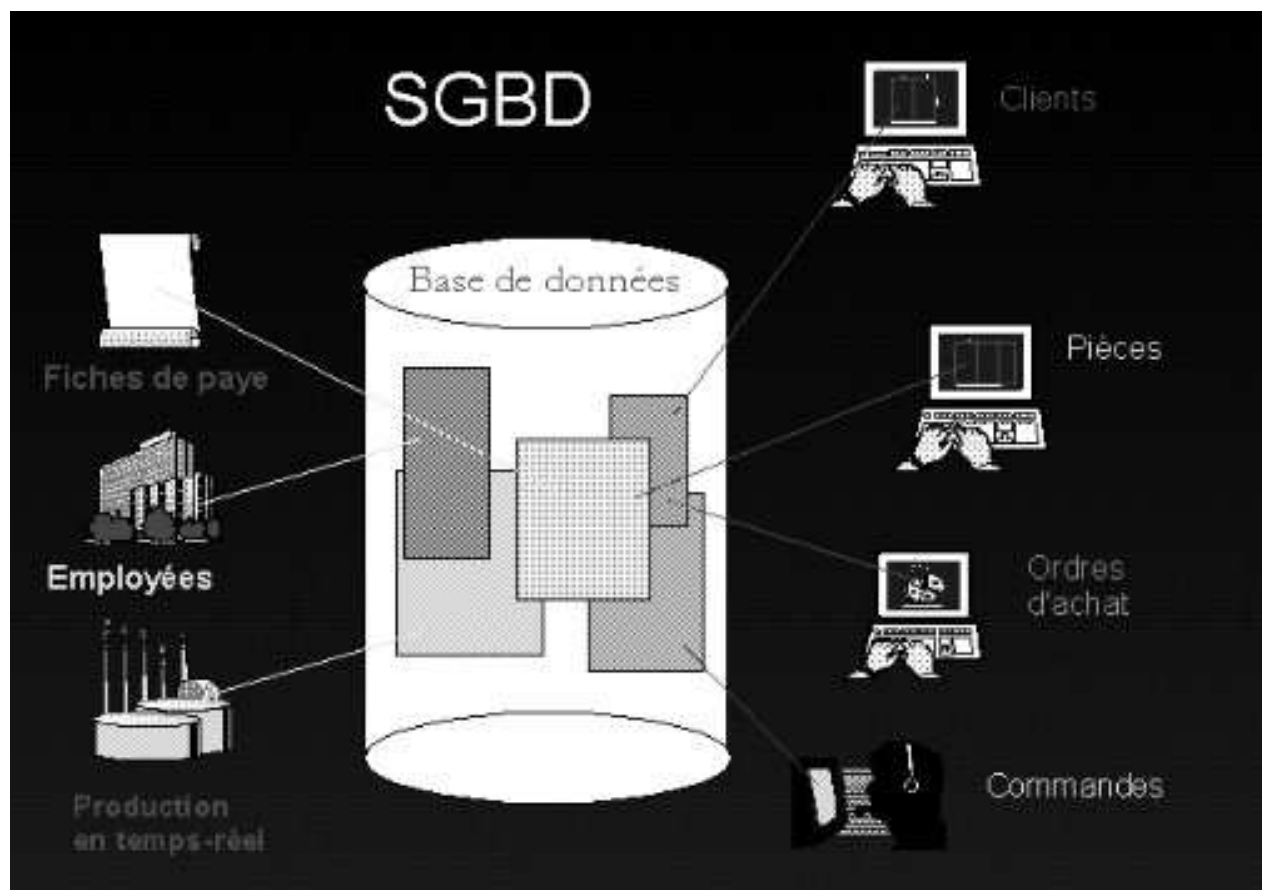


Figure 10 : un exemple d'une SGBD

II.2.2 Les composants de SGBD :

Un SGBD est composé de 4 éléments : [21]

- **Les Utilisateurs** : Il y a trois classes :

- Les programmeurs d'applications.
- Les utilisateurs finaux
- L'administrateur de la base de données

□ **Les Données:**

- **Données intégrées** : base de données vue comme l'unification de plusieurs fichiers
- **Données partagées** : base de données partagées entre plusieurs utilisateurs

□ **Le Logiciel:**

- **Le système de bases de données** : protéger les utilisateurs de la BD des détails du niveau matériel
- **Le SGBD** : le composant logiciel le plus important du système

□ **Le Matériel:**

- Volumes de mémorisation secondaires : disques à tête amovible, supports d'enregistrements . . .
- Processeurs et mémoire principale qui lui sont associés pour l'exécution du système de base de données.

II.2.3 Avantages de l'utilisation des SGBD :

Avant l'avènement des bases de données (et encore aujourd'hui dans de nombreux cas), chaque application développée pour une organisation utilisait ses propres fichiers. Cela signifiait que la même information, comme l'adresse d'un client, pouvait être stockée dans plusieurs fichiers distincts. Cette duplication entraînait des délais de mise à jour et pouvait conduire à des incohérences dans les données utilisées par différentes applications.

Avec une gestion centralisée des données via une base de données (centralisée « logiquement », mais pas nécessairement physiquement si elle est distribuée sur plusieurs sites), chaque donnée est enregistrée à un seul endroit. Cette centralisation élimine les problèmes de duplication et facilite le maintien de l'intégrité des données.

Les systèmes de gestion de bases de données (SGBD) offrent des outils puissants pour contrôler l'accès des utilisateurs et permettent des reprises automatisées après un incident, augmentant ainsi la sécurité des données. De plus, les SGBD proposent des instructions très efficaces pour le traitement des données : une seule commande SELECT en SQL peut remplacer des dizaines de lignes de code dans un langage de programmation de troisième génération comme le C, ce qui améliore considérablement la productivité des programmeurs.

Outre l'indépendance des programmes par rapport à l'implantation physique des données, les SGBD de dernière génération (notamment les SGBD relationnels) offrent d'autres avantages majeurs, tels que :

- L'indépendance des programmes vis-à-vis de la structure logique des données (méthodes d'accès, regroupement des données, etc.)
- La possibilité pour les utilisateurs de consulter directement la base de données via un langage non procédural.

Ces caractéristiques facilitent grandement la maintenance des applications et apportent plus de flexibilité dans le traitement des données stockées. [20]

II.2.4 Niveaux de description des bases de données :

La norme ANSI/SPARC a établi trois niveaux de description des données :

- o **Niveau interne :** Ce niveau détaille comment les données sont physiquement stockées, en décrivant les unités de stockage, les fichiers, etc. Cette description est connue sous le nom de schéma interne.
- o **Niveau conceptuel :** Il s'agit de la représentation de la structure globale des données présentes dans la base, incluant leurs propriétés et les relations entre elles, sans tenir compte de la mise en œuvre physique ou des besoins spécifiques des différents groupes de travail. Cette description est appelée schéma conceptuel.
- o **Niveau externe :** Ce niveau concerne la représentation des données telle que perçue par chaque utilisateur. Cette description est nommée schéma externe ou vue. [20]

II.3. Conception et modélisation des bases de données :

II.3.1 Etapes de conception d'une base de données :

- A. Bien analyser le problème posé (situation existante et ces besoins).
- B. Création d'une série de modèles conceptuels qui permettent de représenter tous les aspects importants du problème.
- C. Bien modéliser le problème au niveau conceptuel avant de passer aux niveaux logiques et physiques.
- D. Implémentation d'une base de données dans un SGBD, à partir du modèle logique. [21]

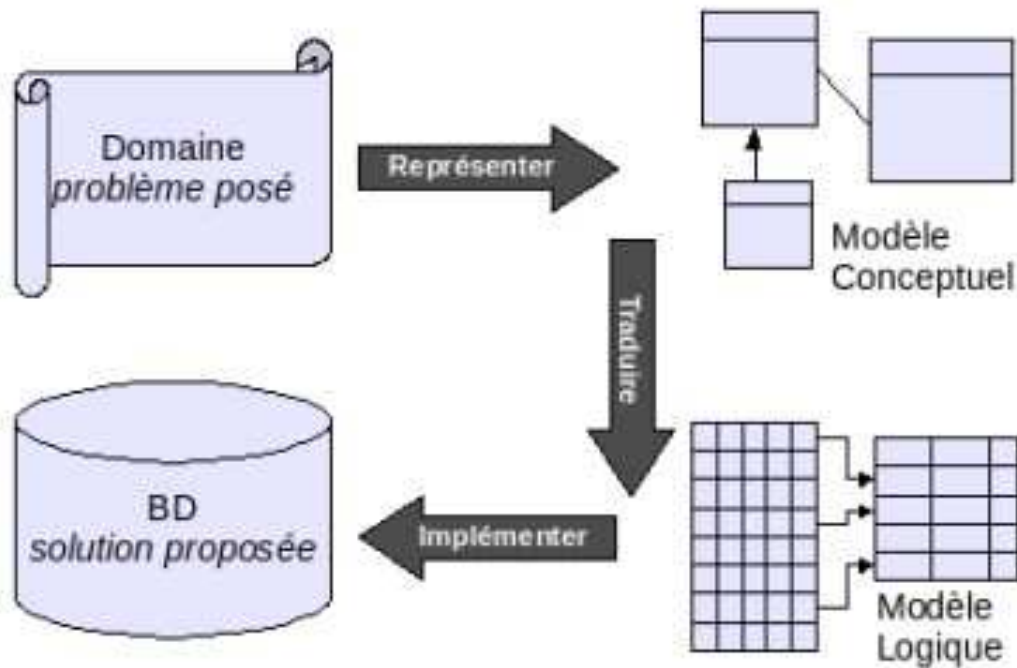


Figure 11 : Étapes De Conception d’une BD

II.3.2 Formalismes de modélisation :

- MERISE (Méthode d’Etudes et de Réalisation Informatique pour les Systèmes d’Entreprise, 1978) basée sur le schéma Entités-Associations (E.F. Codd 1969).
- UML (Unified Modeling Language) (Booch, Rumbaugh, Jacobson, 1996) C'est la référence en terme de modélisation objet, qui consiste à créer une représentation informatique des éléments du monde réel auxquels on s'intéresse, sans se préoccuper de l'implémentation.

