

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP



G.M. 0001

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

Centre de Thiès

Département Génie Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

Titre :

**Analyse conceptuelle d'un système
d'information en vue du développement d'un
progiciel de gestion de la maintenance assistée
par ordinateur (G.M.A.O.) : Cas de la
Compagnie Commerciale et Industrielle du
Sénégal (C.C.I.S.).**



Auteur : M. Omar KINDO

Directeur : M. Ngorr SARR

Codirecteur : M. Oumar NIANG

Directeur externe : M. Magatte DIOP

Juillet 2005

DEDICACES

Je dédie ce travail :

A Ma Mère,

A Mon Père,

Pour tous leurs sacrifices et inlassables efforts qu'ils ne cessent de déployer afin que je réussisse et que je m'épanouisse :

A Mon Grand Frère et Mes Grandes Sœurs,

Pour leur soutien moral et matériel afin que j'accède à une bonne formation.

REMERCIEMENTS

Après avoir rendu Louanges à Dieu, pour m'avoir donné le courage et la grâce d'accomplir ce travail qui est certes le fruit d'un effort personnel, mais aussi de l'appui et des conseils de plusieurs personnes et institutions envers lesquelles je tiens à témoigner toute ma profonde gratitude, qu'il me soit permis de remercier particulièrement :

- **Monsieur Brahim DERWICHE**, Sous-directeur de la C.C.I.S., de m'avoir accepté dans leur entreprise, ainsi que tout le personnel administratif ;
- **Messieurs Ngor SARR** (Professeur à l'ESP, mon Directeur de projet), **Oumar NIANG** (Professeur à l'ESP, mon Codirecteur) et **Magatte DIOP** (Responsable de la maintenance et de la Production de la C.C.I.S., mon directeur externe) pour leur encadrement, leur disponibilité et leurs conseils ;
- **Monsieur Moussa YAZI**, pour son soutien moral et matériel indispensable afin que je parvienne à une formation de qualité dans de meilleures conditions ;
- **Messieurs Makhtar NDIAYE** (Responsable adjoint de la maintenance de la C.C.I.S.), **Aristide KOUASSI** (Informaticien de la C.C.I.S.) et **Souleymane DIALLO** (Opérateur de saisie à la C.C.I.S.) pour leur disponibilité et leur collaboration, ainsi que tout le personnel de la C.C.I.S. ;
- **Tous ceux** qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail, particulièrement tout le personnel de l'ESP et les camarades de promotion.

RESUME

Le but de ce travail est de faire une analyse conceptuelle d'un service de la maintenance afin de fournir un cahier des charges et les éléments permettant de développer un progiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (G.M.A.O.) Cette étude est effectuée pour le cas de la compagnie commerciale et industrielle du Sénégal (C.C.I.S.).

La maintenance occupe une place primordiale dans une entreprise de production. Cependant, il y a d'innombrables informations à saisir, à traiter et à analyser. Il faudrait avoir un outil fiable et efficace d'aide à la gestion pour atteindre les objectifs du service de la maintenance. C'est l'objet des progiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (G.M.A.O.). Depuis 2001, la C.C.I.S. s'est lancée dans le développement d'un progiciel de G.M.A.O. en interne. Il s'est avéré que la première version de ce progiciel ne répond pas à toutes les attentes du service de la maintenance.

Sur la base de la théorie de la maintenance, il était question d'analyser la maintenance à la C.C.I.S. afin de procéder à un audit du progiciel existant et de fournir un cahier des charges qui répondrait aux exigences du service. La méthode MERISE permettrait de faire une analyse du futur progiciel et de donner les différents modèles indispensables au développement de la base de données.

Le progiciel existant a été édité sans cahier des charges et ne comporte aucune analyse de gestion ni aucun indicateur. Sur la base des besoins du service, la méthode MERISE a permis de donner les modèles d'analyse tels que les diagrammes de synthèse, les modèles conceptuels de données et des traitements, le modèle logique des données et des indications sur les autres modèles. Dans ce mémoire, un cahier des charges a été défini tout en donnant toutes les méthodes de calcul ou d'évaluation des indicateurs tels que les indicateurs F.M.D. (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité) ou les indices I.D.S.Q. (incidence directe sur la qualité). Une analyse financière a permis de révéler que le développement du progiciel en interne est moins coûteux que l'achat des progiciels modulaires disponibles sur le marché.

A la suite de ce travail, des recommandations sont formulées parmi lesquelles, la sensibilisation de tous les acteurs quant à l'importance d'une G.M.A.O., le développement en interne du progiciel tout en respectant correctement le cahier des charges et les modèles de l'analyse. De même la nomination d'un chef de projet pour la G.M.A.O. se révèle indispensable.

Mots clés : C.C.I.S. – Maintenance - G.M.A.O. – Cahier des charges – Indicateurs de performance – Système d'information – MERISE – MCD – MCF – MLD.

Table des matières

	Page
Dédicaces	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
Table des matières	v
Liste des tableaux	x
Liste des figures	xi
Liste des sigles et abréviations	xii
Avant propos	xv
Introduction	1
Chapitre 1 : La théorie sur la maintenance	3
1. Introduction	3
2. Définitions – Généralités	3
3. Les différentes formes d'actions d'un service maintenance	7
a) La maintenance corrective	8
b) La maintenance préventive	9
4. Les principaux besoins en information de la fonction maintenance	9
5. La fonction maintenance et l'informatique	10
a) Les options de mise en œuvre d'un système de gestion de la maintenance assistée par ordinateur	11
i) L'individualisation	12
ii) La standardisation	12
b) Les classes des outils de gestion de la maintenance assistée par ordinateur	12
c) Généralités sur l'installation d'une gestion de la maintenance assistée par ordinateur	13

6. Conclusion	14
Chapitre 2 : La théorie sur la méthode MERISE	15
1. Introduction	15
2. Qu'est ce qu'un système d'information ?	15
3. Définitions et généralités sur la méthode MERISE	16
4. Les trois cycles de la méthode MERISE	17
a) Le cycle de vie	18
b) Le cycle de décision	18
c) Le cycle d'abstraction	18
5. Les trois niveaux d'abstraction de la méthode MERISE	19
a) Le formalisme conceptuel	19
b) Le formalisme organisationnel ou logique	21
c) Le formalisme opérationnel ou physique	22
6. Conclusion	22
Chapitre 3 : La maintenance à la Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal (C.C.I.S.)	23
INTRODUCTION	23
I. Présentation de l'entreprise	23
I.1. Présentation générale	23
I.2. Le système de production	24
I.2.1. La tuyauterie	24
I.2.2. L'injection	25
I.2.3. La granulation	25
I.2.4. Les utilitaires et les annexes	25
I.3. L'organisation de l'entreprise	26

1.3.1. L'organisation du service de la maintenance	26
1.3.2. Les attributions des intervenants du service de la maintenance	27
1.4. Quelques règles de gestion de la maintenance	27
II. Etude du système de gestion de la maintenance assisté par ordinateur existant	28
2.1. Présentation du progiciel	28
2.2. Les insuffisances du progiciel actuel	29
a) Les insuffisances conceptuelles	29
b) Les insuffisances de type structurel	30
c) Les insuffisances de type fonctionnel	30
d) Les axes d'amélioration	30
CONCLUSION	31
Chapitre 4 : Analyse conceptuelle du futur progiciel, cas de la Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal (C.C.I.S.)	32
INTRODUCTION	32
I. Les différents diagrammes de synthèse	32
1.1. La matrice des flux de données	33
1.2. Le diagramme des flux de données	34
1.3. Le graphe de dépendance des documents	35
II. Les besoins du service de la maintenance en terme de gestion	36
2.1. Les objectifs généraux	36
2.2. Les besoins de type fonctionnel	37
a) Les ordres de travaux	37
b) La gestion des équipements	38
c) La gestion des stocks	39
d) La gestion des approvisionnements	40

e) La gestion du personnel	41
f) La gestion financière	42
g) Les indicateurs de performance	42
i) Les indicateurs F.M.D.	42
ii) Les indicateurs d'activité	42
iii) Les coûts	42
III. Inventaire des entités et des propriétés – Dictionnaire des données	44
IV. Les différents formalismes	45
4.1. Le formalisme conceptuel	45
a. Le modèle conceptuel de données	45
b. Le modèle conceptuel des traitements	45
4.2. Le formalisme organisationnel	46
a. Le modèle logique des données	46
b. Le modèle organisationnel des traitements	47
4.3. Le formalisme opérationnel	47
a. Le modèle physique des données	48
b. Le modèle opérationnel des traitements	48
V. Le cahier des charges	49
5.1. Le périmètre informatique	49
5.2. Les exigences organiques	50
5.3. Les exigences de fonctionnelles	52
VI. L'analyse financière	53
6.1. Le coût du développement du progiciel en interne	53
6.2. Le coût des logiciels disponibles sur le marché	54
6.3. La comparaison des coûts.	54

Conclusion et Recommandations	55
CONCLUSION GENERALE	57
BIBLIOGRAPHIE	58
ANNEXES	60

Liste des tableaux

	Page
1.1. Les niveaux de maintenance	8
2.1. Les niveaux d'abstraction de la méthode MERISE	19
3.1. Les forces, les faiblesses et les axes d'amélioration du progiciel existant	39
4.1. Matrice des flux de données	33
4.2. Dictionnaire des données (<i>portion</i>)	44
4.3. Menus et sous-menus éventuels du progiciel	51
4.4. Estimation du coût du développement du progiciel	54
4.5. Plages des prix des progiciels selon la classe.	54
C.3.1. Table de calcul de l'I.D.S.Q.	xxx
C.4.1. Table d'évaluation de la criticité	xxxii
C.5.1. Loi de Pareto pour le stock	xxxiii
C.5.2. Exemple d'application de la classification ABC	xxxiii
D.1.1. Dictionnaire des données	xxxviii
F.1.1. Propriétés des associations	xliii

Liste des figures

	Page
1.1. Graphes des différentes formes de maintenance	7
2.1. Schématisation de différents systèmes	16
2.2. Schématisation des trois cycles de la méthode MERISE	17
2.3. Eléments du modèle conceptuel des données	20
2.4. Eléments du modèle conceptuel des traitements	21
3.1. Schéma d'une ligne de production de tuyaux	24
3.2. Schéma du processus d'injection	25
3.3. Organigramme du service de maintenance de la C.C.I.S., Département Production Tuyauterie	26
4.1. Diagramme de flux de données	34
4.2. Graphe de dépendance des documents	35
4.3. Schéma directeur du système d'information	36
C.1.1. Graphe des temps	xxix
C.5.1. Courbe de classification ABC	xxxiv
C.6.1. Constitution du coût de possession d'un matériel	xxxv
E.1. Modèle conceptuel des données.	xlii

Liste des sigles et abréviations

A : annuité de l'amortissement (f CFA / an).

AM : Agent de maintenance.

A.F.I.M. : Association Française de l'Industrie Mécanique / Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance.

AFNOR : Association française de normalisation.

AMDEC : Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité.

BL : Bon de livraison.

BRM : Bon de réception magasin.

BS : Bon de service.

BSM : Bon de sortie magasin.

BT : Bon de travail.

C.C.I.S. : Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal.

CEM : Chef d'équipe de maintenance.

CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement.

CMD : Commandes.

CR : criticité.

CTI : Centre Technique d'Informatique.

D_{op} : Disponibilité opérationnelle.

D_{res} : Disponibilité résultante.

DA : Demande d'achat.

DAV : Demande d'achat validé.

DC : Demande de cotation.

D.I.C. : Diplôme d'Ingénieur de Conception.

D.I.T. : Diplôme d'Ingénieur Technologue.

DR : Direction.

DS : Demande de service.

D.U.T. : Diplôme Universitaire de Technologie.

E.N.S.E.P.T. : Ecole Nationale Supérieure des Enseignants et Professeurs Techniques.

E.N.S.U.T. : Ecole Nationale Supérieure Universitaire et Technologique.

E.P.T. : Ecole Polytechnique de Thiès.

ERP : Entreprise requirement planning.

ET : Etats (Il s'agit des états – situations – qui résument le fonctionnement du service).

E.S.P. : Ecole Supérieure Polytechnique.

F CFA : Franc de la Communauté francophone de l'Afrique.

FL : Facture de livraison.

FLE : Facture pour livraison effectuée.

FIFO : First in first out (Premier entrée premier sortie).

F.M.D. : Fiabilité – Maintenabilité – Disponibilité.

FR : Fournisseurs.

FSE : Facture pour service effectué.

G.M.A.O. : Gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

h : heure.

IDSQ : indice d'incidence directe sur la qualité.

IM : Indice de maintenance.

IQ : Indice de qualité.

IS : Indice de sécurité.

ISO : International Standard Organization (Organisation Internationale de normalisation).

kVA : kilo Volt-Ampère, unité de puissance apparente.

L.C.C. : life cycle cost (coût de possession).

LIFO : Last in first out (Dernier entré premier sorti).

MAJ : Mise à jour.

MAO : Maintenance assisté par ordinateur.

MCD : Modèle conceptuel des données.

MCT : Modèle conceptuel des traitements.

MOT : Modèle organisationnel des traitements.

MG : Magasinier.

MLD : Modèle logique des données.

MTA : moyenne des temps d'arrêts.

M.T.B.F. : Mean time between failure, Moyenne des temps de bon fonctionnement.

M.T.T.R. : Mean time to repair, Moyenne des temps techniques de réparation.

n : la durée normale d'utilisation (années) / nombre d'occurrence.

OB : Objectifs, prévisions.

OFP : Offres de produits.

OFS : Offres de service.

OPS : Opérateur de saisie.

OS : Ordre de service.

OPS : Opérateur de saisie.

OT : Ordre de travaux.

PE : Polyéthylène.

PEHD : Polyéthylène haute densité.
PES : Prix des éléments en stock.
P.F.E. : Projet de fin d'études.
P.G.I. : Progiciel de Gestion Industriel.
P.I.E.U. : Pannes, Importance, État et Utilisation.
PME : Petites et moyennes entreprises.
PMI : Petits et moyens investissements.
PMP : Prix moyen pondéré.
PMS : Prix moyen simple.
PNE : Prix des nouvelles entrées.
PU : Prix unitaire.
PUMP : Prix unitaire moyen pondéré.
PVC : Polychlorure de vinyle.
Qté : Quantité.
RA : Rapport d'activité.
RI : Rapport d'inventaire.
RIB : Relevé d'identité bancaire.
RSM : Responsable du service de la maintenance (ou son assistant).
RT : Rapport de travail.
SENELEC : la Sénégalaise de l'électricité.
SAF : Service achat et facturation.
SP : Service de production.
ST : Sous-traitants.
TO : Temps d'ouverture.
TA : Temps d'arrêt.
TBF : Temps de bon fonctionnement.
TTR : Temps technique de réparation.
UML : Unified Modeling Language.
VO : la valeur d'origine du matériel (coût d'acquisition, f CFA).
VE : Valeur de toutes les entrées durant la période considérée.
VSI : Valeur du stock initial.

Avant propos

Pourquoi ce projet ?

L'Ecole Supérieure Polytechnique est un établissement qui regroupe, depuis la reforme de 1994, l'ex-I.N.S.U.T., l'ex-E.P.T., l'ex-E.N.S.E.P.T.

Elle est rattachée à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et comporte deux centres : le centre de Dakar et le centre de Thiès.

L'E.S.P. est constituée de cinq départements répartis dans les deux centres comme suit :

- Centre de Dakar :
 - Département du Génie Chimique ;
 - Département du Génie Civil (formation continue) ;
 - Département du Génie Electrique ;
 - Département du Génie Informatique ;
 - Département du Génie Mécanique (D.U.T.) ;
- Centre de Thiès :
 - Département du Génie Civil (D.U.T. et D.I.C.) ;
 - Département du Génie Mécanique (D.I.C.)

L'E.S.P. a pour vocation la formation de techniciens supérieurs (D.U.T.), d'ingénieurs technologues (D.I.T.) et d'ingénieurs de conception (D.I.C.) mais aussi la recherche à travers un troisième cycle. Les durées de formation sont de deux ans pour le D.U.T., de trois ans et demi en formation continue pour le D.I.T. et de trois ans pour le D.I.C.

A la fin du cycle d'ingénieur de conception, l'élève ingénieur est appelé à mener un projet de fin d'études, comme celui-ci, sous la direction de ses professeurs et éventuellement des personnes externes. Ce projet lui permettrait de mettre en application les différentes connaissances théoriques et pratiques acquises lors de son cycle.