II.3.3 La méthode MERISE et le modèle E-A :

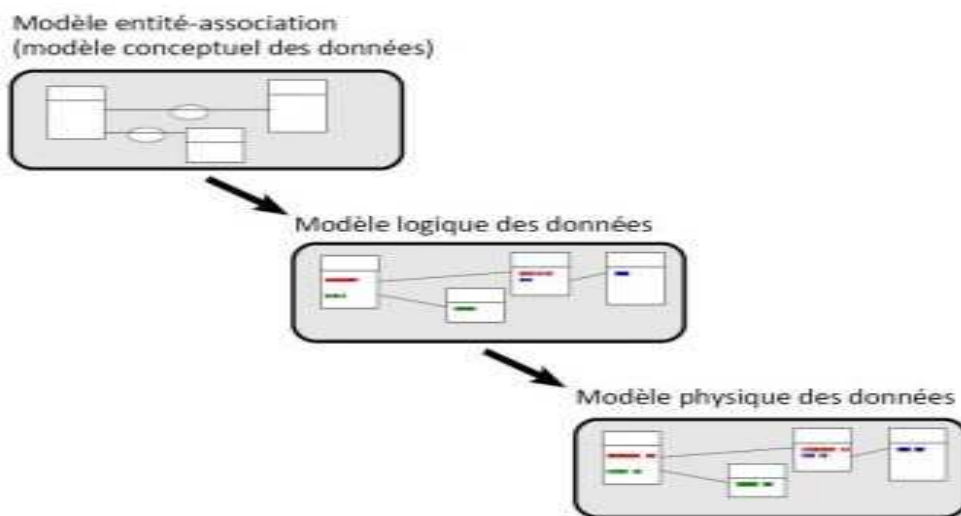


Figure 12 : Composants du méthode MERISE

II.4. Étude du modèle conceptuel de données (MCD) :

II.2.1 Présentation du MCD :

Le Modèle Conceptuel de Données (MCD) est une représentation statique du système d'information de l'établissement. Il a pour objectif de constituer une représentation claire et cohérente des données manipulées en décrivant leur sémantique et les rapports qui existent entre elles.

Les règles de construction du MCD permettent d'aboutir à une représentation graphique standard qui élimine les redondances et les ambiguïtés.

Il représente les données du système informatique suivant le Modèle Entité-Association.





II.4.2 Définition du modèle entité/association (E/A) :

C'est un modèle important pour la conception des bases de données relationnelles. Il est très répandu et très documenté. Il aide à concevoir une base de données sans redondance et sans incohérence.

Représentation graphique des informations en termes d'entités reliées par des associations, il aide à comprendre les relations qui existent entre les informations, et c'est un bon support pour expliquer ce que contient une base de données.

II.4.3 Les concepts de base :

Le modèle E/A propose des concepts, qu'on va expliquer ci-dessous : [22]

- Entité** : (objet) c'est la représentation dans le système d'information d'un objet matériel ou immatériel du réel perçu.
- L'attribut** : (propriété) est une donnée élémentaire qui caractérise un objet ou une relation.
- Association** : une relation entre entités est une association perçue dans le réel entre deux ou plusieurs entités. Elle n'a pas d'existence propre. Une association peut lier:
 -  2 entités : on parle d'association binaire.
 -  3 entités : on parle d'association ternaire.
 -  Plus de 3 entités : on parle d'association n-aire.
 -  La même entité : on parle d'association réflexive.
- L'occurrence** : L'occurrence d'un objet est un élément individualisé appartenant à cet objet et l'occurrence d'une relation est une relation individualisée constituée d'une seule occurrence de chacun des objets participants à la relation.
- Identifiant** : propriété ou groupe de propriétés dont la valeur identifie sans ambiguïté une entité ou une liaison d'une classe (clé primaire).

□ **Les cardinalités:**

- Cardinalité minimale (égale à 0 ou 1) : c'est le nombre minimum de fois qu'une occurrence d'un objet participe aux occurrences de la relation.
- Cardinalité maximale (égale à 1 ou n) : c'est le nombre maximum de fois qu'une occurrence d'un objet participe aux occurrences de la relation.

Les cardinalités sont exprimées en se basant sur les règles de gestion du système étudié.

□ **Le formalisme graphique:**

- X : cardinalité minimum
- Y : cardinalité maximum

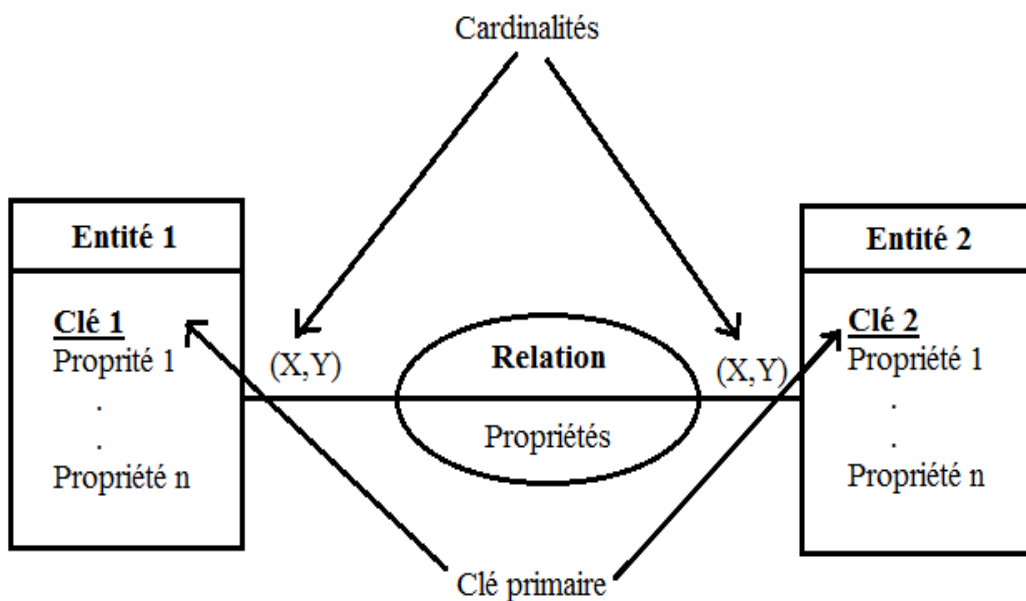


Figure 13 : Représentation graphique du modèle E/A

II.4.4 Les étapes de construction d'un MCD :

L'élaboration du MCD passe par les étapes suivantes :

- La mise en place des règles de gestion.
- L'élaboration du dictionnaire de données.
- Epuration du dictionnaire de données.
- La recherche des dépendances fonctionnelles.
- Mise en évidence des entités et des associations.
- Construction du modèle.
- Validation du modèle.

Étape 1 : Les règles de gestion :

Elles consistent à exposer de façon synthétique le fonctionnement du système étudié ; elles se déduisent d'après l'étude du sujet. En effet, grâce aux règles de gestion, nous pouvons déduire des relations entre les objets et déterminer les cardinalités du MCD.

Étape 2 : Dictionnaire de données :

Le dictionnaire de données est un tableau qui regroupe toutes les données du système d'information. Pour chaque donnée on indique :

- Sa désignation.
- Sa codification.
- Son type (selon ce tableau).

Abréviation	Désignation
A	Alphabétique
N	Numérique
AN	Alphanumérique
C	Caractère
D	Date

- Sa longueur (en caractère).
- Une observation, si nécessaire.

Étape 3 : Epuration du dictionnaire de données :

Cette opération consiste à éliminer dans le dictionnaire :

- Les synonymes (mots qui ont le même sens).
- Les polysémies (mot qui peut avoir plusieurs sens).
- Les données calculées (selon une formule de calcul en fonction d'autres données).
- Les données concaténées (non-élémentaire, décomposable, ou composée d'autres données élémentaires).
- Les données non-utiles.