INTRODUCTION

La fonction maintenance occupe une place capitale dans une entreprise. Tout comme la fonction production, elle a un caractère productif : elle a pour tâches d'assurer la continuité et la qualité de la production, la sécurité du matériel et du personnel, de même que sa fiabilité et sa disponibilité.

Afin d'atteindre ses objectifs, l'agent de maintenance doit maîtriser quatre (4) domaines : l'observation, l'analyse, la communication et la détermination des actions prioritaires. De ce fait, la très grande quantité d'information à saisir, à traiter et à analyser oblige à avoir un outil d'aide à la gestion assez fiable et efficace. C'est l'objet des progiciels de G.M.A.O. (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur).

Dans la démarche de mise en place d'une G.M.A.O., il y a deux options : la standardisation qui consiste à l'adoption des progiciels modulaires disponibles sur le marché ou l'individualisation par laquelle l'entreprise mobilise ses propres moyens pour l'analyse et le développement en interne du progiciel.

C'est cette dernière option que la C.C.I.S. (Compagnie commerciale et industrielle du Sénégal) a adoptée. Suite à sa certification ISO 9000 Version 2000, la C.C.I.S. s'est lancée dans le développement de son propre progiciel. La première version de ce progiciel ne répondait pas totalement aux attentes du service de la maintenance. Elle a été éditée sans cahier des charges et révèle beaucoup d'insuffisances tant sur le plan conceptuel, structurel que fonctionnel. A titre indicatif, ce progiciel ne comporte aucune analyse de gestion et aucun indicateur de performance.

Cette étude consiste donc à faire une analyse du service de la maintenance de la C.C.I.S., à faire une analyse conceptuelle du futur progiciel et à définir un cahier des charges, tout en donnant les méthodes de calcul et d'évaluation des paramètres entrant dans la gestion de la maintenance. L'objectif de ce travail est de fournir une documentation sur la base de laquelle il serait possible de développer un progiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

De ce fait, une analyse du service de la maintenance basée sur la théorie de la maintenance s'impose. Cette analyse permettrait de faire un audit du progiciel existant afin d'en ressortir ses forces, ses faiblesses et les principaux axes d'amélioration. Elle permet aussi de définir les besoins permettant de répondre aux exigences du service de la maintenance de la C.C.I.S. Partant de ces besoins et des règles de gestion de ce service, la méthode d'analyse et de conception des systèmes d'information, MERISE, permettrait de donner les différents modèles indispensables au développement du progiciel et de fournir un cahier des charges. Une analyse financière permettra de comparer les coûts du développement du progiciel en interne et l'acquisition d'un progiciel disponible sur le marché.

Ce sera donc une présentation en quatre (4) chapitres. Le premier porte sur la théorie de la maintenance tandis que le second traite de la théorie de la méthode MERISE. Quant au troisième, il sera axé sur l'étude de la maintenance à la C.C.I.S. Enfin, le dernier chapitre sera consacré à l'analyse conceptuelle du futur progiciel appliquée au cas de la C.C.I.S.

Chapitre 1 : La théorie sur la maintenance

1. Introduction

Le terme maintenance a son origine dans le vocabulaire militaire, dans le sens « maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant ». C'est vers 1950 que ce terme vu son apparition dans l'industrie aux Etats-Unis d'Amérique.

Cependant, il existe une ambiguïté entre le terme "entretenir" et "maintenir". Entretenir un matériel, par exemple, c'est subir la panne de celui-ci, alors que le maintenir c'est le maîtriser. De ce fait, la réalisation des objectifs de la fonction maintenance dans une entreprise de production passe par la connaissance et la maîtrise de certaines règles de gestion, voire certaines aides à la gestion.

L'objet de ce chapitre est de donner certaines définitions et généralités sur la maintenance avant d'aborder les différentes formes d'actions d'un service de maintenance puis les principaux besoins en information de la fonction maintenance. La dernière partie de ce chapitre portera sur la fonction maintenance et l'informatique.

2. Définitions – Généralités

D'après la définition littérale, la maintenance est définie comme « ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement » (Dictionnaire Larousse 2004). Une définition plus complète et mieux adaptée est celle donnée par l'AFNOR (NF X 60-010) qui est la suivante : « ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.»

Le terme "maintenir" contient la notion de "prévention" sur un système et son fonctionnement ; "rétablir" contient la notion de "correction" consécutive à une perte de fonction ; "état spécifié" ou "service déterminé" implique la prédétermination des objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques. Mais cette définition de l'AFNOR « ignore » l'aspect économique, lacune comblée dans le document d'introduction X 60-000 : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal. »

Maintenir un matériel n'est pas seulement le dépanner ou le réparer, c'est en plus de ces actions, pouvoir contrôler son fonctionnement, anticiper sur ses pannes ; ce qui permet ainsi de conserver son potentiel pour assurer la continuité et la qualité de la production. De ce

fait, la fonction maintenance a un caractère productif car, comme la fonction fabrication, elle a pour tâche d'assurer la continuité et une qualité optimale de la production.

Les principaux objectifs de la fonction maintenance sont :

- optimiser la fiabilité du matériel ;
- assurer continuellement le bon état de marche du matériel ;
- augmenter la productivité en augmentant la capacité de production par la modification ou l'installation de nouvelles infrastructures ;
- assurer l'exploitation des installations de production et de distribution des utilités (énergie, fluides, etc.) ;
- améliorer la sécurité du travail ;
- former le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance ;
- conseiller la direction de l'entreprise et la production ;
- optimiser le coût de la maintenance.

Globalement, d'après ces objectifs, les tâches assignées à la fonction maintenance peuvent être regroupées comme suit :

- les méthodes ;
- les études d'amélioration et les travaux neufs ;
- la préparation du travail ;
- l'ordonnancement et le lancement ;
- l'exécution du travail ;
- le contrôle du travail ;
- la gestion des stocks ;
- la comptabilité et la gestion financière de la maintenance ;
- l'exploitation des utilités.

Ce qui fait apparaître quatre (4) principales sous fonctions de la fonction maintenance :

- la fonction gestion : elle consiste à faire des choix, à dégager des priorités d'action, à optimiser les ressources matérielles et financières ;
- la fonction méthodes : qui a pour rôle principal la préparation faisant appel à une grande qualité d'observation et d'analyse ;
- la fonction ordonnancement : qui a pour rôle principal la coordination nécessitant donc une bonne qualité de communication ;
- la fonction exécution : qui concerne l'intervention sur le matériel d'où l'exigence d'une compétence professionnelle (formation, expérience, ...).

Il est donc nécessaire que l'agent de maintenance maîtrise quatre (4) domaines : l'observation, l'analyse, la communication et la détermination des actions prioritaires.

- **L'observation**, qui est l'étude attentive d'un événement, participe à la connaissance du matériel (comportement du matériel, loi d'usure, ...), préside au diagnostic, à l'expertise, et commande le dépannage et la réparation. Il est recommandé de n'observer qu'une seule chose à la fois c'est-à-dire séparer les paramètres pour étudier individuellement leurs effets, d'observer tout, d'observer sans juger et de tout noter.
- **L'analyse** : c'est la décomposition d'un ensemble plus ou moins complexe en éléments aussi simples que possible. Elle permet de distinguer les éléments et de comprendre la nature des liaisons qui existent entre eux. Généralement, on procède à :
 - l'analyse des coûts : c'est un outil de gestion permettant au responsable de la maintenance de décider à partir des données techniques et économiques ;
 - l'analyse des délais (temps) qui permet d'évaluer les échéances à venir, donc de chiffrer les tâches préparées et de les ordonnancer ;
 - l'analyse morphologique ou groupement en famille permettant de regrouper des pièces et des équipements d'origines différentes, de formes ou de fonctions semblables ;
 - l'analyse du déroulement qui permet de mettre en évidence les phases successives d'un processus opérationnel afin de le critiquer et de l'améliorer ;
 - l'analyse de la valeur qui permet d'améliorer la conception actuelle d'un produit (ou une structure) par un groupe pluridisciplinaire ;
 - l'analyse des défaillances qui s'intéresse au comportement du matériel (AMDEC, PARETO, ...).
- **La communication** : dans l'entreprise, c'est un lien indispensable entre l'information, la décision et l'action. Elle peut se faire sous forme orale, écrite, graphique ou audiovisuelle. Les imprimés (supports de papier) étant la forme la plus répandue même si celle-ci tend à être négligée sous prétexte de manque d'efficacité. Aucune action importante n'est possible si elle n'est pas définie, située, programmée et enregistrée sur imprimés. L'informatisation modifie la « forme » des imprimés mais ne remet pas leur existence en cause ; elle permet un traitement accéléré de l'information ainsi que son stockage sur des supports plus fiables et plus réduit que l'archivage classique. La communication en entreprise tend de plus en plus à être

intégrée dans un système d'information. L'efficacité de ces systèmes s'observe surtout en cas de vacances du responsable : toutes les informations doivent continuer à circuler.

- **La détermination des actions prioritaires** : il s'agit de dégager l'important, le principal d'une masse d'information, de faire apparaître objectivement ce qui est confusément perçu : elle constitue aussi l'une des premières préoccupations du gestionnaire. Il existe plusieurs outils méthodologiques, tels que les graphes PARETO.

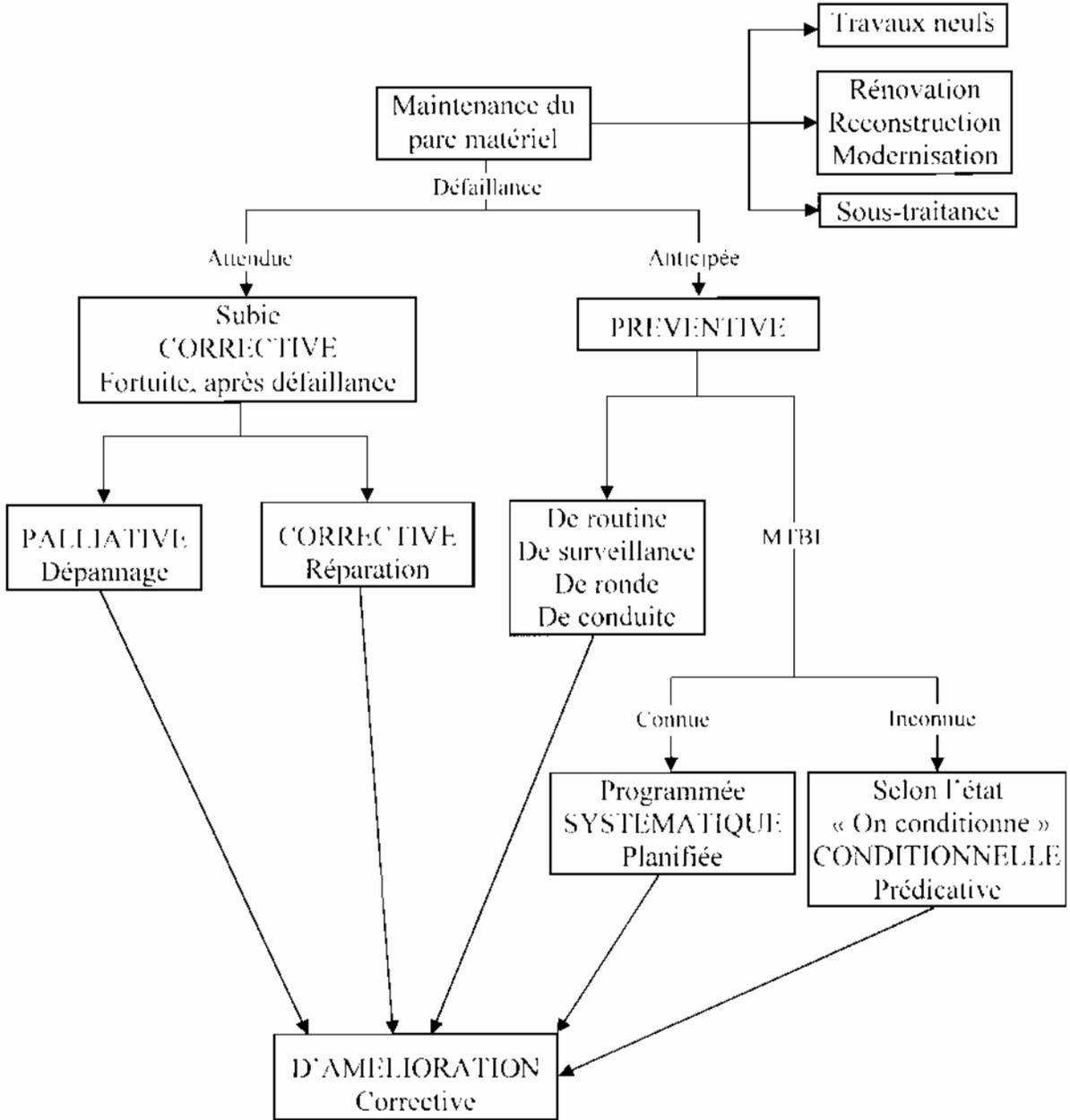
L'efficacité d'un service de maintenance, il faut le souligner, dépend du système de maintenance adopté (centralisé, par secteur, par département) et de la politique de maintenance instituée qui se décide au niveau de la direction du service et doivent être compris et admis par les responsables de la production.

Les principales tâches d'un service de la maintenance se composent des actions menées sur le parc matériel. Ces actions sont classées en deux formes : corrective et préventive.

3. Les différentes formes d'actions d'un service maintenance

Les différentes formes d'actions d'un service maintenance peuvent être représentées par le graphique suivant.

Figure 1.1. Graphes des différentes formes de maintenance



Source : MONCHY François ; "La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle." [1]

Ces actions conduisent à distinguer cinq (5) niveaux de maintenance (d'après la norme AFNOR X 60 011).

Tableau 1.1 : Les niveaux de maintenance

Niveaux	Explications	Personnel d'intervention	Moyens
1 ^{er}	Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité	l'exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation (manuels du constructeur)
2 ^{ème}	Dépannages par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opérations mineures de maintenance préventive	Technicien habilité, sur place	Idem, plus pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai
3 ^{ème}	Identification et diagnostique des pannes, réparations mécaniques mineures	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle
4 ^{ème}	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive	Équipe encadrée par un technicien spécialisé, en atelier central	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essais, de contrôle, ...
5 ^{ème}	Travaux de rénovation, de reconstitution ou de réparation importantes confiées à un atelier central	Équipe complète, polyvalente, en atelier central	Moyens proches de la fabrication par le constructeur

Source : MONCHY François : "La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle." [1]

Il y a lieu de définir les deux formes de maintenance, à savoir : la maintenance corrective et la maintenance préventive.

a) La maintenance corrective

Elle est définie comme « une opération effectuée après défaillance » (norme AFNOR X-60-010).

La maintenance corrective correspond à une attitude de défense dans l'attente d'une défaillance fortuite : c'est une attitude caractérisée par l'entretien traditionnel.

Elle débouche sur deux types d'interventions :

- la maintenance palliative : les dépannages, les remises en état de bon fonctionnement effectués in situ, parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné : ils ont un caractère provisoire ;
- la maintenance curative : les réparations faites in situ ou en atelier central, parfois après dépannage : elles ont un caractère définitif.

b) La maintenance préventive

Selon la norme AFNOR X 60-010, la maintenance préventive est définie comme une « maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu ». C'est une maintenance prévue, préparée et programmée avant la date probable d'apparition d'une défaillance.

Elle est caractérisée par des visites préventives périodiques, lorsqu'elle existe en elle seule, qui permettront de surveiller l'état du matériel et surtout de mettre en mémoire des informations permettant de connaître les lois de dégradations et les seuils d'admissibilité.

Lorsqu'elle est combinée à une connaissance du comportement du matériel avec des interventions à courtes fréquences, on parle de maintenance systématique. Lorsque le matériel est mis sous surveillance continue (par des systèmes d'acquisitions de données), on parle de maintenance conditionnelle car, dans ce cas de figure, une action peut être déclenchée à tout moment lorsqu'un seuil de défaut fixé au préalable est atteint.

Cependant, aussi poussée que soit le niveau du préventif mis en œuvre, il existe une complémentarité quasi permanente entre la maintenance préventive et la maintenance curative.