On peut aussi ajouter des données, selon le besoin, Le but final étant d'avoir un dictionnaire ne contenant que des données élémentaires.

Étape 4 : Les dépendances fonctionnelles :

On dit que deux propriétés A et B sont reliées par une dépendance fonctionnelle si la connaissance de la valeur de A détermine une et une seule valeur de B. On note : $A \rightarrow B$.

On parle de dépendance fonctionnelle élémentaire entre les propriétés de A et B si aucune partie de A ne détermine B. Elle est directe s'il n'existe pas une propriété C tel que : $A \rightarrow C$ et $C \rightarrow B$.

Le graphe des dépendances fonctionnelles permet de mettre en évidence toutes les dépendances fonctionnelles élémentaires et directes qui existent entre l'ensemble des propriétés du domaine étudié.

- **Forme normale de Boyce-Codd (FNBC) :** Une relation est FNBC si elle est FN1, FN2 et FN3, et si toutes les parties gauches des dépendances fonctionnelles sont clés candidates pour la relation. *Exemple :*
 Diplômé (nom, prénom, diplôme, institution).
 FNBC : Personne (nom, prénom).
 Institution (nom institution, diplôme).

Si la relation ne contient qu'une clé et qu'elle est en FN3, alors elle est aussi FNBC.

Étape 5 : Mise en évidence des entités et associations : La mise en évidence des entités et associations permet de faciliter la construction d'un MCD.

Étape 6 : Construction du MCD : CAD la construction du MCD dans son état brut.

Étape 7 : Validation du MCD :

La mise au propre du MCD se fait à travers 3 étapes :

1- La vérification : Le MCD doit respecter 4 règles de vérification :

- Existence d'un identifiant pour chacun des objets.
- Absence de propriété répétitives ou sans signification.
- Dépendance pleine des objets dans les relations.
- Respect des règles de gestion.

2- La normalisation : Le but est de réduire le plus possible la redondance de l'information tout en restant fidèle aux règles de gestion.

- **1^{ère} forme normale :** Elle vise à éliminer les propriétés qui possèdent plusieurs valeurs, et tout objet doit posséder un identifiant. *Exemple :*
 Pavillon (N°Pavillon, Adresse, Occupants).
 1FN : Pavillon (N°Pavillon, adresse, Code postal, Ville).
 Personne (N°Personne, Nom, Prénom).
- **2^{ème} forme normale :** Elle vise à éliminer les propriétés qui ne dépendent que d'une partie de l'identifiant. *Exemple :*
 Employé (matr, codeP, nomE, fonctionP).

2FN : Employé (matr, nomE).

Participation (codeP, fonctionP).

- **3^{ème} forme normale** : Elle consiste à virer les dépendances transitives.

Exemple :

Employé (matr, nomE, dept, nomD).

3FN : Employé (matr, NomE, dept).

Département (dept, nomD).

3- La décomposition :

C'est une opération qui ne modifie pas le sens du modèle, mais a le but de le simplifier en diminuant la dimension de la relation. Elle est fondée sur l'utilisation:

- Des contraintes d'intégrité fonctionnelle (CIF).
- Les cardinalité individuelles.

Le respect des la démarche méthodologique concernant les règles de normalisation et la vérification conduit nécessairement à l'aboutissement d'un modèle normalisé et vérifié.

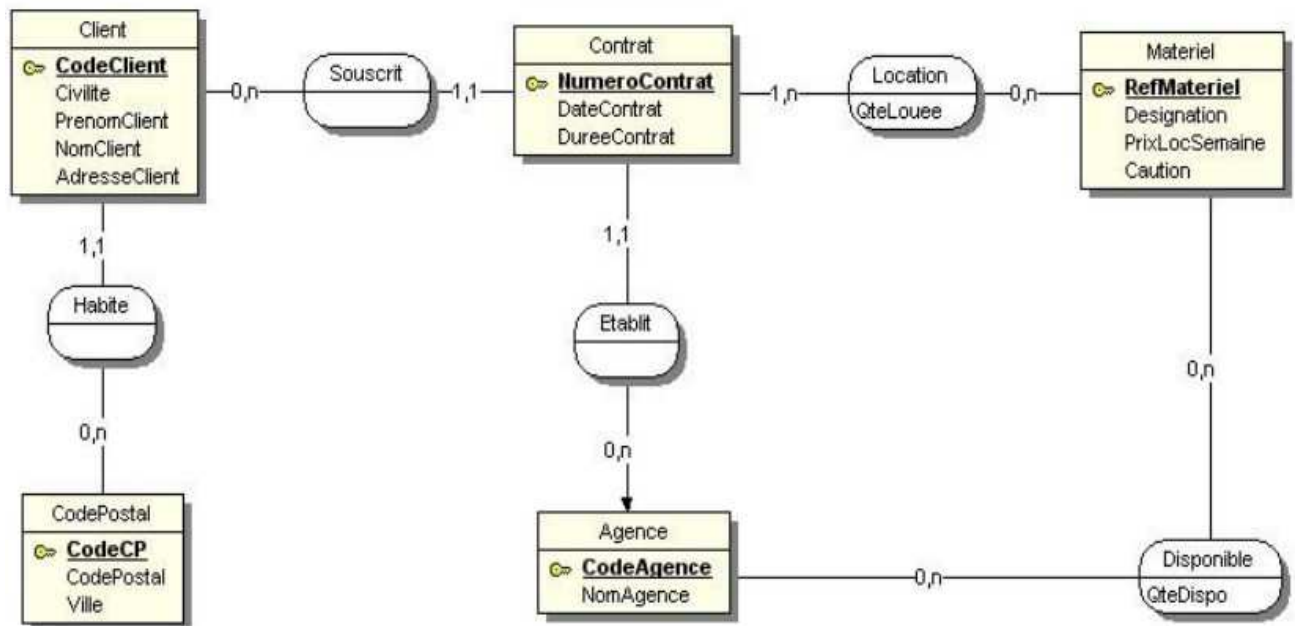


Figure 14 : Un exemple du modèle MCD

II.5. Etude du modèle logique de données (MLD) :

Le modèle logique de données nous permet de représenter les données indépendamment des choix techniques.

Le modèle logique de donnée (MLD) est construit à partir du MCD, en tenant compte du niveau d'automatisation et orientation des choix techniques concernant le système de gestion des données, et ce pour s'exprimer dans un langage plus proche de la machine en choisissant le

langage d'implémentation physique d'une base de données au fichier classique. On ce qui concerne notre étude, nous allons opter pour une approche de base de données relationnelles.

II.5.1 Les concepts de base d'un MLD :

- Domaine : C'est l'ensemble des valeurs que peuvent prendre les données.
- Relation (Table) : C'est le sous-ensemble du produit cartésien de domaine, il sera désigné par un nom qui sera le nom de la relation.
- Attribut : Un attribue est une valeur qui prend ses valeurs dans un domaine.
- Clé d'une relation : Elle est constituée d'un ou plusieurs attributs dont la valeur définit de manière unique une occurrence d'une relation.

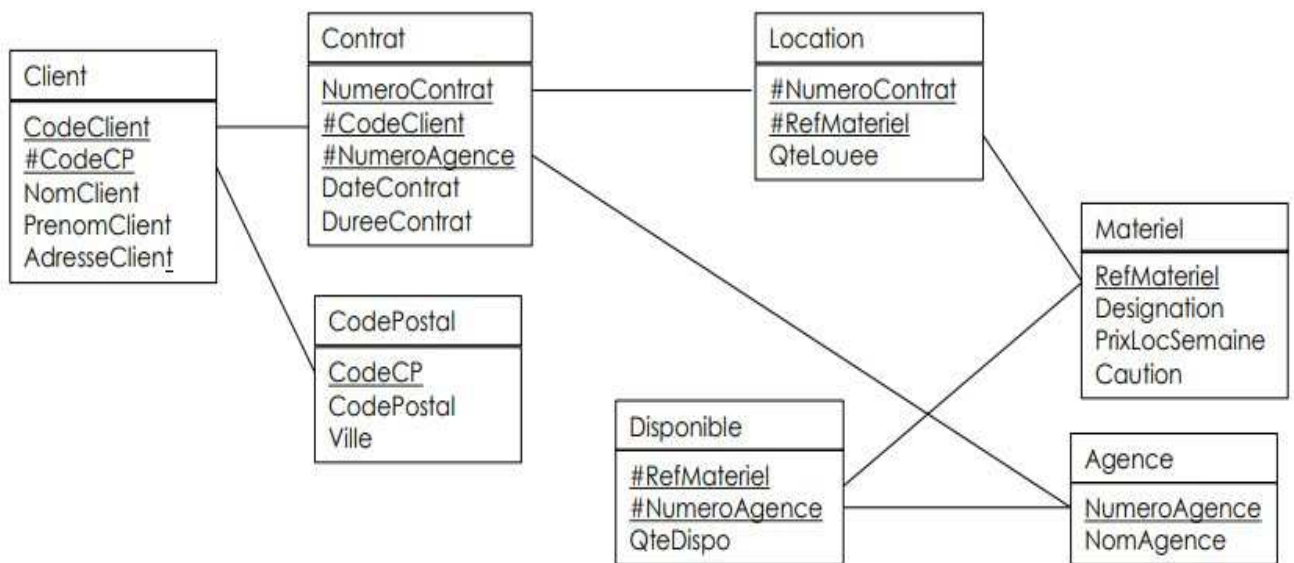


Figure 15 : Un exemple du modèle MLD

II.5.2 Règles de passage du MCD au MLD :

- Un individu conceptuel se transforme en relation. Chaque propriété se transforme en attribut. L'identifiant devient la clé primaire de la table.
- Les associations de degré 1:1 ou 1:n deviennent des relations entre tables.
- Les associations de degré n:n deviennent des tables associatives.