4. Les principaux besoins en information de la fonction maintenance

La gestion de la maintenance mène à des prises de décisions en connaissance de cause. Cette tâche nécessite la connaissance et la maîtrise de certains paramètres permettant d'établir un tableau de bord et certains ratios tels que ceux de l'analyse PARETO, les indicateurs F.M.D., de coûts et d'activité. Dans cette optique, les principales données nécessaires à la gestion du service de maintenance peuvent être répertoriées comme suit :

- les données sur les activités de la maintenance : les types d'intervention (curatives, préventives), les types de pannes, les coûts des interventions et des pièces utilisées, les temps standards et les temps d'exécution, les intervenants ;
- les données sur les matériels : la codification, la classification, les historiques des défaillances, les consommations (utilitaires et pièces de rechange) ;
- les données sur les stocks et les approvisionnements : la nomenclature, les références des fournisseurs et des fabricants, les coordonnées des fournisseurs, les paramètres de gestion (stock minimal, point de commande, quantité économique à commander, etc.), les mouvements de stock, la valorisation du stock .

- les données financières : les coûts d'arrêt machine, des consommables, des utilitaires, de la main d'œuvre et de maintenance (corrective, préventive, sous-traitance, gros travaux), les valeurs du matériel ;
- les données sur le personnel : l'identification, la qualification, le taux horaire, les interventions, la structuration du service.

Il est à noter que ces données ne sont pas exhaustives, mais définies à titre indicatif. Chaque service est un cas particulier qu'il faudrait étudier. Cependant la démarche est la même quelles que soient la vocation et la dimension de l'entreprise. Il s'agit de se poser les trois principales questions suivantes :

- Quels indicateurs sont utiles pour décider, améliorer, orienter, etc. ?
- Quelles données permettent de constituer ces indicateurs ?
- Comment, où, sur quoi est-il possible de recueillir et saisir ces données ?

C'est dans cette aide à la gestion que l'informatique excelle avec les progiciels de G.M.A.O. L'outil de G.M.A.O. se caractérise par cinq fonctionnalités principales :

- la gestion des activités du service de la maintenance c'est-à-dire des interventions préventives et curatives sur les machines ;
- la gestion du personnel de maintenance : planning, affectations des tâches aux personnes ;
- la gestion des stocks de pièces détachées : contrôle des stocks en magasin, alertes sur seuil, réception de pièces ;
- la gestion des achats: édition des commandes, gestion des fournisseurs et de leur prix, facturation ;
- la mesure de la qualité de la maintenance à partir de certains indicateurs.

5. La fonction maintenance et l'informatique

La masse des informations à saisir, à stocker, à traiter et à exploiter dans le cadre de la gestion de la maintenance, rend l'outil informatique indispensable voire capital pour la bonne gestion de cette dernière.

Même si peu d'ouvrages parlent de l'informatique dans la fonction maintenance, vu l'avancée des technologies de l'information et de la communication, la tendance de nos jours rend cet outil incontournable.

Cependant, il faut distinguer deux types d'usage de l'informatique dans la fonction maintenance :

- ▶ la MAO (Maintenance assistée par ordinateur) appelée aussi « système expert » qui est une mise en place de systèmes capables de diagnostiquer, de reconfigurer un équipement en cas de défaillance, voire d'intervenir (maintenance corrective) ; ce domaine est plutôt rattaché à la robotique, par exemple, le robot ISIS qui, au cœur d'un réacteur nucléaire est capable de certaines tâches de surveillance et de réparation allant jusqu'à l'exécution de soudure ;
- ▶ la G.M.A.O. (Gestion de la maintenance assisté par ordinateur) qui est un système informatique de management de la maintenance défini comme étant : « un progiciel organisé autour d'une base de donnée permettant de programmer et de suivre sous les trois aspects, technologique, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes, ateliers, équipements, sous-ensembles, pièces...) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnements. »¹

C'est de cette dernière application qu'il s'agit ici. Dans ce qui suit, il sera donc présenté successivement les différentes options de mise en œuvre d'un système de G.M.A.O., la classification des progiciels et des généralités sur la mise en œuvre d'une G.M.A.O.

a) Les options de mise en œuvre d'un système de G.M.A.O.

La G.M.A.O. s'inscrit dans un projet d'amélioration de la productivité grâce aux points principaux suivants :

- l'amélioration de la disponibilité des équipements ;
- la prolongation de la durée de vie des machines ;
- l'amélioration du taux de charge de l'équipe maintenance ;
- l'amélioration du partage de l'information, suppression des « moyens non indispensables » ;
- l'amélioration de la sécurité des équipements ;
- la maîtrise des coûts de maintenance.

Un progiciel de G.M.A.O. doit aussi intégrer des fonctions d'échanges avec les logiciels standards de l'entreprise. Ceci est d'autant plus nécessaire que certaines fonctionnalités

¹ MM. Gabriel et Y. Pimor : « *Maintenance assistée par ordinateur* » ; l'édition Masson, 1985.

présentées ci-dessus peuvent être déjà prises en charge par d'autres applications logicielles de l'entreprise.

Pour la mise en œuvre d'un système de gestion de la maintenance assistée par ordinateur, il s'agira d'un choix, guidé par la démarche l'entreprise, entre l'individualisation et la standardisation.

i) L'individualisation

L'individualisation se définit par l'analyse, la conception et l'implémentation du progiciel de G.M.A.O. en interne. L'entreprise mobilise ses propres moyens pour l'élaboration du cahier des charges mais aussi pour la programmation du progiciel. Cette option a l'avantage, lorsque toutes les étapes de mise en œuvre sont respectées, d'être facilement exploitable et moins coûteuse à long terme. Cependant, sa mise en œuvre nécessite une grande implication de tous les acteurs et prend beaucoup plus de temps. Il arrive aussi souvent que l'analyse et la programmation soient confiées à un bureau d'étude et de réalisation. Cette option a l'inconvénient d'élever le coût de mise en œuvre.

ii) La standardisation

La standardisation consiste en une adoption des progiciels vendus qui sont, la plupart du temps, sous forme modulaire (exemples : SIRLOG, COSWIN, MAINTA, ...). Cette solution semble la plus rapide, mais c'est sans compter le temps d'apprentissage des utilisateurs. Il est aussi fréquent de voir la structuration et le mode de fonctionnement de l'entreprise changés partiellement voire totalement afin de s'adapter au progiciel et cela pourrait entraîner des dysfonctionnements qui sont, dans beaucoup de cas, à l'origine de l'échec de la mise en place d'un système de G.M.A.O.

b) Les classes des outils de G.M.A.O.

Les progiciels de G.M.A.O. existent en :

- monoposte ;
- multipostes client/serveur ;
- multisites ;
- globaux intégrés dans un P.G.I. (Progiciel de Gestion Industriel ou ERP).

Dans les trois derniers cas, ils doivent s'intégrer dans un existant : le système d'exploitation de l'ordinateur (Windows, Unix, ...) voire, s'il s'agit d'un logiciel dédié à la maintenance, à s'intégrer avec ceux existant en place tels que les P.G.I., les logiciels de comptabilité, de gestion du personnel, de gestion de la clientèle, etc.

Trois classes de progiciels de G.M.A.O. sont à distinguer :

- **la classe I** : produits généralement construits autour d'une base de données ACCESS : il s'agit des produits d'entrée de gamme à destination des PME/PMI qui ont un budget ou un besoin limité (*AQ Manager* : Bureau Conseils & Services ; *Mister Maint* : Informatique Technique et Maintenance ; *New Maint* : Contrinfor ; *Clarisse* : Elfa-systèmes ; *Optimaint* ; Apisoft ; *Tribofilm* ; Tribofilm ; ...) ;
- **la classe II** : produits client/serveur dédiés aux systèmes de gestion de base de données (Oracle, Sybase, etc.) offrant une plus grande stabilité et de possibilités, notamment au niveau des indicateurs (*Coswin* : Siveco Group ; *Carl Marster* : S.I. Group ; *Aventys AM* ; Factory system ; ...) ;
- **la classe III** : module gestion de la maintenance d'un logiciel global de gestion industriel (*Datastream* : Datastream SA ; *JDE* : JD Edwards ; *Maximo* : MRO Software corporation ; *Movex* ; Intenia ; *SAP* : SAP ; ...).

c) Généralités sur l'installation d'une G.M.A.O.

Préalablement à l'installation d'une G.M.A.O., il est utile de se poser quelques questions à savoir :

- quelles sont les attentes de la production vis-à-vis du service de maintenance et de l'entreprise en général ?
- quelles sont les difficultés internes aux services ?
- l'équipe de maintenance est-elle prête ? (connaissances, compétences, état d'esprit).
- quel est le budget alloué ?
- est-il possible d'initier un module sous Excel ou Access ?
- les ressources disponibles sont-elles suffisantes ?
- quelles sont les échéances à venir (audit, nouvelle ligne, etc.) ?

L'implication du personnel concerné doit être forte. C'est principalement à eux de définir leurs besoins en terme de :

- maintenance préventive ;
- gestion des interventions ;
- gestion des stocks de pièces de rechange (état, achat, paiement, etc.) ;

- gestion des équipes :
- gestion des flux d'information.

La réussite d'une G.M.A.O. dépend principalement de sept conditions :

- la qualité du cahier des charges fonctionnel ;
- la pertinence du choix ou du développement du progiciel (répond aux attentes, interface graphique et fonctions ergonomiques et intuitives, intégration si nécessaire aux outils existants) ;
- l'implication des concepts de la gestion de la maintenance ;
- l'implication forte des personnes concernées à l'étude de besoins ;
- la formation du personnel ;
- la qualité du paramétrage initiale du progiciel ;
- l'application effective des saisies régulières des informations à rentrer par le personnel.

Selon une étude réalisée par l'A.F.I.M. (Association Française de l'Industrie Mécanique) en 2003, les principaux effets de la G.M.A.O. dans les entreprises l'ayant mise en oeuvre sont :

- .. l'amélioration du retour d'expérience ;
- .. l'amélioration du suivi des coûts ;
- .. l'amélioration des temps de maintenance ;
- .. l'amélioration de la planification ;
- .. l'amélioration de la gestion des stocks ;
- .. l'augmentation de la fiabilité ;
- .. l'augmentation de la disponibilité des machines ;
- .. la réduction des coûts de matériels ;
- la réduction de la main-d'oeuvre.

6. Conclusion

L'étude de la théorie de la maintenance montre non seulement l'importance que cette dernière a dans une entreprise de production mais aussi la nécessité de mettre en place un système de gestion efficace et fiable tels que les progiciels de G.M.A.O.

Il a été aussi montré qu'il existe deux options lors de la mise en oeuvre d'une G.M.A.O. : la standardisation et l'individualisation.

Le développement des progiciels de G.M.A.O. nécessite la connaissance et la maîtrise des méthodes de mise en oeuvre des systèmes d'information. Il existe plusieurs méthodes dont la plus connue est la méthode MERISE dont la théorie fait l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 2 : La théorie sur la méthode MERISE

1. Introduction

La masse d'informations quotidiennes disponibles dans un service de maintenance et leur synthèse impliquent une saisie, un stockage, un traitement et une analyse trop souvent ardues pour l'agent de maintenance. L'outil informatique fournit une aide assez fiable et efficace par le biais des systèmes d'information de gestion de la maintenance. Cependant, la mise en œuvre de ces systèmes d'information, à l'aide des progiciels de G.M.A.O., demande une analyse complète du système à informatiser. Il faudrait déterminer les données et l'organisation du service.

Il existe plusieurs méthodes d'analyse (UML, MERISE) mais la plus répandue est la méthode MERISE ; c'est cette dernière qui sera utilisée dans le cadre de cette étude.

Dans ce chapitre, il sera question de définir ce qu'est un système d'information, de donner quelques généralités et définitions pour ensuite évoquer les trois cycles de la méthode MERISE. Les trois niveaux d'attraction de la méthode MERISE constitueront la dernière partie de ce chapitre.

2. Qu'est ce qu'un système d'information ?

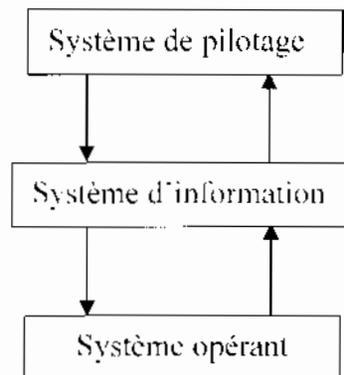
Un système est un ensemble d'éléments matériels ou immatériels (hommes, machines, méthodes, règles, etc.) en interaction transformant par un processus des éléments (les entrées) en d'autres éléments (les sorties).

Dans toute structure organisée, on distingue :

- le système physique ou système opérant (outils de production) qui fonctionne en vue de la réalisation de certains objectifs ;
- le système de gestion appelé aussi système de pilotage qui procède au pilotage, à la régulation et au contrôle du système opérant, en décidant du comportement de celui-ci en fonction des objectifs fixés ;
- le système d'information : le système de pilotage reçoit des informations sur l'état du système opérant et réagit par des décisions sur le processus lui permettant de réajuster les écarts éventuels par rapport aux objectifs par une régulation des flux ; il apparaît donc entre les deux systèmes la notion d'information qui peut s'avérer souvent très

complexe, d'où la nécessité d'un système information pour assurer efficacement l'interface entre ces deux systèmes.

Figure 2.1. : Schématisation de différents systèmes¹



Un système d'information est composé de divers éléments (employés, ordinateurs, règles et méthodes, ...). Il est chargé de stocker et de traiter les informations relatives au système opérant afin de les mettre à la disposition du système de pilotage.

3. Définitions et généralités sur la méthode MERISE

La méthode MERISE est une méthode de conception, de développement et de réalisation de systèmes d'information. Elle date de 1978-1979 et fait suite à une consultation nationale lancée en 1977 par le ministère de l'industrie français dans le but de choisir des sociétés de conseil en informatique afin de définir une méthode de conception standard des systèmes d'information. Les deux principales sociétés ayant mis au point cette méthode sont le CII (Centre Technique d'Informatique) chargé de gérer le projet, et le CETE (Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement).

La méthode MERISE est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer selon plusieurs modèles conceptuels et physiques. Cette séparation assure une longévité au modèle. En effet, l'agencement des données n'a pas à être souvent remanié, tandis que les traitements le sont plus fréquemment.

En tant que méthode, MERISE se caractérise par une double démarche, par niveau et par étape, mais aussi par une démarche qui part des visions parcellaires et personnalisées des acteurs (ou visions externes) pour aboutir à une vision synthétique et globale de l'entreprise ou du service.

¹ Les figures et les tableaux dont les sources ne sont pas indiquées, proviennent de nous.

La démarche par niveaux a pour objectif la formalisation du futur système sous ses différents aspects (contributions à la stratégie de l'entreprise, mise en œuvre des règles de gestion, aspects organisationnels et technique) tandis que la démarche par étape, quant à elle, a pour objectif la hiérarchisation des décisions dans le cycle de vie du système d'information.

L'efficacité de ces deux approches est due en grande partie au fait qu'elles tirent partie des principes de la systémique, ce qui fait que la méthode MERISE est classée dans les méthodes de type systémique dont elle est l'un des représentant les plus significatifs.

La démarche définie par la méthode MERISE est constituée de trois cycles qui permettent de situer les étapes concourant à l'étude et au développement de tout système d'information : le cycle de vie, le cycle de décision et le cycle d'abstraction.

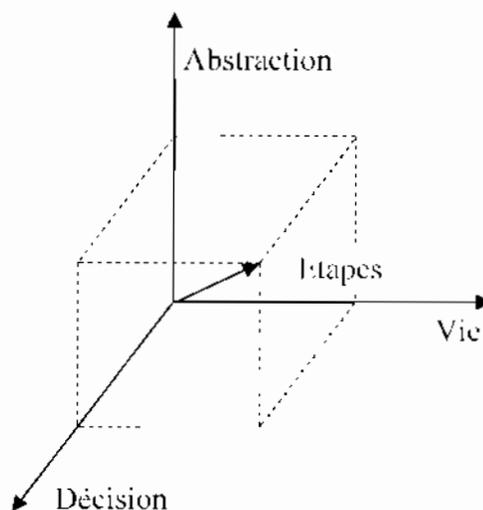
4. Les trois cycles de la méthode MERISE

Les trois cycles de la méthode MERISE peuvent être représentés par trois axes :

- l'axe du cycle de vie ayant pour sens le temps ;
- l'axe du cycle de décision ayant pour sens la hiérarchie des décisions à prendre lors de l'étude et du développement ;
- l'axe d'abstraction allant du moins abstrait (*la réalité*) au plus abstrait (*le modèle*).

Tout projet d'informatisation part de l'origine où aucune décision n'a été prise, ni aucune abstraction effectuée.

Figure 2.2. : Schématisation des trois cycles de la méthode MERISE



Source : MOREJON José : "MERISE par l'exemple" [5]

a) Le cycle de vie

Ce cycle permet, comme son nom l'indique, de décrire la vie du système d'information composée de plusieurs périodes allant de sa conception à sa maintenance, en passant par une description des spécifications fonctionnelles et techniques, la réalisations des procédures de traitement et des interfaces utilisateurs en accord avec les spécifications précédentes.

On distingue principalement trois grandes périodes :

- la conception qui est la période d'étude de l'existant puis du système à mettre en place :
- la réalisation qui couvre la mise en œuvre et l'exploitation :
- la maintenance qui devrait permettre au système d'évoluer et de s'adapter aux modifications de l'environnement et aux nouveaux objectifs jusqu'au moment où il ne sera plus capable de s'adapter et devrait donc laisser la place à un nouveau système.

b) Le cycle de décision

Il concerne les différentes décisions et choix qui sont effectués tout au long du cycle de vie. Ces décisions sont généralement structurées et hiérarchisées comme suit :

- le découpage du système d'information en domaines :
- les grandes orientations en matière de gestion, d'organisation et de solutions techniques :
- la planification du développement :
- la structuration.

c) Le cycle d'abstraction

Il offre les concepts pour pouvoir décrire les différents éléments du monde réel qui seront présentés dans le système d'information. C'est dans ce cycle que l'on trouve les trois niveaux d'abstraction qui font la force et la renommée de la méthode MERISE : le niveau conceptuel, le niveau logique et le niveau physique, et cela tant pour les données que pour les traitements.

5. Les trois niveaux d'abstraction de la méthode MERISE

Les trois niveaux d'abstraction constituent la démarche par niveaux citée précédemment. Ils sont l'un des points forts de la méthode MERISE par rapport aux autres méthodes. Il s'agit du niveau conceptuel, du niveau organisationnel ou logique et du niveau opérationnel ou physique. Cette démarche conduit à disposer principalement, à des fins de progression :

- d'un modèle conceptuel de données et d'un modèle conceptuel des traitements ;
- d'un modèle logique des données et d'un modèle organisationnel des traitements ;
- d'un modèle physique des données et d'un modèle opérationnel des traitements.

D'autres modèles viennent compléter ceux-ci tout en n'étant pas très indispensables.

Tableau 2.1. : Les niveaux d'abstraction de la méthode MERISE

Niveaux	Modèles		Choix
	Données	Traitements	
Conceptuel	Modèle conceptuel de données	Modèle conceptuel des traitements	De gestion
Logique ou Organisationnel	Modèle logique des données	Modèle organisationnel des traitements	D'organisation
Physique ou Opérationnel	Modèle physique de données	Modèle opérationnel des traitements	Techniques

Source : MATHIERON Jean Patrick : "Comprendre MERISE. Outils conceptuels et organisationnels" [5]

a) Le formalisme conceptuel

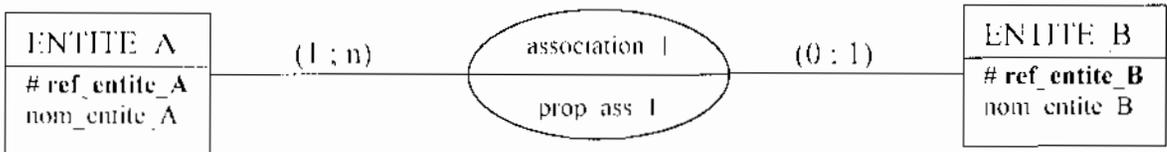
Le niveau conceptuel consiste à penser le système d'information sans envisager un quelconque concept lié à l'organisation, tant du point de vue des données que celui des traitements. Il s'agit de se poser la question « QUOI ? » c'est-à-dire « QUOI FAIRE ? » et « AVEC QUELLES DONNÉES ? » On ne préjuge en aucune manière du matériel utilisé ni de l'organisation du travail. Cette première partie constitue la description la plus stable du système car la finalité de l'organisation est plus rarement remise en cause que ces modalités de fonctionnement.

En terme de données, cette description utilise le formalisme entité – relation ou individuel et se traduit d'une part en entités de base ou individus, et d'autre part, en relations entre ces entités. A chaque entité sont associés des attributs ou propriétés.

Du point de vu des traitements, ces entités vont être décrites par leurs sollicitations ou par les réactions qu'elles déclenchent de la part du système d'information, donc par les traitements dont elles sont la cause ou les conséquences. Ceci sera fait en terme d'événements, de synchronisation et d'opérations.

En terme de modélisation, la méthode MERISE utilise des éléments dont ceux du modèle conceptuel sont incontournables. Pour ce qui est du modèle conceptuel des traitements, on assiste de plus en plus à son rejet au second plan compte tenu du fait de son aspect dynamique mais aussi du fait que, la plupart du temps, les logiciels de programmation intègrent des fonctionnalités qui permettent de réaliser les traitements désirés et de les modifier assez facilement.

Figure 2.3. : Eléments du modèle conceptuel des données



Sur ce schéma il faut distinguer les éléments suivants :

- les entités ou individus (ENTITE_A et ENTITE_B) qui sont une représentation dans le système d'information d'un objet matériel ou immatériel de l'univers extérieur : toute entité doit avoir un identifiant unique qui permettrait de distinguer, de manière singulière, cette entité de même que toutes les occurrences de celle-ci ;
- les associations ou relations (association_1) qui représentent la prise en charge par le système d'information du fait qu'il existe une association entre des objets de l'univers extérieur : une relation peut avoir des propriétés comme elle peut ne pas en disposer ;
- les cardinalités [(1 ; n) et (0 ; 1)] qui définissent les règles de gestion et les contraintes d'intégrité ; on distingue la cardinalité minimale (le premier terme de la parenthèse) qui peut être 0 ou 1 et la cardinalité maximale (le second terme) qui peut être 1 ou n.

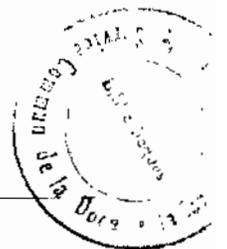
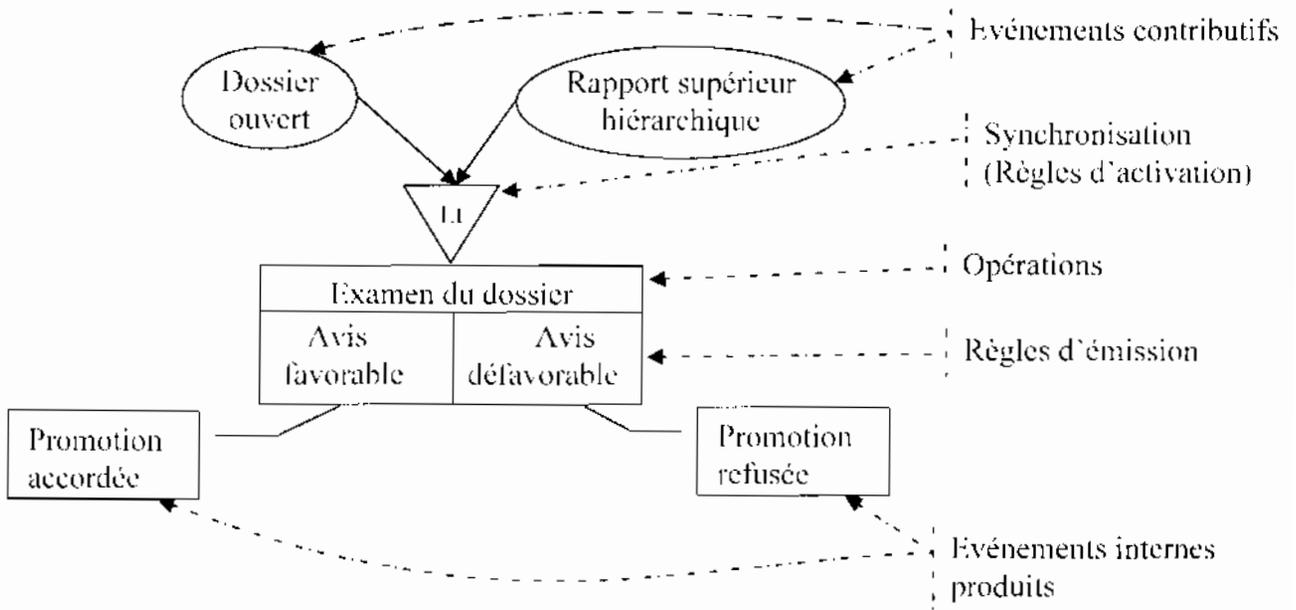


Figure 2.4. : Eléments du modèle conceptuel des traitements



NB : Cet exemple fait référence à un traitement visant à attribuer une promotion.

Dans cette figure, il y a lieu de définir :

- les événements qui sont un compte rendu au système d'information du fait que quelque chose s'était produit dans l'univers extérieur ou dans le système d'information lui-même : un événement peut être porteur de propriétés qui sont en fait des mouvements mais contrairement au MCD, les événements n'ont pas besoin d'identifiant ;
- une opération : c'est un ensemble d'actions accomplies par le système d'information en réaction à un événement ou à une conjonction d'événements : les opérations produisent des résultats qui sont soumis à des règles d'émission ;
- la synchronisation d'une opération qui marque le rendez-vous des événements contributifs qui doivent arriver avant de déclencher l'opération selon une proposition logique (OU et ET) traduisant les règles d'activation, c'est-à-dire les règles de gestion que doivent vérifier les événements contributifs pour déclencher les actions.

b) Le formalisme organisationnel ou logique

Le niveau organisationnel consiste à intégrer à l'analyse les critères liés à l'organisation. Il s'agira ici de poser les questions suivantes « QUI ? », « OU ? » sans aucune distinction. Ces questions permettent de structurer les tâches entre l'homme et la machine du point de vue des traitements.

Concernant les données, le formalisme organisationnel se traduit par un modèle (le modèle logique) qui est une représentation du système d'information en gardant l'optique de l'utilisateur sans ignorer les contraintes du matériel et du logiciel de développement.

Par rapport à la modélisation au niveau organisationnel, il n'existe pas de standard unanimement reconnu. Il s'agit d'une adoption de la méthode la mieux adaptée tout en respectant les règles de passage du modèle conceptuel au modèle logique, pour les données, et au modèle organisationnel pour les traitements.

c) Le formalisme opérationnel ou physique

Le niveau opérationnel ou physique consiste à apporter de solutions techniques au problème. Il répond principalement à la question « COMMENT ? »

Du point de vue des données (modèle physique), on effectue des choix sur les méthodes de stockage et d'accès.

Pour le traitement (modèle opérationnel), on procède au découpage du progiciel. D'une manière générale, on envisage les contraintes d'utilisation des ressources physiques.

6. Conclusion

La méthode MERISE est une méthode systémique d'analyse et de conception des systèmes d'information. Elle offre une démarche permettant une mise en œuvre partant du plus abstrait au concret.

Il est à noter cependant que l'application de cette méthode nécessite une étude préalable du système à informatiser. Cette étude doit, entre autres, permettre de définir un cahier des charges servant de base à l'analyse conceptuelle. C'est de cette étude que le prochain chapitre parle, à savoir celle de la maintenance à la Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal.

Chapitre 3 : La maintenance à la Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal (C.C.I.S.)

INTRODUCTION

La Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal (C.C.I.S.) est une entreprise productrice de tuyaux en PVC et PE. La maintenance occupe une place très importante dans le processus de production.

Ce chapitre porte sur deux volets :

- la présentation de l'entreprise comportant une présentation générale, un aperçu du système de production suivi de la description de l'organisation et de quelques règles de gestion de la maintenance ;
- l'étude du progiciel de G.M.A.O. existant pour ressortir les principaux axes d'amélioration.

I. Présentation de l'entreprise

Cette partie comportera une présentation générale de l'entreprise et une description du système de production et de l'organisation suivie de quelques règles de gestion.

1.1. Présentation générale

Créée en 1972, la C.C.I.S. est une structure familiale qui se situe sur la route du Front de terre à l'angle de la rue du Service géographique à Dakar Hann au Sénégal. C'est une société anonyme au capital de 1 969 550 000 FCFA.

La C.C.I.S. est une compagnie transformatrice de polymères. Elle produit une gamme complète des tuyaux PVC et des tuyaux PE du diamètre 20 mm au diamètre 400 mm pour l'irrigation, l'assainissement, les télécommunications, etc. Elle produit aussi la matière utilisée dans la fabrication des chaussures en plastique (granulation) et dispose également d'un département Injection.

La capacité de production de l'usine atteint à ce jour :

- 9 000 tonnes de tuyaux PVC ;
- 1 000 tonnes de tuyaux PE ;
- 2 000 tonnes de compound.

La C.C.I.S. est présente sur le marché local, mais également exporte vers des pays de la sous région tels que le Mali, la Côte d'Ivoire, la Mauritanie, la Guinée Conakry, la Sierra Leone, le Cap Vert, etc.

C'est une compagnie certifiée Qualité ISO 9001 Version 2000 et Environnement ISO 14001 Version 1996.

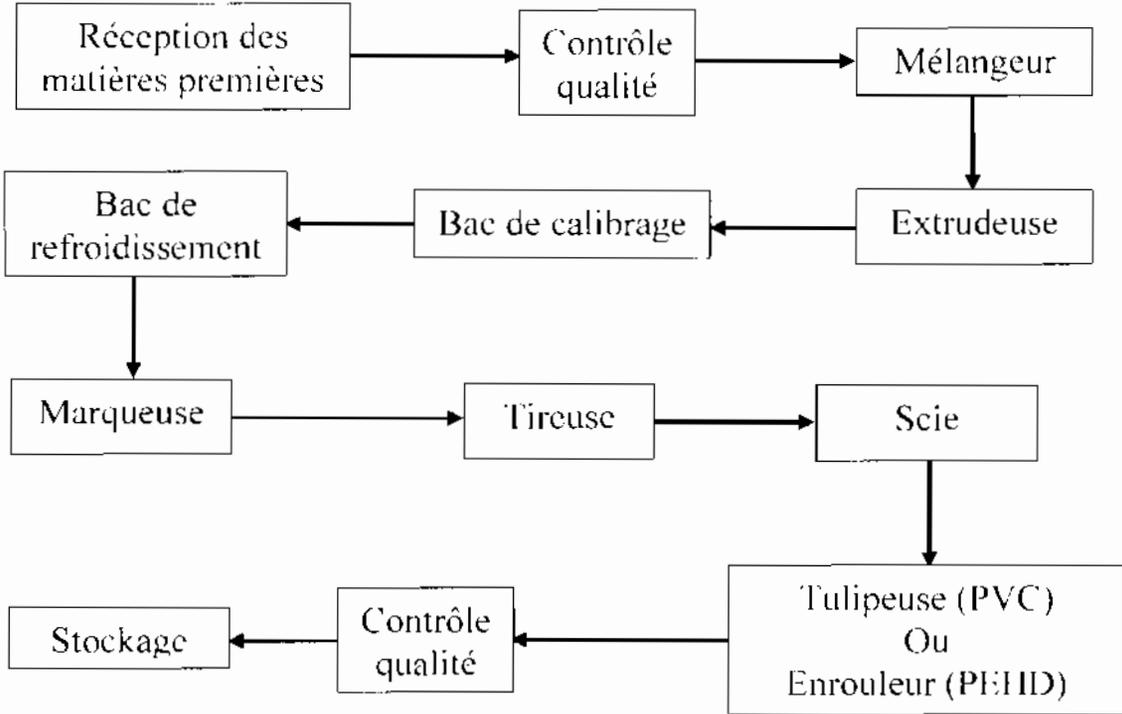
1.2. Le système de production

La production regroupe la tuyauterie, l'injection, la granulation, les utilitaires et les annexes.

1.2.1 La tuyauterie

La production de tuyaux est la principale activité de la C.C.I.S. Le département dispose d'un parc machine composé essentiellement de huit (8) lignes de production. Le schéma d'une ligne de production est le suivant.