II.6. Étude du modèle physique de données (MPD) :

Un modèle physique de données est une étape de définition des données à l'intérieur de la structure physique de l'ordinateur. C'est le résultat de la décision technique qui a été prise en fonction des objets et des contraintes techniques.

Un MPD est un formalisme qui permet de préciser le système de stockage employé pour un système de gestion de base de données.

Le passage du MLD au MPD se fait de la manière suivante :

- Chaque relation du modèle logique devient une table.
- Chaque identifiant devient une clé primaire.
- Chaque propriété devient enregistrement.
- Les clés héritées deviennent des clés secondaires.

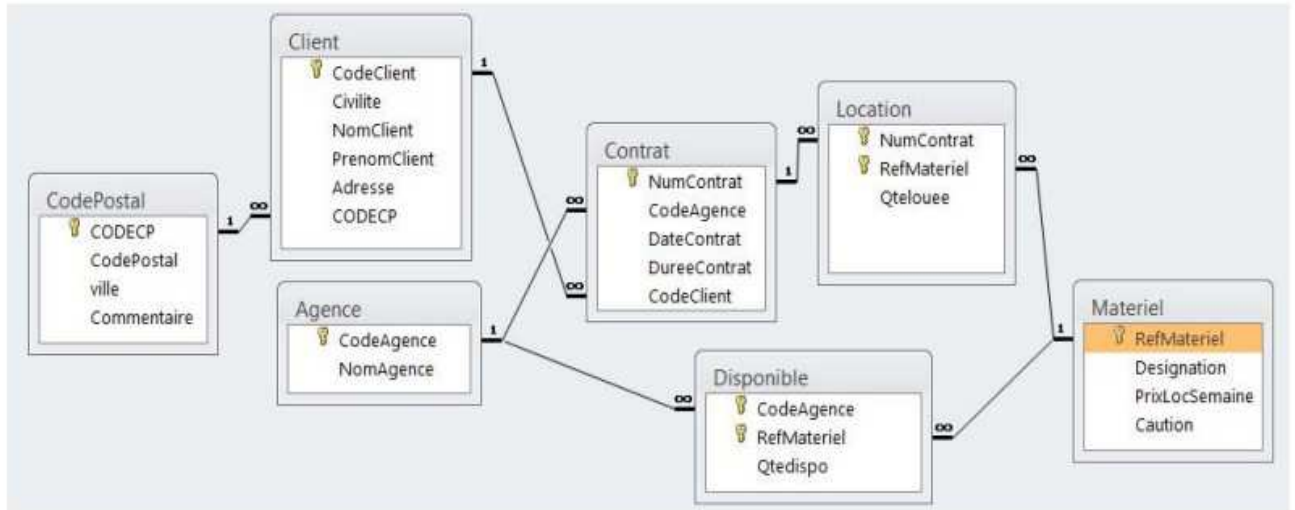


Figure 16 : Un exemple du modèle MPD

II. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé de manière générale les concepts fondamentaux relatifs aux bases de données, en mettant en lumière leur utilité ainsi que les différentes stratégies de gestion qui leur sont associées.

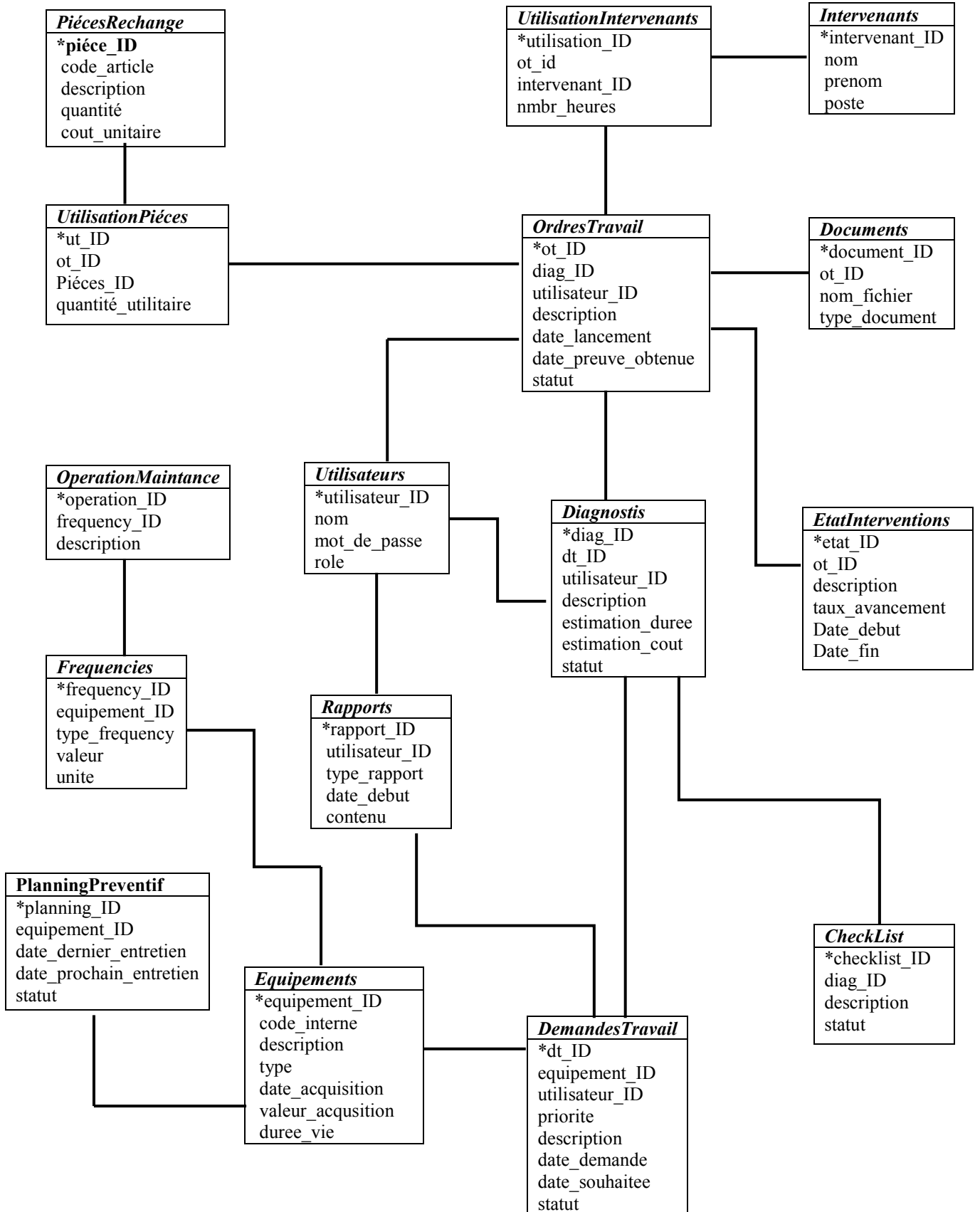
Nous avons par la suite exposé en détail l'ensemble des modèles de bases de données, en prenant soin de présenter les différentes étapes d'étude : conceptuelle, logique et physique. Nous avons également décrit le modèle entité-association, en expliquant ses notions de base et en détaillant les étapes nécessaires à sa construction.

Chapitre III :
Construction de la Base de
Données

III. Introduction :

Les bases de données sont l'endroit où nous pouvons trouver toutes les données liées à un certain sujet, programme ou recherche, elles sont très similaires car elles servent le même objectif mais cependant elles sont très différentes dans la manière dont elles sont construites, spécialisées et traitées, donc dans ce chapitre, nous verrons comment nous pouvons construire notre base de données unique et ce que nous avons utilisé comme données dans les progrès.

III.1. Implémentation du MLD dans notre système :



III.2. Dictionnaire Des Données Epurés :

Voici Un Dictionnaire De Données Epuré Pour La Base De Données Du Système De Gestion De La Maintenance Assistée Par Ordinateur (GMAO). Chaque Table Est Décrite Avec Ses Colonnes, Types De Données, Et Une Brève Description.