Figure 3.1. : Schéma d'une ligne de production de tuyaux



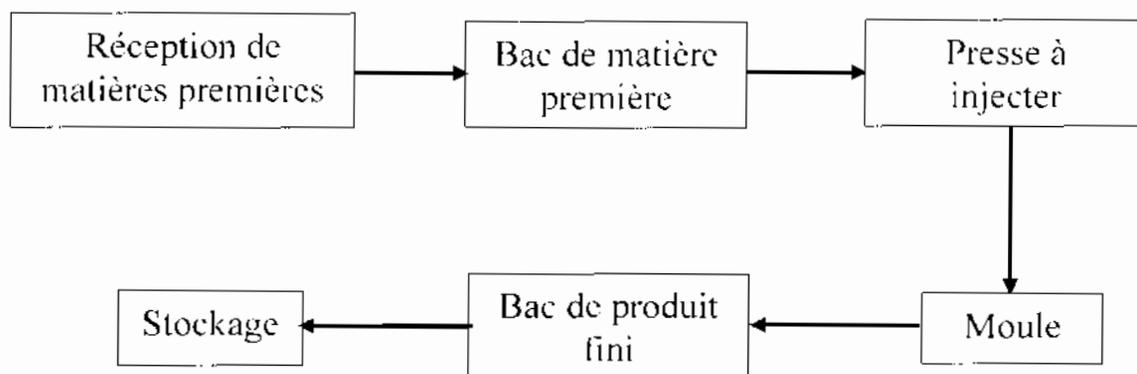
Source : livret d'accueil de la C.C.I.S.

N.B. : La description de chaque étape de la production se trouve en annexes (Annexe A1).

1.2.2 L'injection

Le département Injection comporte, en tout, sept (7) machines dont quatre sont opérationnelles. Il s'occupe de la fabrication des bouchons et des accessoires de tuyauterie en plastique (coudes, raccords, etc.) La matière utilisée est soit du PVC, soit du PE ou du « compound » granulé. Une machine d'injection est composée d'un bac de matière première, d'une presse à injecter avec des résistances chauffantes en bout et d'un moule pour donner la forme désirée.

Figure 3.2. : Schéma du processus d'injection



N.B. : La description de chaque étape de la production se trouve en annexes (Annexe A2).

1.2.3 La granulation

Ce département se charge de la production de « compound » utilisé dans la fabrication des chaussures en plastique et éventuellement le PVC utilisé par l'injection. Il comprend essentiellement le système d'alimentation, le mélangeur, la trémie d'alimentation de l'extrudeuse, la granuleuse, le système de refroidissement et l'ensachage. Cependant, ce département n'est pas fonctionnel actuellement. Certaines de ses installations sont d'ailleurs en phase de liquidation (abandon de la production pour des raisons de baisse de la demande et de montée du cours du pétrole donc de la matière première). Cela fait que la granulation n'a pas réellement d'impact sur le fonctionnement actuel de l'entreprise, la description du processus n'est donc pas nécessaire.

1.2.4 Les utilitaires et les annexes

La production, pour fonctionner normalement, a besoin d'énergie, d'eau froide et d'air comprimé. Pour cela, la compagnie dispose de deux groupes Froid qui fournissent de l'eau à des températures convenant au département concerné et des compresseurs d'air pour assurer la fourniture en air comprimé. Pour la fourniture en électricité, la C.C.I.S. exploite le réseau

de la SENELEC, un groupe électrogène de 500 kVA en continu et deux groupes électrogènes (500 kVA et 30 kVA) en service secours.

La C.C.I.S. dispose aussi d'un broyeur et d'un microniseur pour la récupération des déchets à des fins d'exportation, d'un atelier de soudage et de menuiserie et d'un atelier de mécanique automobile.

1.3. L'organisation de l'entreprise

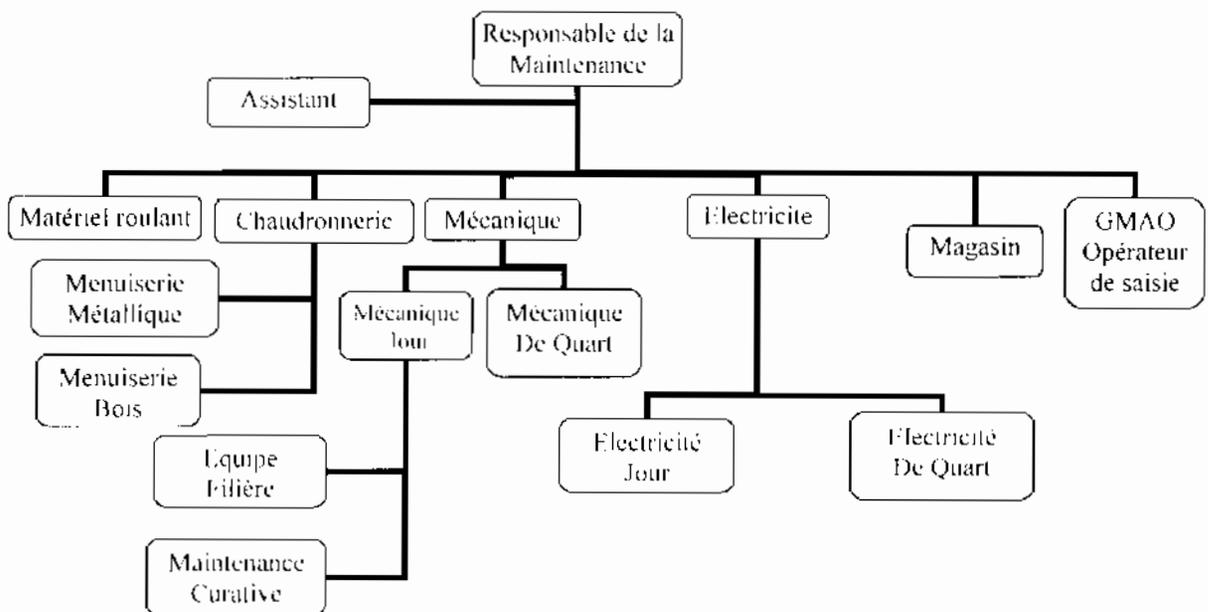
La C.C.I.S. est structurée en plusieurs directions hiérarchisées. L'organigramme donnant l'organisation générale de l'entreprise se trouve en annexe (Annexe B1).

Dans le cadre de cette étude, il sera plutôt question de l'organisation du service de la maintenance avec la description des différents processus de ce service.

1.3.1. L'organisation du service de la maintenance

Il est dévolu au service de la maintenance de la C.C.I.S., la maintenance des équipements jusqu'au niveau trois (3) dans la classification selon la norme AFNOR X 60 011. Il est divisé selon les différents ateliers de l'entreprise. L'organigramme suivant donne sa structuration.

Figure 3.3. : Organigramme du service de maintenance de la C.C.I.S.,
Département Production Tuyauterie



N.B. : Le département Injection dispose d'un responsable de maintenance et quelques agents de maintenance (surtout pour l'entretien des moules). Cependant, l'essentiel de la maintenance des équipements est assuré par le service de la maintenance du département Production tuyauterie.

1.3.2. Les attributions des intervenants du service de la maintenance

Les principales attributions des intervenants du service de la maintenance sont :

- Le responsable du service : il assure la fonction de directeur et de planificateur, l'assistant l'aide dans ses tâches ;
- L'entreprise fonctionne à feu continu selon la demande, ce qui impose une structuration en une équipe de jour (heures normales d'ouverture) et des équipes de quart (7h -15h, 15h - 23h et 23h - 7h). Les agents sont chargés de toutes les tâches de maintenance (corrective et préventive), de la rédaction des rapports de quart et journalier. Ils font ou transmettent des demandes de travaux, ont accès aux historiques des interventions et aux fiches techniques des équipements et font des demandes de sortie de pièces au magasin.
- Les autres services qui n'interviennent pas directement dans le cycle de production (Chaudronnerie, Menuiserie, Matériels roulants) fonctionnent généralement en équipe de jour.
- Le magasinier est chargé de la sortie et de la réception des pièces et des consommables : il rédige les bons de sortie et d'entrée du magasin ; il participe à la gestion du stock.
- L'opérateur de saisie se charge de la mise à jour de la base de donnée du service de la maintenance (Ordre de travaux, Bon entrées/sorties du magasin) ; il s'occupe, sous la supervision du responsable de la maintenance, de l'émission et de l'étude des demandes de cotation (offres de produits ou de service).

1.4. Quelques règles de gestion de la maintenance

Ces règles définissent les procédures principales dans le service maintenance. C'est ainsi qu'on peut citer :

- **Règle 1** : un ordre de travail peut être déclenché à tout moment par un chef de quart, un chef d'équipe, l'opérateur de saisie, le responsable de la maintenance ou son assistant ;
- **Règle 2** : une tâche de maintenance ne peut être effectuée que par un employé habilité à la faire (compétences dans le domaine) et seuls le responsable du service

de la maintenance, son assistant, les chefs de quart ou les chefs d'équipes sont habilités à assigner une tâche :

- **Règle 3** : une sortie d'un élément en stock peut être faite à tout moment suite à un ordre de travail, mais seulement aux heures normales de service pour d'autres raisons :
- **Règle 4** : une réception au magasin ne peut être faite que par le magasinier aux heures normales de service ;
- **Règle 5** : un élément (en quantité) peut être stocké dans plusieurs casiers et dans plusieurs magasins, mais un casier ne peut contenir qu'un seul type élément :
- **Règle 6** : une demande de cotation est faite suite à un ordre de travail faisant appel à un élément qui n'existe pas en stock, en vue de l'acquisition d'un nouvel élément ou en vue d'une mise à jour des prix :
- **Règle 7** : une demande d'achat se fait toujours suite à une demande de cotation ayant une suite, sauf en cas d'urgence :
- **Règle 8** : une demande de cotation peut faire l'objet de plusieurs réponses d'un même fournisseur: il faut, pour cela, inscrire la date ;
- **Règle 9** : une demande de cotation ou une commande (demande d'achat validée) ne peut être envoyée à un fournisseur bloqué jusqu'à ce qu'il soit actif ;
- **Règle 10** : seuls le responsable du service de la maintenance et son assistant ont la possibilité de faire des prévisions budgétaires.

Il est à noter que ces règles ne sont pas exhaustives, mais résument les principales procédures du service.

II. Etude du système de gestion de la maintenance assisté par ordinateur existant

Cette étude comportera une présentation du progiciel suivie d'une analyse critique de ses différentes fonctionnalités au regard de la spécificité de la C.C.I.S. et des règles de gestion d'un service de la maintenance définies par la théorie de la fonction maintenance. Il sera donc donné les différentes insuffisances de ce progiciel.

2.1. Présentation du progiciel

Depuis quelques années (2001-2002), la C.C.I.S. s'est lancée dans une informatisation de la gestion de l'entreprise en général, et particulièrement du service de la maintenance, ceci suite à la certification ISO qui impose certaines exigences au service.

Le progiciel¹ est édité par l'informaticien de la C.C.I.S., avec le logiciel de développement Windev. Il est sous l'environnement Windows, ce qui le rend assez convivial et ergonomique. C'est un progiciel de classe II.

Il est principalement utilisé par l'opérateur de saisie, rarement par le responsable du service de la maintenance ou son adjoint et souvent par le directeur technique. Le seul poste qui lui est alloué principalement est l'ordinateur de l'opérateur de saisie.

Les principaux documents de travail sont :

- en entrée, les bons de sortie/entrée magasin (manuels), les offres de services ou de produits, les rapports de maintenance ;
- en sortie, les demandes de cotation, les inventaires des équipements (outillages et machines) et des pièces de rechange en stock.

La principale force de ce progiciel est sa capacité d'archivage, ses vues externes et ses éditions.

2.2. Les insuffisances du progiciel actuel

Les insuffisances du progiciel actuel seront de types conceptuel (d'ordre général), structurel et fonctionnel. A l'issue de cette classification, un tableau sera dressé, donnant les forces et les faiblesses de ce progiciel et, par la même occasion, les axes d'amélioration.

a) Les insuffisances conceptuelles

La principale et la plus capitale insuffisance de ce progiciel réside au niveau de la conception. En effet, lors de l'édition de ce progiciel, il n'y a pas eu de cahier des charges. Il n'y a aucun document relatif à l'analyse de ce progiciel. Ce manque révèle en partie que les règles d'analyse et de conception des systèmes d'information n'ont pas été respectées. De plus, aucun audit approfondi ne pourrait se faire, les seuls outils étant le progiciel exécutable. En outre, peu d'acteurs du service de la maintenance ont été impliqués lors de l'élaboration du « cahier des charges ». Toutes les fonctions éditées proviennent en général des réflexions de l'informaticien qui, en fait, n'a aucune compétence en terme de maintenance industrielle. Cette insuffisance, en elle seule, constitue un handicap majeur menant à la révision totale du progiciel.

¹ Il est à noter que nous avons eu à travail en plus, antérieurement, à deux occasions sur ce progiciel : la première fois lors de notre stage de fin de cycle de DUT (2002) et la deuxième lors d'un stage durant notre cycle de DIC (2003).

b) Les insuffisances de type structurel

Il est pratiquement impossible de dire quel type de programmation a été appliqué lors de l'édition de ce progiciel. C'est une combinaison de programmation structurée et modulaire, l'informaticien faisant un aller-retour entre les différentes fonctions relativement aux données qu'il souhaiterait insérer.

Même s'il est multiposte dans sa structure interne, sur le plan exploitation, ce progiciel est presque monoposte. En effet, seul l'opérateur de saisie dispose d'un PC qui est alloué principalement à la G.M.A.O. Le responsable du service de la maintenance, son assistant et le directeur technique font des visites rares à partir de leurs postes.

Pour ce qui est des utilisateurs, le progiciel n'a que deux niveaux d'accès : un niveau administrateur et un niveau utilisateur simple.

c) Les insuffisances de type fonctionnel

Sur le plan fonctionnel, la seule force de ce progiciel est le stockage des données. A ce jour, même les mises à jour du stock en fonction des entrées et des sorties se font manuellement, c'est-à-dire que lors d'une sortie de pièce, il faudrait faire le calcul manuellement et saisir la nouvelle quantité en stock.

La notion de tableau de bord, qui est en fait l'un des principaux objectifs d'un système de gestion de la maintenance, est quasi inexistante dans ce progiciel. Pour preuve, les seuls indicateurs du service de la maintenance sont des indicateurs énergétiques (consommation d'électricité et consommation en eau). Les règles de priorité dans la gestion proviennent principalement de l'expérience des acteurs. Quant au stock de pièces, il ne fait l'objet d'aucune analyse. Il est possible de dire que ce progiciel de gestion n'est utilisé qu'à des fins de stockage de données.

En terme d'insuffisances fonctionnelles, il convient aussi de citer les « excès » fonctionnels. En effet, le progiciel révèle plusieurs fonctions qui sont inutiles à ce jour, parmi lesquelles figurent les calendriers d'acquisition de données en vue d'un traitement dans le cas de la maintenance conditionnelle. Cependant, il faut noter qu'à ce jour, la C.C.I.S. ne pratique aucune surveillance continue, la seule maintenance préventive étant la maintenance purement préventive (rondes quotidiens) et à la rigueur la maintenance systématique.

d) Les axes d'amélioration

Après cette analyse du progiciel existant, les principales forces et faiblesses de ce dernier peuvent être répertoriées dans un tableau. Dans ce qui suit, il sera de même indiqué les principaux axes d'amélioration.

Tableau 3.1. : Les forces, les faiblesses et les axes d'amélioration du progiciel existant

Les éléments de l'existant	Forces	Faiblesses	Axes d'amélioration
La conception	-	Manque de concertation des concernés	Intégrer toutes les parties prenantes
Cahier des charges	-	Inexistant	Faire un cahier des charges
Documentation	-	Inexistantes	Fournir une documentation
Mode d'accès	Bien sécurisé	Limité (deux niveaux)	Augmenter les niveaux d'accès
Données	Bien structurées, stockage efficace	Incomplètes	Compléter les données
Traitements	Fiables, rapides	Incomplets, manuels	Compléter les traitements, automatiser certains
Vues externes	Conviviales, ergonomiques	-	-
Utilisation	Fréquente	Limitée	Recommander des voies de plus grande utilisation
Mouvements de stock	-	Inexistant, manuel	Les intégrer de manière automatique
Module Gestion du matériel	Archivage efficace	Non exploité en terme de gestion	Indiquer des méthodes d'exploitation
Module gestion des stock / Approvisionnement	Archivage efficace, assez de données	Non exploité en terme de gestion, régularisation des stocks manuelle	Indiquer des méthodes d'exploitation, donner des indicateurs, automatiser la régularisation des stocks
Module gestion des travaux	Bien structuré	Données superflues, aucune analyse de gestion	Eliminer les données excédentaires, élaborer des indicateurs
Indicateurs de performances	-	Inexistants	Intégrer des indicateurs

CONCLUSION

Ce chapitre a permis de présenter la C.C.I.S. dans sa globalité mais aussi par rapport à son système de production et son service de maintenance. Ce service utilise un progiciel de G.M.A.O. édité en interne.

L'audit de ce progiciel montre que ce dernier comporte plusieurs insuffisances qui font qu'il ne répond pas totalement aux attentes du service de la maintenance. Les différents axes d'amélioration établis à partir de ces insuffisances permettent d'orienter l'étude pour le développement d'un progiciel de G.M.A.O. qui répondrait aux attentes du service de la maintenance de la C.C.I.S. C'est l'objet du dernier chapitre qui comporte principalement l'analyse conceptuelle du futur progiciel.

Chapitre 4 : Analyse conceptuelle du futur progiciel, cas de la Compagnie Commerciale et Industrielle du Sénégal (C.C.I.S.)

INTRODUCTION

La gestion d'un service de la maintenance fait souvent appel à l'utilisation des outils d'aide à la gestion tels que les progiciels de G.M.A.O. La mise en œuvre de ces outils passe par une étude globale du service afin de définir les besoins du service. Sur la base de ceux-ci et des règles de gestion de la maintenance, il est possible de faire une analyse conceptuelle du système d'information permettant de gérer la base de données pour constituer le progiciel.

Ce dernier chapitre traite essentiellement de cette question. Il y sera présenté les différents diagrammes de synthèse, les besoins du service de la maintenance en terme de gestion, l'inventaire des données, les différents formalismes, le cahier des charges et l'analyse financière.

I. Les différents diagrammes de synthèse

Pour définir les différents diagrammes de synthèse, on devrait délimiter d'abord les acteurs et les documents de communication du service de la maintenance.

Les différents acteurs du service de la maintenance peuvent être regroupés en acteurs internes et externes.

a) les acteurs internes

Les acteurs internes sont les principaux intervenants du service de la maintenance qui sont des employés de l'entreprise. On peut citer :

- le responsable du service de maintenance et son assistant ;
- les chefs d'équipes de maintenance ;
- les agents de maintenance ;
- l'opérateur de saisie ;
- le magasinier ;
- le service production ;
- le service Achat et l'acturation ;
- la direction.

b) Les acteurs externes

Les acteurs externes sont :

- o les fournisseurs ;
- o les sous-traitants.

1.1. La matrice des flux de données

La matrice des flux de données répertorie les principaux échanges entre les acteurs, ainsi que le dialogue quasi permanent qui existe au sein même du service de la maintenance, avec les services annexes, la direction et les acteurs externes.

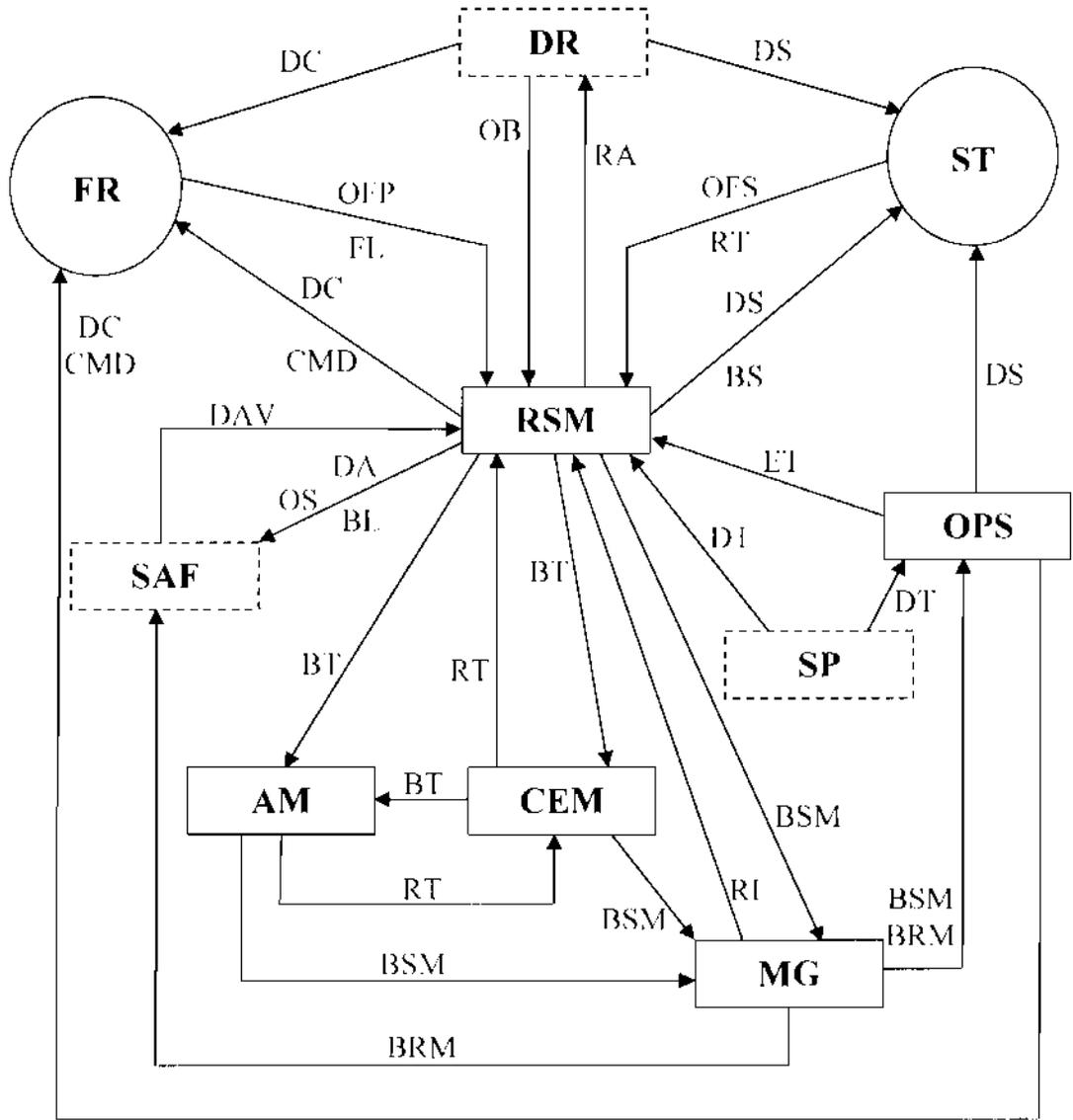
Tableau 4.1. : Matrice des flux de données

vers de	RSM	CEM	AM	OPS	MG	SP	SAF	DR	FR	ST
RSM		BT	BT		BSM		DA BI. OS	RA	DC CMD	DS BS
CEM	RT		BT		BSM					
AM	RT	RT			BSM					
OPS	ET								DC CMD	DS
MG	RI			BSM BRM			BRM			
SP	DT	DT		DT						
SAF	DAV									
DR	OB								DC	DS
FR	OFP FL				FL		FLE			
ST	OFS RI						FSE			

1.2. Le diagramme des flux de données

Le diagramme des flux de données a l'avantage de faire apparaître les acteurs ainsi que les flux échangés sous forme graphique. Le rôle de chaque acteur ainsi que sa place dans le domaine sont exprimés plus clairement.

Figure 4.1. : Diagramme de flux de données

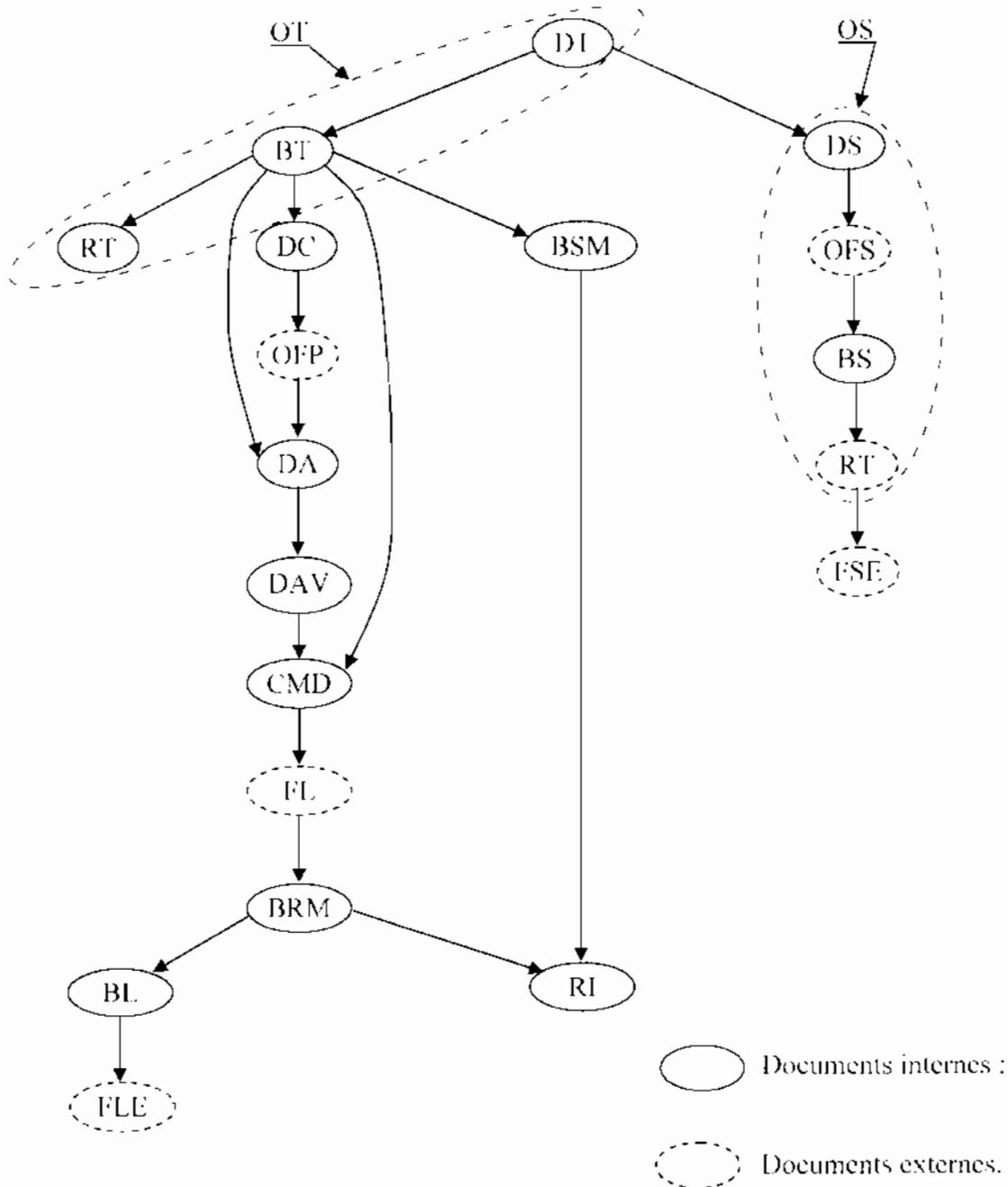


-  Acteurs externes :
-  Acteurs internes (appartenant au service Maintenance) ;
-  Acteurs appartenants à l'entreprise mais pas au service Maintenance.

1.3. Le graphe de dépendance des documents

Le diagramme de flux de données élaboré précédemment permet d'avoir une idée assez précise des principales fonctions et relations existant non seulement au sein du service de la maintenance, mais aussi entre le service et certains intervenants principaux. Cependant, cette vision n'intègre pas l'aspect temporel, qui est pourtant prépondérant dans certaines opérations. C'est cet aspect que le graphe de dépendance des documents introduit. Cela donne une vision séquentielle permettant d'initialiser les modèles de traitement, notamment les modèles conceptuel et organisationnel de traitement.

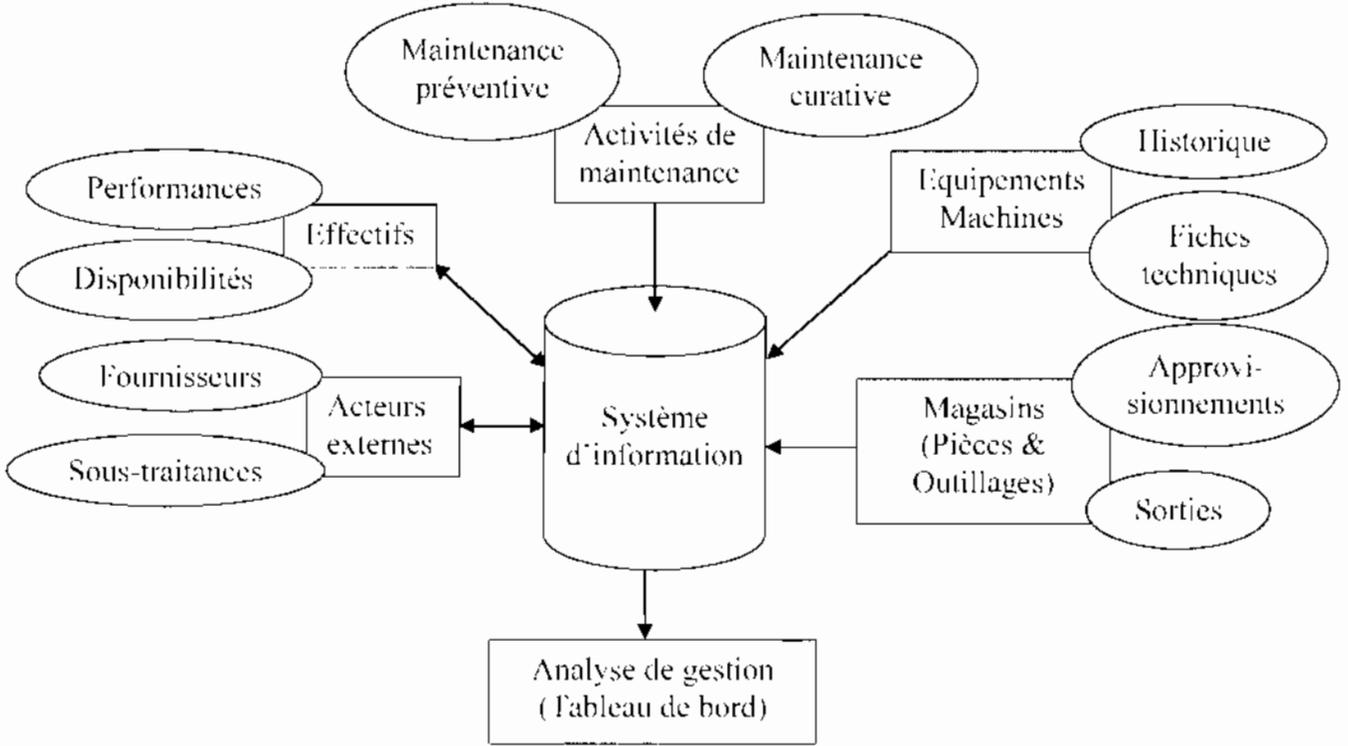
Figure 4.2. : Graphe de dépendance des documents



II. Les besoins du service de la maintenance en terme de gestion

Les besoins du service de la maintenance en terme de système de gestion en général et particulièrement celle assistée par ordinateur peuvent être repris globalement par un schéma directeur défini comme suit :

Figure 4.3. : Schéma directeur du système d'information



Il sera donc défini principalement les objectifs généraux et les besoins de types fonctionnels.

2.1. Les objectifs généraux

Un progiciel de gestion du service de la maintenance doit permettre :

- La gestion des travaux curatifs et préventifs (plannings, préparations, lancement, clôture et archivage), des gros travaux et des sous-traitances :
- La gestion du matériel et de l'équipement (codification, historiques des interventions, etc.) :
- La gestion des effectifs (compétences, disponibilité, performance, etc.)
- La gestion des pièces de rechange et des outillages (codification, stock, approvisionnement, fournisseurs, etc.) :

- La gestion des coûts de maintenance par machine, par équipement, par nature de travaux, par service, etc. ;
- La gestion financière (budgétaire, économique, investissements) ;
- L'établissement des tableaux de bord donnant les indicateurs (indicateurs F.M.D. et indicateurs d'activités), les coûts directs et indirects de maintenance.