Table Utilisateurs :

Colonne	Type	Description
Utilisateur_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Nom	VARCHAR(100)	Nom De L'utilisateur
Mot_De_Passe	VARCHAR(100)	Mot De Passe De L'utilisateur
Role	VARCHAR(50)	Rôle De L'utilisateur (E.G., Technicien)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'utilisateur

Table Equipements :

Colonne	Type	Description
Equipement_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Code_Interne	VARCHAR(50)	Code Interne De L'équipement
Description	TEXT	Description De L'équipement
Type	VARCHAR(50)	Type De L'équipement
Date_Acquisition	DATE	Date D'acquisition De L'équipement
Valeur_Acquisition	DECIMAL(10, 2)	Valeur D'acquisition De L'équipement
Duree_Vie	INT	Durée De Vie En Mois
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'équipement

Table Demandes_Travail :

Colonne	Type	Description
Dt_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Equipement_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'équipement
Utilisateur_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'utilisateur
Priorite	INT	Priorité De La Demande De Travail
Description	TEXT	Description De La Demande De Travail
Date_Demande	DATE	Date De La Demande De Travail
Date_Souhaitee	DATE	Date Souhaitée Pour L'intervention
Statut	VARCHAR(50)	Statut De La Demande De Travail (E.G., En Instance)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De La Demande De Travail

Table Diagnostics :

Colonne	Type	Description
Diag_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Dt_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De La Demande De Travail
Utilisateur_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'utilisateur
Description	TEXT	Description Du Diagnostic
Estimation_Duree	DECIMAL(10, 2)	Estimation De La Durée Des Travaux (En Heures)
Estimation_Cout	DECIMAL(10, 2)	Estimation Du Coût Des Travaux
Statut	VARCHAR(50)	Statut Du Diagnostic (E.G., En Instance)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création Du Diagnostic

Table Ordres_Travail :

Colonne	Type	Description
Ot_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Diag_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant Du Diagnostic
Utilisateur_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'utilisateur
Description	TEXT	Description De L'ordre De Travail
Date_Lancement	DATE	Date De Lancement Des Travaux
Date_Prevue_Cloture	DATE	Date Prévue De Clôture Des Travaux
Statut	VARCHAR(50)	Statut De L'ordre De Travail (E.G., En Instance)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'ordre De Travail

Table Pieces_De_Rechange :

Colonne	Type	Description
Piece_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Code_Article	VARCHAR(50)	Code De L'article
Description	TEXT	Description De La Pièce De Rechange
Quantite	INT	Quantité Disponible
Cout_Unitaire	DECIMAL(10, 2)	Coût Unitaire De La Pièce De Rechange
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'entrée

Table Utilisation_Pieces :

Colonne	Type	Description
Ut_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Ot_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'ordre De Travail
Piece_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De La Pièce De Rechange
Quantite_Utilisee	INT	Quantité Utilisée
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'entrée

Table Intervenants :

Colonne	Type	Description
Intervenant_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Nom	VARCHAR(100)	Nom De L'intervenant
Prenom	VARCHAR(100)	Prénom De L'intervenant
Poste	VARCHAR(100)	Poste De L'intervenant
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'intervenant

Table Rapports :

Colonne	Type	Description
Rapport_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Utilisateur_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'utilisateur
Type_Rapport	VARCHAR(50)	Type De Rapport (E.G., Hebdomadaire)
Date_Debut	DATE	Date De Début De La Période Du Rapport
Date_Fin	DATE	Date De Fin De La Période Du Rapport
Contenu	TEXT	Contenu Du Rapport
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création Du Rapport

Table Frequencies :

Colonne	Type	Description
Frequency_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Equipement_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'équipement
Type_Frequency	VARCHAR(50)	Type De Fréquence (E.G., Préventive)
Valeur	INT	Valeur De La Fréquence
Unite	VARCHAR(20)	Unité De Mesure (E.G., KM, Heures)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De La Fréquence

Table Operations_Maintenance :

Colonne	Type	Description
Operation_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Frequency_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De La Fréquence
Description	TEXT	Description De L'opération De Maintenance
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'opération

Table Etat_Interventions :

Colonne	Type	Description
Etat_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Ot_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'ordre De Travail
Description	TEXT	Description De L'état D'intervention
Taux_Avancement	DECIMAL(5, 2)	Taux D'avancement Des Travaux (En %)
Date_Debut	DATE	Date De Début Des Travaux
Date_Fin	DATE	Date De Fin Des Travaux
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'état D'intervention

Table Check_List :

Colonne	Type	Description
Checklist_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Diag_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant Du Diagnostic
Description	TEXT	Description De L'élément De La Check-List
Statut	VARCHAR(50)	Statut De L'élément (E.G., Non Fait, Fait)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'élément De La Check-List

Table Planning_Preventif :

Colonne	Type	Description
Planning_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Equipement_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'équipement
Date_Dernier_Entretien	DATE	Date Du Dernier Entretien
Date_Prochain_Entretien	DATE	Date Du Prochain Entretien
Statut	VARCHAR(50)	Statut Du Planning Préventif (E.G., En Instance)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création Du Planning Préventif

Table Utilisation_Intervenants :

Colonne	Type	Description
Utilisation_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Ot_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'ordre De Travail
Intervenant_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'intervenant
Nombre_Heures	DECIMAL(10, 2)	Nombre D'heures Travaillées Par L'intervenant
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création De L'entrée

Table Documents :

Colonne	Type	Description
Document_Id	INT	Clé Primaire, Identifiant Unique
Ot_Id	INT	Clé Etrangère, Identifiant De L'ordre De Travail
Nom_Fichier	VARCHAR(255)	Nom Du Fichier
Type_Document	VARCHAR(50)	Type De Document (E.G., Guide De Réparation)
Date_Creation	TIMESTAMP	Date De Création Du Document

Ce Dictionnaire De Données A Eté Etabli D'après Les Fenêtres De L'application GMAO, Et Elle Fournit Une Vue D'ensemble Structurée Des Tables De La Base De Données GMAO, Avec Des Descriptions Claires Pour Chaque Colonne.

III.3. Règles De Données :

Intégrité Des Utilisateurs :

- Chaque Utilisateur Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Les Noms D'utilisateur Et Les Mots De Passe Ne Doivent Pas Etre Vides.
- Les Rôles Des Utilisateurs Doivent Etre Valides (E.G., Technicien, Ingénieur, Etc.).

Intégrité Des Équipements :

- Chaque Equipement Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Le Code Interne De Chaque Equipement Doit Etre Unique Et Non Nul.
- La Date D'acquisition Doit Etre Une Date Valide Et Antérieure Ou Egale A La Date Du Jour.

Intégrité Des Demandes De Travail :

- Chaque Demande De Travail Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Une Demande De Travail Doit Etre Associée A Un Equipement Et Un Utilisateur Existants.
- La Date De Demande Doit Etre Une Date Valide.

Intégrité Des Diagnostics :

- Chaque Diagnostic Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Un Diagnostic Doit Etre Associé A Une Demande De Travail Et Un Utilisateur Existants.
- Les Estimations De Durée Et De Coût Doivent Etre Des Valeurs Numériques Valides Et Positives.

Intégrité Des Ordres De Travail :

- Chaque Ordre De Travail Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Un Ordre De Travail Doit Etre Associé A Un Diagnostic Et Un Utilisateur Existants.

- La Date De Lancement Doit Etre Une Date Valide Et Antérieure Ou Egale A La Date Du Jour.

Intégrité Des Pièces De Rechange :

- Chaque Pièce De Rechange Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Le Code Article Doit Etre Unique Et Non Nul.
- La Quantité Et Le Coût Unitaire Doivent Etre Des Valeurs Numériques Valides Et Positives.

Intégrité Des Utilisations De Pièces :

- Chaque Utilisation De Pièce Doit Avoir Un Identifiant Unique.
- Une Utilisation De Pièce Doit Etre Associée A Un Ordre De Travail Et Une Pièce De Rechange Existants.
- La Quantité Utilisée Doit Etre Une Valeur Numérique Valide Et Positive.

Dépendances Fonctionnelles:

1. Utilisateurs :

- Utilisateur_Id → Nom, Mot_De_Passe, Role, Date_Creation

2. Équipements :

- Equipement_Id → Code_Interne, Description, Type, Date_Acquisition, Valeur_Acquisition, Duree_Vie, Date_Creation
- Code_Interne → Equipement_Id

3. Demandes_Travail:

- Dt_Id → Equipement_Id, Utilisateur_Id, Priorite, Description, Date_Demande, Date_Souhaitee, Statut, Date_Creation

4. Diagnostics :

- Diag_Id → Dt_Id, Utilisateur_Id, Description, Estimation_Duree, Estimation_Cout, Statut, Date_Creation

5. Ordres_Travail :

- Ot_Id → Diag_Id, Utilisateur_Id, Description, Date_Lancement, Date_Prevue_Cloture, Statut, Date_Creation

6. Pièces_Rechange :

- Piece_Id → Code_Article, Description, Quantite, Cout_Unitaire, Date_Creation
- Code_Article → Piece_Id

7. Utilisation_Pieces :

- Ut_Id → Ot_Id, Piece_Id, Quantite_Utilisee, Date_Creation

Couverture Minimale :

Pour Chaque Dépendance Fonctionnelle, La Couverture Minimale (Ensemble Minimal De Dépendances Fonctionnelles Qui Préserve Les Dépendances Fonctionnelles Initiales) Est Directement Obtenue En Vérifiant Que Chaque Dépendance N'est Pas Redondante.