2.2. Les besoins de type fonctionnel

Cette partie définit les principaux traitements et données que devrait gérer le futur système d'information en partant de l'activité principale du service maintenance, l'entretien des équipements, puis les différentes parties intervenant directement ou implicitement.

Il est à noter que les méthodes de calcul ou d'appréciation de certaines propriétés seront spécifiées en annexes (Annexe C).

a) Les ordres de travaux

Un ordre de travail regroupe la demande de travail, le bon de travail et le rapport. De ce fait, un ordre de travail doit comporter globalement :

- les références de l'ordre de travail : numéro, date de création et de fermeture, l'état (Ouvert, En cours, Fermé), le type de travail (Préventif, Curatif) et sa spécificité (Prédéfini ou Nouveau), le degrés d'urgence (Prioritaire, Urgent, A planifier, Entretien) ;
- l'équipement : sa nature (Machine, Outillage, Autres), son code, sa désignation, son état (à l'arrêt, donner donc l'heure d'arrêt, ou en marche), la nature de la panne (à choisir ou à définir) ;
- le demandeur : le service demandeur, la personne et le centre d'imputation ;
- l'exécution du travail :
 - o la main d'œuvre interne : le nom de l'exécutant, la tâche confiée, l'heure et la date de début et de fin (donc la durée), le coût ;
 - o les prestations externes : référence du prestataire (code et désignation), la tâche confiée, l'heure et la date de début et de fin, le coût de la prestation ;
 - o les dispositions particulières : la sécurité (Bon de feu, Echafaudage, Echelle, Ceinture, Masque, Gants, Lunettes, Cadenassage), les consignes de coupure (Électricité, Eau, Air comprimé, Fuel), la logistique (Camion, Remorque, Tracteur, Manitou, Palan, Voiture, Grue, Pont roulant, Tire fort) ;

- l'estimation du temps d'exécution ;
- les pièces consommées : les références, la quantité utilisée et les valeurs (unitaire et totale) ;
- le rapport de l'ordre de travail : récapitulatif des coûts (main œuvre, sous-traitance, pièces consommées et total), date et heure de remise en marche ou de disponibilité, libellé du rapport et les remarques éventuelles.

b) La gestion des équipements

Les équipements doivent être structurés en lignes de production regroupées en familles.

Une famille de lignes comporterait essentiellement le nom comme propriété.

Une ligne serait caractérisée par :

- ses références (le code et la désignation, l'année de mise en service) ;
- sa classification : type de ligne (production, annexes ou administration), son état (opérationnelle ou pas) et la famille d'appartenance ;
- sa composition théorique et réelle.

Une ligne, dans ce contexte, est un ensemble de machines agencées les unes après les autres ou regroupées indifféremment et ayant un objectif commun ou utilisant une ressource commune. De même que les lignes, les machines (ou équipement) devraient être regroupées en familles de machines.

Les attributs d'une famille de machines seraient principalement son code et sa désignation.

Les machines sont définies par :

- les références de la machine : le code, la désignation, la référence fournisseur et fabricant (la marque, le modèle, le numéro de série, le fabricant), la date d'acquisition et de mise en service, la photographie numérisée, la famille de machines, la ligne d'appartenance, la localisation dans l'usine, le fournisseur ;
- un volet Outillages donnant le code et la désignation des outillages liés à cette machine ;
- un volet comptabilité précisant le coût d'acquisition, la durée d'utilisation prévue, l'échéance de la garantie, le type d'amortissement (linéaire, dégressif, accéléré), les charges d'amortissement ;
- un volet coûts de maintenance donnant les coûts de maintenance préventive et curative, les sous-traitances ;
- un volet consommables énergétiques et utilitaires : la ressource (électricité, eau, froid, air, mélange, fuel et autre) et le pourcentage ;

- un volet fiches techniques : les schémas électriques, le principe de fonctionnement, les fiches de maintenance préventive (journalière, hebdomadaire, mensuelle, etc.), les fiches de réglages, les ordres de travaux relatifs à la machine ;
- un volet Qualité permettant de déterminer l'impact de la machine sur la qualité de la production ; il s'agira de l'évaluation de l'indice I.D.S.Q. (Incidence Directe Sur la Qualité) ;
- un volet criticité mesurant les conséquences des dysfonctionnements de l'équipement sur le fonctionnement de l'entreprise : il s'agira de l'évaluation de l'indice P.I.E.U. (Pannes, Importance, Etat et Utilisation)
- les remarques éventuelles sur la machine.

La maintenance préventive requiert la définition au préalable des tâches à effectuer sur les équipements. C'est ainsi qu'une fiche d'une action préventive comporterait :

- les références de l'équipement : code de ligne, code de machine, désignation ;
- la tâche : la désignation de la tâche, le temps standard ;
- la périodicité (Journalière, Hebdomadaire, Mensuelle, Bimestrielle, Trimestrielle, Semestrielle, Annuelle, Conditionnelle), la date de la dernière exécution et de la prochaine échéance.

c) La gestion des stocks

La gestion des stocks comporte la gestion des pièces de rechange, des consommables et des outillages, mais aussi la gestion de l'espace de stockage et l'inventaire.

Un élément en stock est défini par :

- sa nature (Pièce, Outillage ou Consommable), son état (Neuf, Occasion ou Récupération) et sa catégorie (classement ABC) ;
- ses références : la désignation et le code, la référence du fournisseur et du fabricant, le dessin ou la photographie, le code barre, le (ou les) fournisseur avec le prix unitaire associé ;
- son appartenance : la famille d'éléments, la famille de machine de destination, la machine de destination ;
- son interchangeabilité avec d'autres éléments en stock ou non ;
- un volet stockage comportant : l'unité de quantification (code et désignation), la valeur unitaire et totale, le secteur de stockage, le (ou les) casier ou le (ou les) lieu de rangement (définis par leurs codes et leurs désignations), la quantité en stock par casier ou lieu de stockage, la date de la dernière mise en stock ;

- un volet prévision avec : le seuil minimum de stock, la quantité économique à commander, les réservations (avec définition des motifs), les quantités commandées.

Une entrée ou une sortie du magasin doit aussi faire l'objet d'un enregistrement. Cet enregistrement se fait sous un bon de sortie magasin (BSM) ou un bon de réception au magasin (BRM).

Un bon de sortie magasin comporterait :

- les références du bon : l'identifiant, la date et l'heure ;
- l'objet du bon (au cas où c'est un OT, donner les références de l'OT) ;
- la liste des éléments sortis : leurs codes, leurs désignations et les quantités ;
- les intervenants : les références de celui qui a effectué la sortie et de celui qui reçoit la sortie.

Un bon de réception au magasin comporterait :

- les références du bon : l'identifiant, la date et l'heure ;
- éventuellement, les références du bon de commande ;
- les références du bordereau de livraison : le numéro, la date, le fournisseur ;
- un volet rangement qui devrait faire appel à l'entité Elément en stock tout en gardant un listing des éléments avec le code, la désignation, le coût unitaire et total, les quantités et le lieu de rangement.

Le progiciel doit permettre aussi de faire l'inventaire périodique du stock avec possibilité d'ajuster les quantités en cas d'écart constatés. Cette mise à jour doit se faire directement sur le casier concerné en lui affectant automatiquement la valeur ajustée.

d) La gestion des approvisionnements

La gestion des approvisionnements comporte essentiellement l'émission et la réception des demandes de cotation (offre de prix). C'est aussi par ce biais que se fait l'émission et la réception des commandes.

Une demande de cotation comporterait :

- ses références : le code, l'objectif (stock, OT, donc les références de l'OT, MAJ), son état (En cours, Annulée, Valider, Relance), la date d'ouverture ;
- les motifs de la demande (Pièce, Outillage, Consommable, Machine) : le code, les références (fournisseur, fabricant), la désignation et la quantité.

De même, une fiche de réception d'une cotation comporterait :

- ses références : le code de la demande de cotation ;
- les offres comportant : les références du fournisseur, la date (par fournisseur) la nature des éléments (Type exacte ou l'équivalent), les références, la désignation, le prix unitaire, la quantité et le prix total ;
- éventuellement des remarques sur les offres.

Afin d'assurer une gestion optimale, il faudrait pouvoir créer un fichier répertoriant tous les fournisseurs. Une fiche d'un fournisseur comporterait :

- ses références : le code et la désignation, la raison sociale, l'adresse, le numéro de fax ;
- les contacts avec option de prendre les références de trois contacts : la civilité, le nom et prénom, la fonction, le numéro de téléphone et de portable et éventuellement d'autres informations sur le contact ;
- la date de la création de la fiche et de la dernière modification ;
- les références bancaires : code bancaire et domiciliation, numéro de compte et RIB du compte ;
- l'état du fournisseur : actif ou bloqué, donner dans ce cas le motif du blocage.

La gestion des approvisionnements s'occupe aussi des demandes d'achat. Une demande d'achat comporterait :

- les références de la demande : la date, le service demandeur, le numéro de la demande de cotation, le libellé de la demande, le responsable de la demande, l'imputation, le fournisseur, le lieu d'achat (local ou étranger) ;
- les conditions de livraison : le degré d'urgence (Immédiat, Urgent, Très Urgent, Normal), le mode de règlement (Espèces, Crédit, Chèque, Autre), le mode de livraison (Bateau, Route, Avion, Train), le délai de livraison ;
- les éléments commandés : les références fournisseurs, le code, la désignation, la quantité, le prix unitaire et total par éléments, le montant total de la commande ;
- l'état de la demande (En cours, Annuler, Valider) ;
- des notes particulières.

e) La gestion du personnel

La gestion des effectifs doit permettre d'optimiser l'utilisation des ressources humaines, de connaître leurs compétences et leur disponibilité et de quantifier leurs performances. Le point de départ serait donc l'employé qui serait défini comme suit :

- son identification : son matricule, son nom et prénom, ses compétences et le mode d'acquisition (Formation, Expérience, Stage, etc.), le domaine où il est préféré ;
- la date de son arrivée à l'usine, son grade, son taux horaire et son équipe de travail ;
- les tâches qui lui sont allouées : elles doivent avoir un rapport direct avec les ordres de travaux.

f) La gestion financière

Ce module permettrait de fixer les montants prévus pour les différents centres d'activité du service de la maintenance. Les montants sont déterminés soit par la direction, soit par des calculs prévisionnels, soit par d'autres moyens propres au service et au responsable de la maintenance.

Il devrait être possible :

- de choisir ou de créer un centre d'activité : Maintenance Curative, Maintenance Préventive, Renouvellement du Parc Machine, Pièce de rechange, Consommable, Sous-traitance, etc. ;
- de fixer le montant prévu ;
- de fixer la période de validité (date de début et de fin).

De même le module gestion financière permettrait de fixer les coûts des consommables et d'autres charges afin de les ventiler sur les équipements. Il serait donc défini le code de la ressource, la désignation, la valeur mensuelle.

g) Les indicateurs de performance

C'est le module fondamental du progiciel, même si l'essentiel des données est issu des résultats des traitements effectués sur les propriétés définies ci-dessus. C'est surtout la revue des différents indicateurs : F.M.D., Activités et Coûts.

i) Les indicateurs F.M.D.

Les indicateurs F.M.D. (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité) sont définis comme suit :

- la fiabilité : c'est la probabilité de bon fonctionnement qui est évaluée par la moyenne des temps de bon fonctionnement (MIBF) ;
- la maintenabilité : c'est la probabilité de durée d'une bonne réparation qui est évaluée par la moyenne des temps techniques de réparation (MTTR) ;
- la disponibilité : c'est la probabilité d'assurer un service requis : elle est évaluée à partir des deux critères précédents.

Ce serait donc une détermination de ces critères par ligne, par machine et par outillage (code et désignation) à partir des données tirées des ordres de travaux. Il devrait être possible aussi de les trier selon les critères.

L'évaluation se fait par défaut sur toute la durée de vie de l'équipement : cependant, il doit être possible de fixer la période d'évaluation.

ii) Les indicateurs d'activité

- Les taux de maintenance préventive et de maintenance curative qui sont évalués à partir des ordres de travaux. Une représentation graphique est recommandée. Ils sont évalués globalement, par ligne, par machine et par outillage.
- Le taux des prestations extérieures, évalué à partir des ordres de travaux.
- La performance des employés de la maintenance qui serait une moyenne des rapports entre le temps mis pour exécuter une tâche et le temps standard de celle-ci.
- La fréquence des pannes par type (une représentation graphique est recommandée).
- Le classement des fournisseurs (en pourcentage) selon le nombre de demandes de cotation et de réponses à une demande de cotation, le nombre de commandes.
- Le classement des éléments en stock selon le nombre de sortie et la quantité sur une période prédéfinie.

iii) Les coûts

- Le coût des actions curatives et des actions préventives, de même que leurs pourcentages globalement, par ligne, par machine et par outillage, avec possibilité de définir la période.
- Le coût des prestations externes et leur pourcentage, globalement, par ligne et par outillage.
- Le classement des éléments en stock selon le coût des sorties et le pourcentage sur une période prédéfinie.
- L'analyse Pareto.
- Une évaluation des marges ou des dépassements sur les budgets prévus par centres d'activité (en valeur et en pourcentage) selon les différentes structurations (Ligne, Machine, etc.).
- Le coût de possession d'un matériel.

Le volet indicateurs de performance est aussi une aide à la décision. Il doit donner une classification :

- des demandes de travaux suivant les indices I.D.S.Q. et P.I.E.U. des équipements concernés ;
- des équipements suivant les indices I.D.S.Q. et P.I.E.U., la date d'acquisition, la date de mise en service, l'échéance de la garantie, le nombre de pannes (globalement et par type), le coût de possession ;
- des employés par taux d'occupation et par taux d'efficacité.

Il doit aussi permettre de suivre l'évolution des différentes demandes en instance (demandes d'achat, demandes de travaux).

III. Inventaire des entités et des propriétés – Dictionnaire des données

L'inventaire des entités et des propriétés permet de répertorier toutes les données que le futur progiciel devrait manipuler, mais aussi d'éviter les synonymes et les polysémies. Cette étape est souvent combinée à la définition des données, de leur type, de leur dimension, de leurs formats et des règles éventuelles de calcul ou d'intégrité ; ce qui donne le dictionnaire de données. Pour des raisons de commodité, il sera aussi associé la définition des identifiants des entités.

Vu la taille du dictionnaire des données, seule une partie de ce dernier figurera dans ce paragraphe, le reste se trouvant en annexes (Annexes D).

Tableau 4.2. : Dictionnaire des données tronqué

Entités	Propriétés	Signification	Type	Taille	Règles Intégrité Remarques
FAM_LIGNE	# num_fam_lig	Le numéro de la famille de ligne	N	5	A créer
	desig_fam_lig	désignation de la famille de ligne	AN	50	A créer
EQUIPES	# ref_equipe	La référence de l'équipe	AN	15	A créer
	desig_equipe	La désignation de l'équipe	AN	25	A créer

IV. Les différents formalismes

La méthode d'analyse et de conception MERISE utilise des formalismes pour parfaire son approche. Il s'agit du formalisme conceptuel, organisationnel et opérationnel.

4.1. Le formalisme conceptuel

Le niveau conceptuel correspond à la formalisation du système d'information indépendante de toute contrainte organisationnelle. C'est la réponse à la question « QUOI ? ».

Il faudrait distinguer la formalisation des données mémorisées du système d'information (MCD, aspect statique) de celle des traitements réalisés par le processeur du système (MCT, aspect dynamique).

a. Le modèle conceptuel de données

Le modèle conceptuel de données formalise les données qui seront utilisées dans le système d'information. Sa mise en œuvre nécessite le respect de certaines règles et contraintes impératives pour répondre correctement aux attentes du système d'information. Il se base surtout sur les règles de gestion au sein du système opérant pour définir les contraintes d'intégrités qui existent entre les entités. C'est à ce stade qu'on fixe, par exemple, si le système d'information pourrait accepter qu'un élément soit stocké dans plusieurs casiers.

En raison de sa taille, il est difficile, voire impossible, de le faire figurer ici. C'est pour cela qu'il est entièrement mis en annexes (Annexe E).