Entités-Associations :

Voici Le Modèle Entité-Association Simplifié Pour L'application GMAO :

Entités :**1. Utilisateur**

- Utilisateur_Id
- Nom
- Mot_De_Passe
- Role
- Date_Creation

2. Équipement

- Equipement_Id
- Code_Interne
- Description
- Type
- Date_Acquisition
- Valeur_Acquisition
- Duree_Vie

- Date_Creation

3. Demande De Travail

- Dt_Id
- Equipement_Id
- Utilisateur_Id
- Priorite
- Description
- Date_Demande
- Date_Souhaitee
- Statut
- Date_Creation

4. Diagnostic

- Diag_Id
- Dt_Id
- Utilisateur_Id
- Description
- Estimation_Duree
- Estimation_Cout
- Statut
- Date_Creation

5. Ordre De Travail

- Ot_Id
- Diag_Id
- Utilisateur_Id
- Description

- Date_Lancement
- Date_Prevue_Clature
- Statut
- Date_Creation

6. Pièce De Rechange

- Piece_Id
- Code_Article
- Description
- Quantite
- Cout_Unitaire
- Date_Creation

7. Utilisation De Pièce

- Ut_Id
- Ot_Id
- Piece_Id
- Quantite_Utilisee
- Date_Creation

Associations :

1. Utilisateur-Demande De Travail

- Un Utilisateur Peut Créer Plusieurs Demandes De Travail.
- Une Demande De Travail Est Créée Par Un Seul Utilisateur.

2. Équipement-Demande De Travail

- Un Equipement Peut Avoir Plusieurs Demandes De Travail.
- Une Demande De Travail Concerne Un Seul Equipement.

3. Demande De Travail-Diagnostic

- Une Demande De Travail Peut Avoir Plusieurs Diagnostics.
- Un Diagnostic Est Associé A Une Seule Demande De Travail.

4. Diagnostic-Ordre De Travail

- Un Diagnostic Peut Avoir Plusieurs Ordres De Travail.
- Un Ordre De Travail Est Associé A Un Seul Diagnostic.

5. Ordre De Travail-Pièce De Rechange

- Un Ordre De Travail Peut Utiliser Plusieurs Pièces De Rechange.
- Une Pièce De Rechange Peut Etre Utilisée Dans Plusieurs Ordres De Travail.

6. Ordre De Travail-Utilisateur

- Un Utilisateur Peut Etre Responsable De Plusieurs Ordres De Travail.
- Un Ordre De Travail Est Réalisé Par Un Seul Utilisateur.

7. Ordre De Travail-Utilisation De Pièce

- Un Ordre De Travail Peut Avoir Plusieurs Utilisations De Pièces.
- Une Utilisation De Pièce Est Associée A Un Seul Ordre De Travail.

8. Pièce De Rechange-Utilisation De Pièce

- Une Pièce De Rechange Peut Etre Utilisée Plusieurs Fois.
- Une Utilisation De Pièce Concerne Une Seule Pièce De Rechange.

III. Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a détaillé la structure et l'importance du Modèle Logique de Données (MLD) ainsi que de la base de données associée dans le contexte du logiciel GMAO. Le MLD sert de fondation pour l'organisation et la gestion efficace des informations, assurant la cohérence et l'intégrité des données. En décrivant les entités, les relations et les contraintes, nous avons mis en lumière la manière dont une base de données bien conçue soutient les opérations de maintenance en fournissant des informations précises et accessibles en temps réel. Ce chapitre a souligné l'importance cruciale d'une architecture de données robuste pour optimiser la performance et la fiabilité du logiciel de gestion de la maintenance.

Chapitre IV :

Réalisation du logiciel

IV. Introduction :

Dans ce chapitre, nous explorerons en détail le fonctionnement du logiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) que nous avons développé. Nous commencerons par une présentation des différentes fenêtres et interfaces utilisateur du logiciel, en décrivant leurs fonctionnalités spécifiques et leur rôle dans le processus global de gestion de la maintenance. Chaque section de ce chapitre détaillera une composante clé du logiciel, depuis l'interface de tableau de bord centralisée jusqu'aux modules de gestion des interventions, de suivi des stocks et de génération de rapports. L'objectif est de fournir une compréhension approfondie de la manière dont chaque élément du logiciel contribue à l'optimisation et à l'efficacité des opérations de maintenance.

IV.1. Déroulement du logiciel :

IV.1.1 La fenêtre LOGIN :

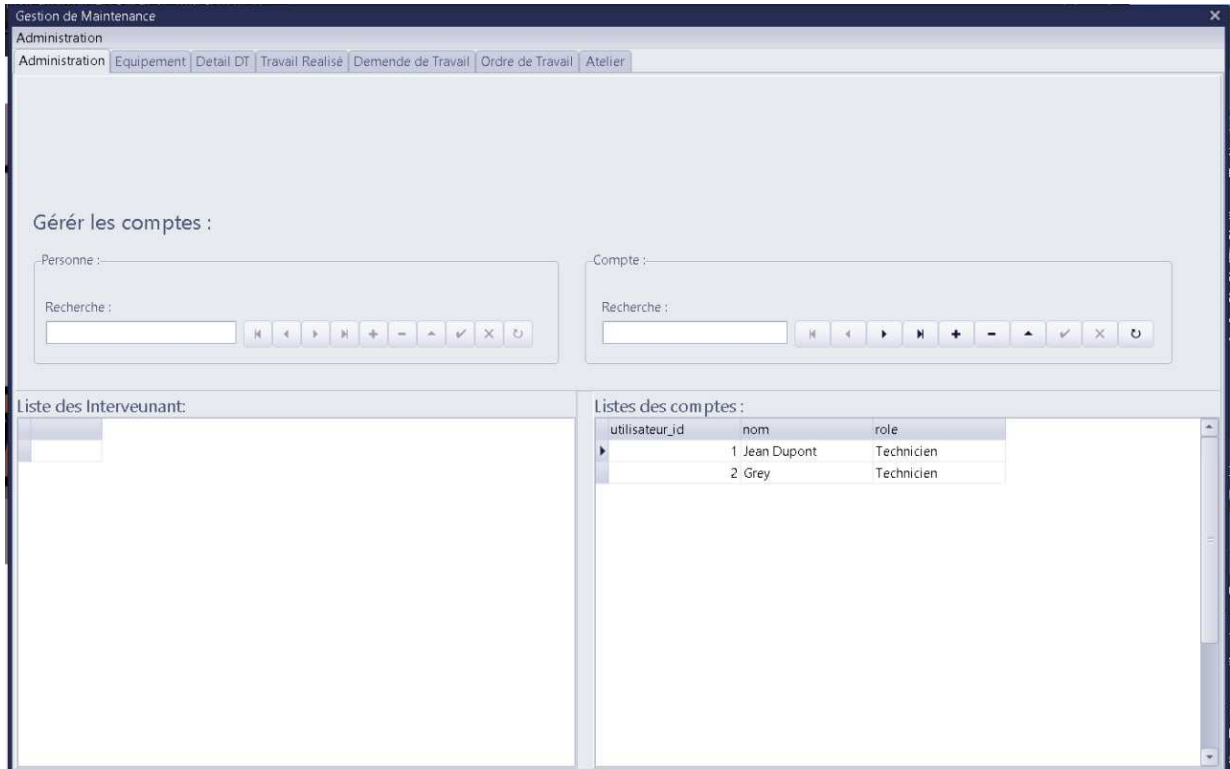
Nous avons d'abord l'interface de connexion lorsque l'utilisateur tape son nom d'utilisateur et son mot de passe pour accéder au logiciel.



The screenshot shows a window titled "Login" with a close button (X) in the top right corner. The window has a light blue background. In the center, there are two input fields. The first is labeled "Nom d'utilisateurs :" and the second is labeled "Mot de Passe :". Below the password field, there is a link that says "Mot de passe oublier ?". To the right of the link is a button labeled "Se connecter".

IV.1.2 La fenêtre d'administration :

Puis nous avons la partie "administration" où l'utilisateur voit et contrôle les "intervenants" et les comptes dans l'application, lui permettant de voir le nombre de comptes et de rechercher une certaine personne comme le montre la figure.



IV.1.3 La fenêtre d'équipement :

Nous avons aussi une fenêtre appelée "équipement" et ici, l'utilisateur contrôle l'équipement disponible en usine (voit, ajoute, supprime et recherche un spécifique) et de même pour les fréquences, l'exploitation, la maintenance et la planification préventive.

The screenshot displays the 'Gestion de Maintenance' application window. It features a menu bar with 'Administration', 'Equipement', 'Detail DT', 'Travail Réalisé', 'Demande de Travail', 'Ordre de Travail', and 'Atelier'. The main area is divided into four panels, each with a search bar and a data table.

Equipement

equipement_code_interne	description	type	date_acquisi	valeur_acqui	di
1	EQUIP001 (MEMO)	Machine	2020-05-01	15000	
2	EQUIP001 (MEMO)	Machine	2020-05-01	15000	

Fréquences

frequency_id	equipement_id	type_frequency	valeur
1	1	Maintenance Préventive	50
2	1	Maintenance Préventive	50

Planning preventive

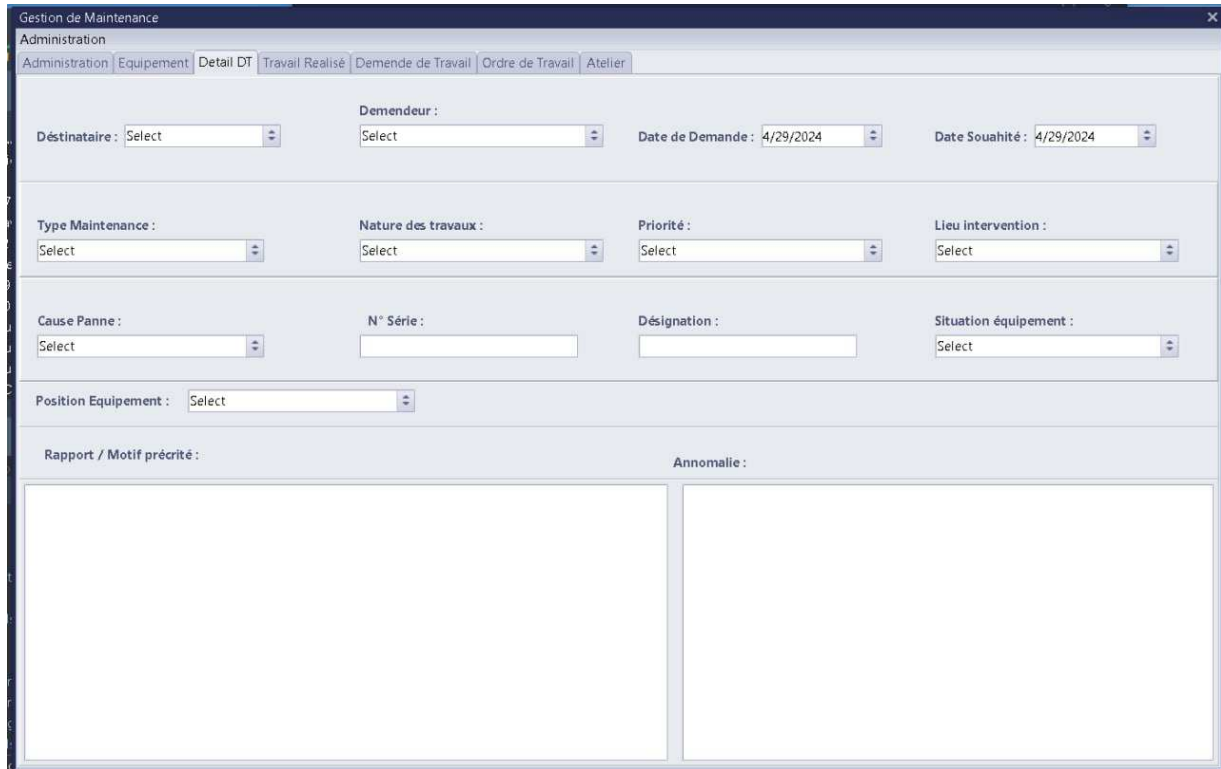
planning_id	equipement_id	date_dernier_entretien	date_prochain_entretien	statut
1	1	2024-01-01	2024-06-01	En instance
2	1	2024-01-01	2024-06-01	En instance
3	1	2024-01-01	2024-06-01	En instance
4	1	2024-01-01	2024-06-01	En instance

Operation maintenance

operation_id	frequency_id	description
1	1	(MEMO)
2	1	(MEMO)

IV.1.4 La fenêtre de détail DT :

Nous arrivons maintenant à l'une des fenêtres les plus importantes de l'application nommée "Détail DT", dans cette fenêtre l'utilisateur voit toutes les informations liées à une demande de travail depuis la date de la demande jusqu'au demandeur jusqu'à la position de l'équipement.



The screenshot displays the 'Gestion de Maintenance' application window, specifically the 'Detail DT' tab. The window is organized into several sections for data entry:

- Administration:** A menu bar with options: Administration, Equipement, Detail DT (selected), Travail Réalisé, Demende de Travail, Ordre de Travail, and Atelier.
- Demendeur:** Fields for 'Destinataire' (dropdown), 'Demendeur' (dropdown), 'Date de Demande' (calendar, showing 4/29/2024), and 'Date Souahité' (calendar, showing 4/29/2024).
- Type Maintenance:** A dropdown menu.
- Nature des travaux:** A dropdown menu.
- Priorité:** A dropdown menu.
- Lieu intervention:** A dropdown menu.
- Cause Panne:** A dropdown menu.
- N° Série:** A text input field.
- Désignation:** A text input field.
- Situation équipement:** A dropdown menu.
- Position Equipement:** A dropdown menu.
- Rapport / Motif précrité:** A large empty text area.
- Annomalie:** A large empty text area.

IV.1.5 La fenêtre du travail réalisé :

Maintenant nous tombons sur la fenêtre "travail réalisé", où l'utilisateur ajoute un travail effectué à une liste avec une observation à son sujet, cette observation peut inclure une petite remarque si la machine tombe en panne une autre fois.

The screenshot shows the 'Gestion de Maintenance' application window. The 'Administration' tab is active, and the 'Travail Réalisé' sub-tab is selected. The form contains the following elements:

- Nature Travail :** Select (dropdown)
- Situation :** Select (dropdown)
- Date debut :** 4/29/2024 (date picker)
- Date Fin :** 4/29/2024 (date picker)
- Ajouter** (button)
- Travail Réalisé :** (empty text area)
- Observation :** (empty text area)
- Liste Travaux Réalisés** (empty table)

IV.1.6. La fenêtre de demande de travail :

Dans la fenêtre "demande de travail", on distingue les fenêtres pop-in, la première nommée "listes des demandes de travail" où l'utilisateur peut voir une liste des utilisateurs (avec son identifiant spécifique) qui ont ajouté une demande d'emploi (avec sa description et son statut) pour entretenir un certain équipement.

The screenshot shows the 'Gestion de Maintenance' application window. The 'Administration' tab is active, and the 'Demande de Travail' sub-tab is selected. The form contains the following elements:

- Utilisateurs :**
 - ID Utilisateur : 1
 - Nom : Jean Dupont
 - Role : Technicien
- Equipement :**
 - ID Utilisateur : 1
 - Code Equipement : EQUIP001
 - Date acquisition : 2020-05-01
- Demande travail :**
 - Description : Problème de vibration anormale
 - Status : En instance

Below the form is a table with the following data:

priorite	description	date_demande	date_souhaitee	statut
1	(MEMO)	2024-05-16	2024-05-18	En instance
1	(MEMO)	2024-05-16	2024-05-18	En instance

Là où l'autre fenêtre pop-in nommée "nouvelle DT" est spécialisée pour ajouter uniquement une nouvelle demande de travail contenant diverses informations telles que : une date, une destination, un motif d'échec, un demandeur et un rapport.

The screenshot shows a software window titled "Gestion de Maintenance" with a sub-tab "Administration". The main title is "Création d'une nouvelle demande de travail". The interface includes several dropdown menus for selection:

- Intervention sur : Select
- Date demande : 4/29/2024
- Destinataire : Select
- Préorité : Select
- Cause Panne : Select
- Situation équipement : Select
- Lieux Intervention : Select
- Demandeur : Select
- Date Souhaité : 4/29/2024
- Nature des travaux : Select

Below these are two text areas labeled "Rapport/Motif priorité :" and "Anomalie :". An "Enregistrer" button is located at the bottom right.

IV.1.7. La fenêtre d'ordre de travail :

Sur la fenêtre "ordre de travail" on voit que l'utilisateur a la possibilité de manipuler diverses listes comme : documents - pièces - état intervenant.

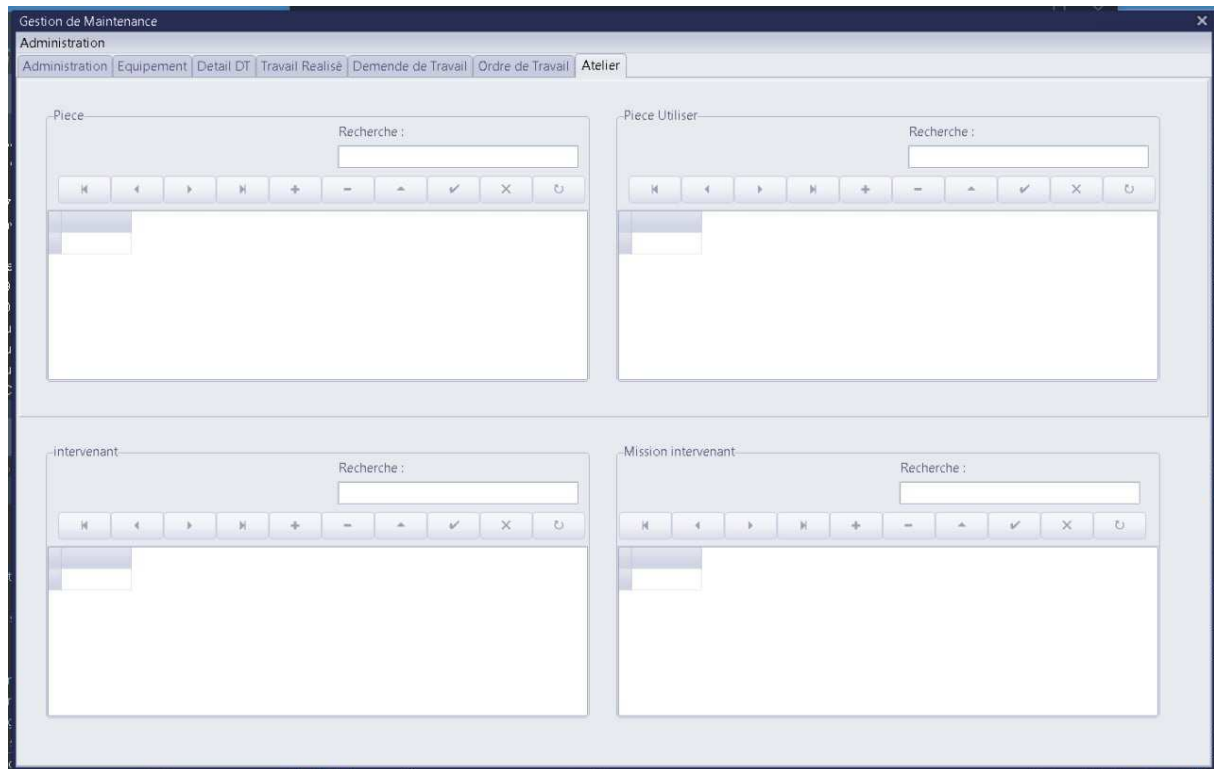
The screenshot shows a software window titled "Gestion de Maintenance" with a sub-tab "Administration". The main title is "Listes des Ordre de travail". The interface includes a table of work orders and several search panels:

Utilisateur	description	date_lancement
2	(MEMO)	2024-05-16
2	(MEMO)	2024-05-16
2	(MEMO)	2024-05-16
2	(MEMO)	2024-05-16

Other panels include "Description :" (containing "Réparation du système hydroCarbure"), "Etat d'inventaire", "Document", "Pièce de rechange", and "Utilisation intervenant", each with a search field and navigation controls.

IV.1.8. La fenêtre d'atelier :

Dans la dernière fenêtre appelée "Atelier" on voit que nous avons quatre listes jouables qui sont les pièces, l'utilisation des pièces, l'intervenant, la mission de l'intervenant, ces listes représentent les outils et ressources disponibles dans l'atelier et diverses informations les concernant.



IV. Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a fourni une vue d'ensemble du fonctionnement du logiciel GMAO, en détaillant ses diverses interfaces et fonctionnalités clés. Chaque fenêtre, du tableau de bord aux modules spécifiques, contribue à une gestion de maintenance plus efficace et proactive. L'intégration de ces éléments permet une planification optimale, un suivi en temps réel et une prise de décisions informée, renforçant ainsi la fiabilité et la durabilité des équipements.

Conclusion générale

Conclusion générale :

En conclusion, la gestion de la maintenance évoluait considérablement, passant d'une approche réactive à une approche proactive grâce aux avancées technologiques et aux nouvelles méthodes de gestion.

L'introduction de la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) jouait un rôle clé dans cette transformation, offrant aux entreprises des outils puissants pour anticiper les pannes, optimiser les ressources et améliorer la fiabilité des équipements.

Notre projet de développement d'un logiciel de GMAO s'inscrivait dans cette dynamique d'innovation. En automatisant le traitement et la présentation des informations nécessaires, ce logiciel visait à rendre la gestion des travaux de maintenance plus efficace et plus intuitive.

La centralisation des données, la planification proactive des interventions et le suivi en temps réel étaient autant de fonctionnalités qui permettaient aux gestionnaires de maintenance de prendre des décisions éclairées et stratégiques.

La mise en œuvre de ce logiciel reposait sur une analyse approfondie des besoins des utilisateurs, une conception axée sur l'ergonomie et la facilité d'utilisation, ainsi qu'une phase rigoureuse de test et de déploiement pour garantir son efficacité et son intégration harmonieuse dans l'environnement de travail existant. En fin de compte, l'objectif de notre logiciel était de transformer la gestion de la maintenance en un processus plus prévisible, plus contrôlé et plus performant.

En passant d'une gestion réactive à une gestion proactive, les entreprises pouvaient non seulement réduire les coûts associés aux pannes imprévues, mais aussi prolonger la durée de vie de leurs équipements, améliorer leur productivité et renforcer leur compétitivité sur le marché. Ce projet marquait ainsi une étape importante vers l'avenir de la gestion de la maintenance, où la technologie jouait un rôle central dans la création de valeur et l'amélioration continue des opérations.

Références

- [1] **Marc Frédéric** Pratique de la maintenance industrielle, Dunod, Octobre 1997.
- [2] **Frédéric Marc.**, Mettre en œuvre une GMAO : Maintenance industrielle, service après-vente, maintenance immobilière 2e édition, Editeur : Dunod, 2003.
- [3] :**Jean-Paul**, SOURIS. CHAPITRE 1, Le guide du parfait responsable maintenance : Assurer l'efficacité, la qualité et la rentabilité de sa maintenance industrielle. Lexitis Editions.Paris,2010, p30, (ISBN 978-2-36233- 011-7).
- [4] **Pr B. BENMOHAMMED** Master 2 (MMTH) – UEM (Projet GMAO).
- [5] **BELHOUL Haroun**, Mise en Place d'une Gestion de la Maintenance par ordinateur pour l'amélioration de la politique de Maintenance. Thèse de Magister : Génie Des Systèmes Industriels. BATNA : UNIVERSITE' HADJ LAKHDAR. 2016. p102.
- [6] **Christian Coudre**, Les différentes formes de maintenance, sur le site TPM Attitude, section « Les 5 niveaux de maintenance ».
- [7] **M. Bell**, maintenance industriel, maister2017.
- [8] **Samantha, Mur**. Quelles sont les clés d'une gestion des équipements efficace ? [En ligne]. (Mise à jour le 06/01/2020).
- [9] **Reliure douchettes**, Fournisseurs de matériel d'équipement des, documents octobre 2014.
- [10] **TRIBOFILM**. SIMPLIFIER LA GESTION DE STOCK AVEC LA GMAO [En ligne].
- [11] **Jean-Pierre, Vernier**. Le magasin maintenance .Aide-mémoire maintenance et GMAO : -Tableaux de bord -Organisation -Procédures. Paris : Dunod, 2010. p 51-82. (ISBN 978 210 054016 7).
- [12] **Vallin Philippe** et **Bourbonnais Régis**, livre Comment optimiser les approvisionnements, 4ième édition. 7 janvier 2016.
- [13] **Serge Rostand**, étude de contribution à la conception et à la réalisation d'une gestion.
- [14] **Ridha Derrouiche**, S2 P1 : Les ERPs [En ligne]. (Publier le 23 sept. 2020).
- [15] **A. BELHOMME**, STRATEGIE DE MAINTENANCE, Forges les Eaux, 2010.
- [16] Qu-ce-que c'est une base de données

https://www.memoireonline.com/07/10/3701/m_conception-et-realisation-dune-base-de-donnees-pour-la-gestion-de-facturation--loffice-con1.html .

- [17] **Pascal Caillerez**, “Les Systèmes d'information: Méthodes et outils pour la conception” .
- [19] **Jean-Michel Franco**, “Bases de données : Concepts, usages et architectures”.
- [20] C’est quoi un SGBD ?
http://x.heurtebise.free.fr/Enseignements/Monitorat/L3/Info/BDD/PDF/BDD_Chap1.pdf .
- [21] Les composants d’une BD :
<http://poukie8.free.fr/ESIL/4%E8me%20semestre/3%20%20Base%20de%20donn%E9es/cours/cours-BD-1.pdf>.
- [22] **AIDA/Cirad**, “Conception de bases de données expérimentales à des fins de modélisation” La Réunion Sandrine Auzoux, du 12 au 16 mai 2014 cane.