Les associations et les propriétés qui découlent du MCD sont définies en annexes (Annexe F).

b. Le modèle conceptuel des traitements

Le modèle conceptuel des traitements répond à la question « QUOI FAIRE? » après avoir défini « QUOI TRAITER? » (les données). Il exprime ce qu'il faut faire sans indiquer qui doit le faire ni où, quand ou comment il faut le faire.

Il se base en grande partie sur les règles de gestion du service à informatiser, ici le service de la maintenance.

A cet effet, certains traitements sont de simples calculs (dont les formules sont définies en Annexes C) assez faciles à implémenter dans un progiciel. De plus, le modèle conceptuel

des traitements tient beaucoup des contraintes imposées par le logiciel d'implémentation de la base de données devant matérialiser le système d'information.

Il sera donc question ici des traitements plus ou moins complexes. Afin de présenter un MCF assez clair, il sera scindé en procédures, très souvent imbriquées entre elles. Il est représenté en Annexes (Annexe F).

4.2. Le formalisme organisationnel

Alors qu'au niveau conceptuel, il s'agissait d'exprimer la réalité perçue par le service dans son ensemble, le niveau organisationnel exprime cette même réalité telle qu'elle est vécue par les acteurs quels qu'ils soient. De même, on distingue le modèle "organisationnel" des données appelé modèle logique de données (MLD) et le modèle organisationnel des traitements.

a. Le modèle logique des données

Le modèle logique des données permet de transcrire l'information nécessaire à un acteur du service. Sa représentation fait appel à une technique de représentation relationnelle, en réseau, hiérarchique voire simple fichier dépendamment de la solution d'organisation des données envisagée. Pour ce cas, il est adopté la représentation relationnelle.

Les règles de passage du MCD au MLD.

- 1- Toute entité est transformée en table. Les propriétés de l'entité deviennent les attributs de la table. L'identifiant de l'entité devient la clé primaire de la table.
- 2- Relation binaire $(... : n) - (... : 1)$: la clé primaire de l'entité portant $(... : n)$ devient clé étrangère de l'entité reliée par $(... : 1)$.
- 3- Relation binaire $(0 : 1) - (1 : 1)$: la clé primaire de l'entité reliée par $(0 : 1)$ devient clé étrangère de l'entité reliée par $(1 : 1)$.
- 4- Relation binaire et ternaire $(... : n) - (... : n)$: on crée une table supplémentaire ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires des deux entités en relation. Lorsque la relation contient elle-même des propriétés, celles-ci deviennent attributs de la table.
- 5- Toute relation ayant des propriétés est transformée en table dont la clé primaire est composée des clés primaires des entités qu'elle relie : ses propriétés deviennent des attributs de la table.

Il existe d'autres règles dérivées, mais les principales sont celles qui ont été citées. La construction du MLD se fait à partir du MCD en respectant ces règles de passage. Le MLD du présent système d'information est donné en annexes (Annexes II).

b. Le modèle organisationnel des traitements

Le modèle organisationnel des traitements s'attache à décrire le système d'information en répondant aux questions « QUI ? », « OÙ ? », « QUAND ? ».

Ici, la contrainte temps n'est pas significative dans le fonctionnement du service de la maintenance. Il est possible par exemple qu'une sortie de stock soit effectuée à 23 h ou un ordre de travail fait à 2 h du matin, sachant que l'entreprise fonctionne à feu continu.

De même la contrainte « QUI ? » est entièrement gérée par le mode d'accès au système d'information qui devrait être contrôlé par des noms d'utilisateur avec des mots de passe.

Pour ce qui est de la question « OÙ ? », l'ensemble du service est implanté dans un seul bureau à l'exception de l'administrateur du système (le programmeur), du directeur technique et probablement du magasinier. Les principales tâches sont faites dans le bureau, ce qui fait que le lieu n'est pas aussi significatif. Il peut être éventuellement pris en compte par le contrôle des accès au système d'information.

4.3. Le formalisme opérationnel

Le niveau opérationnel s'intéresse aux questions techniques. Il définit les moyens qui vont être effectivement mis en œuvre pour gérer les données ou activer les traitements. Il fait directement appel au logiciel de programmation et demande une connaissance parfaite des fonctions, des opportunités et des contraintes que présente ce logiciel. Il relève donc en partie du programmeur qui doit travailler en parfaite collaboration avec les utilisateurs.

Ce qui fait que ce niveau sort presque du cadre de cette étude qui est de faire une analyse globale permettant de faire la programmation d'un progiciel de G.M.A.O. répondant aux besoins du service de la maintenance.

Il sera donc question ici de quelques recommandations sur les différents modèles.

a. Le modèle physique des données

Le modèle physique des données est le résultat du passage d'une classe de solution à un produit de cette solution, donc la traduction du modèle logique en un modèle physique particulier. Ainsi, par exemple, un modèle relationnel se traduira-t-il par l'utilisation d'un système de gestion de base de données relationnelle tel que DB2, Oracle, etc.

A titre indicatif, une forme captivante et simplifiée des vues externes (par des mises en forme et des couleurs particulières) faciliterait beaucoup l'utilisation du progiciel. De même une symbolisation des différentes actions (suppression, modification, ajout, ...) permettrait de se situer facilement. L'intégration des diagrammes est aussi d'une grande utilité dans la vision des ensembles et des tâches de maintenance.

b. Le modèle opérationnel des traitements

Le modèle opérationnel des traitements décrit l'architecture des programmes qui vont activer les différentes tâches dévolues au progiciel. Le plus souvent, ses constituants sont traduits en composants structurés (séquence d'instruction, choix simples ou multiples, répétition d'instruction, ...).

Il serait préférable que le progiciel soit composé de quatre modules principaux :

- un module Equipements permettant de gérer les équipements, les ordres de travaux et les effectifs ;
- un module Stock pour la gestion des stocks ;
- un module Approvisionnement pour la gestion des approvisionnements ;
- un module Analyse pour la gestion budgétaire et le tableau de bord.

De même, le progiciel doit être programmé de telle sorte que toutes les actions puissent être optionnelles dépendamment du niveau d'accès. C'est ainsi qu'il pourrait être à cinq profils d'utilisateur avec des mots de passe :

- o un niveau Administrateur (niveau N°1) chargé de la gestion du progiciel en terme d'évolution et de maintenance ; il doit avoir accès à tous les modules du progiciel, faire toutes les actions possibles et accéder éventuellement à la partie programmation et configuration pour un utilisateur qui s'y connaît (par exemple cet utilisateur pourrait être le concepteur du progiciel ou le responsable Informatique de l'entreprise) ;

- o un niveau Responsable Technique (niveau N°2) qui peut être alloué par exemple au directeur technique ou au responsable de la maintenance : il doit avoir accès à toutes les rubriques du progiciel faire toutes les actions possibles sans pouvoir accéder aux codes sources et aux paramètres de configuration :
- o un niveau Superviseur Technique (niveau N°3) permettant par exemple de mettre à jour le stock, fixer les stocks de sécurité : ce niveau peut être alloué à l'adjoint du responsable de la maintenance :
- o un niveau Opérateur de saisie (niveau N°4) permettant, comme son nom l'indique, de faire les saisies quotidiennes :
- o un niveau Agent de maintenance (niveau N°5) où, par exemple, seule la saisie des rapports des OT ou la visualisation de certaines rubriques telles que les tâches allouées ou les performances des effectifs sont autorisées : aucune modification ou suppression n'est permise à ce niveau.

V. Le cahier des charges

Après avoir étudié le progiciel existant et effectué une analyse conceptuelle du futur progiciel de G.M.A.O. pour la C.C.I.S., il est possible maintenant de définir un cahier des charges pour le développement de ce progiciel en interne.

Il est à noter que ce cahier des charges reprendra en grande partie certains éléments de l'analyse conceptuelle. Ce sera donc une présentation du périmètre informatique du progiciel, suivi des exigences organiques puis des exigences fonctionnelles.

5.1. Le périmètre informatique

En terme de périmètre informatique, le progiciel doit remplir les conditions suivantes :

- être en programmation structurée ou modulaire :
- être multiposte, en réseau avec des terminaux ou des PC assignés à la G.M.A.O., avec possibilité d'accès simultané à la base de données (au minimum dix utilisateurs);
- avoir une architecture de base de données du type client/serveur sur une plateforme de travail sous Windows (progiciel de Classe II, au minimum) :
- avoir des possibilités de sauvegarde régulières toutes les 24 heures au maximum sur des supports de stockage physiquement indépendants :

- être ergonomique et conviviale (menu déroulant, fenêtres, liens dynamiques entre les fonctions, possibilité d'insérer le logo de l'entreprise...):
- assurer l'interface avec d'autres systèmes de gestion de base de données :
- disposer d'une aide sur le progiciel accessible à tout instant et à tous les niveaux donnant des directives et aussi l'accès au manuel d'utilisateur :
- disposer d'un moteur de recherche rapide intégré sur les différentes rubriques selon les principaux attributs des entités :
- avoir la possibilité de gérer les accès d'utilisateurs avec des noms d'utilisateurs et des mots de passe :
- avoir les possibilités de mise à jour et de visualisation des données (Ajouter, Modifier, Supprimer, Zoom) :
- être extensible.

5.2. Les exigences organiques

Le progiciel doit s'occuper : de la gestion des activités de maintenance, de la gestion de du matériel, de la gestion des stocks et des approvisionnements, de la gestion des effectifs et de la gestion financière.

Il peut être structuré au minimum en quatre (4) modules principaux (Voir le modèle opérationnel des traitements) :

- un module Equipement :
- un module Stock :
- un module Approvisionnement :
- un module Analyse.

Ces modules peuvent constituer les menus principaux en plus de certains menus et sous-menus complémentaires. La structure donnée dans le tableau suivant peut être utilisée.

Tableau 4.3 : Menus et sous-menus éventuels du progiciel

Module	Menus	Sous-menus
Equipement	Lignes	Familles de lignes
		Lignes
	Machines	Familles de machines
		Machines
Ordres de Travaux	-	
Stock	MAJ des éléments en stock	-
	Mouvement de stock	BSM
		BRM
Inventaire	-	
Approvisionnement	Cotations	-
	Demandes d'achat	Demandes d'achat/commandes
		Réception de commande
Analyse	F.M.D.	Par Ligne
		Par Machine/outillage
	Activités	De maintenance
		Classements
	Coûts	Des activités de maintenance
		De possession d'un matériel
	Analyse Pareto	Sur les activités
		Sur les coûts
	Budgétaire	Prévisions
		Evaluation
Données	(*)	

(*) : Ce module doit donner accès à toutes les données (entités) du progiciel avec une possibilité de mise à jour.

L'accès du progiciel doit être sécurisé conformément aux différents niveaux d'accès indiqués dans l'analyse (Modèle opérationnel des traitements).

5.3. Les exigences fonctionnelles.

Les exigences fonctionnelles constituent l'une des parties la plus importante dans le cahier des charges. Elles sont fondées sur les besoins du service de la maintenance précédemment définis. Le progiciel doit comporter :

- en termes de données : les OT, les lignes et les familles de lignes, les machines et les familles de machines, les éléments en stock, les zones de stockage, les mouvements de stock, les cotations et les demandes d'achat et les acteurs du services (cf. les besoins de type fonctionnel, dictionnaire des données, MCD et MLD donnés dans cette étude) ;
- en termes de traitement : les différents mouvements de stock, les indicateurs, les paramètres de la maintenances (cf. les besoins de type fonctionnel, Annexe C, MCT donnés dans cette étude) ;
- en termes de sortie : un listing (avec certains paramètres) par entités de toutes les données contenues dans le progiciel, les OT, les fax pour les demandes de cotations et les commandes, les BSM et BRM, les analyses effectuées.

Ces éléments n'ont pas été repris ici pour non seulement éviter une répétition quasi inutile mais aussi pour des contraintes rédactionnelles.

Afin de bien mener ce développement, les différents modèles donnés lors de l'analyse conceptuelle doivent d'être utilisés.

VI. L'analyse financière

Cette analyse permettrait non seulement de donner, à titre indicatif, un coût de réalisation de ce progiciel dans l'entreprise, mais aussi de faire une comparaison, sur le plan coût, avec les différents progiciels de G.M.A.O. existant sur le marché. Elle portera seulement sur les coûts de développement ou d'acquisition du progiciel, considérant que les bénéfices et les coûts des machines restent identiques quelle que soit l'option.

Il sera donc donné la méthode d'évaluation de la réalisation de ce progiciel, puis des exemples de prix de progiciel de G.M.A.O. La comparaison entre l'achat et le développement en interne constitue la troisième section de cette partie.

6.1. Le coût du développement du progiciel en interne

Il est à noter que l'étude actuelle a été menée dans le contexte d'un développement entièrement en interne, c'est-à-dire que l'étude préalable, le cahier des charges et le développement sont faits par des agents habilités de l'entreprise. L'évaluation est faite pour un progiciel de classe II.

Le coût du développement du progiciel en interne comporterait les éléments suivants :

- le coût d'achat du logiciel de développement : ce coût est relativement variable en fonction du logiciel et de la classe du progiciel à développer ;
- le pourcentage (ou l'augmentation de salaire) du programmeur ;
- les frais d'étude préalables ;
- les consommables éventuelles (papier, impression, ...).

Pour cette étude, il est possible de fixer les éléments suivants :

- le logiciel de développement (avec la licence) : Windev 8 ;
- le programmeur avec un développement complet pendant 5 mois et un salaire moyen de 300 000 F CFA par mois ;
- les frais d'étude préalable pris à deux mois de salaire moyen, soit 300 000 F CFA ;
- les consommables estimés à 300 000 F CFA ;

Tableau 4.4. : Estimation du coût du développement du progiciel

Désignation	Valeur (F CFA)
Le logiciel de développement (Windev 8)	1 291 008 ¹
Le programmeur (5 x 300 000 F CFA)	1 500 000
Les consommables	300 000
Les frais d'étude préalable	600 000
Total	3 691 008

6.2. Le coût des logiciels disponibles sur le marché

Sur le marché, les prix des logiciels sont très variés. Selon le guide de l'informatique², un ordre de valeur peut être donné en fonction de la classe. Ces valeurs sont reprises dans le tableau suivant.

Tableau 4.5. : Plages des prix des logiciels selon la classe

Classe	Plage de prix en F CFA
Classe I	656 000 à 9 840 000
Classe II	9 840 000 à 39 360 000
Classe III	Plus de 39 360 000

6.3. La comparaison des coûts

Il est à rappeler que cette analyse financière ne tient pas compte des retombées et des avantages qu'induisent la mise en place d'une G.M.A.O. On peut considérer qu'ils seront du même ordre quelle que soit la méthode adoptée, la seule différence réside au niveau du taux de réussite.

Il apparaît que le développement en interne du logiciel est largement moins cher financièrement. Quant à l'achat d'un logiciel modulaire, il fait intervenir des frais de maintenance (souvent assurée par une entreprise externe) et de suivi qui font alourdir les dépenses.

¹ Source : <http://www.pesoft.fr/pesoft/tarif.htm>

² <http://www.guidelinformatique.com/NEWS/11.V93.htm>

Conclusion et Recommandations

La mise en place d'un système de G.M.A.O. nécessite une étude préalable du système à informatiser. Il s'agissait ici de faire une analyse conceptuelle complète d'un système d'information qui permettrait de développer un progiciel de G.M.A.O. qui répondrait aux besoins du service de la maintenance de la C.C.I.S.

Dans le cadre de cette étude, il a été question d'abord de l'étude du service de la maintenance de la C.C.I.S. puis du progiciel de G.M.A.O. existant, ensuite de l'analyse conceptuelle basée sur la méthode MERISE du futur progiciel pour terminer avec l'établissement d'un cahier des charges.

Le progiciel déjà existant révèle beaucoup de manquements, tant sur le plan conceptuel que fonctionnel, qui font qu'il ne répond pas aux attentes du service. Certaines lacunes, tels que le manque d'indicateurs de performance ou le manque total de documentation, poussent en effet à la révision complète de ce progiciel.

Sur la base des notions sur la théorie de la maintenance et de certains progiciels du marché, il a été procédé à l'étude du service de la maintenance de la C.C.I.S., y compris le progiciel existant. A l'issue de cette étude et de l'approche conceptuelle, il a été élaboré les besoins qui permettraient de répondre aux exigences du service de la maintenance de la C.C.I.S. De même toutes les procédures de calcul ou les méthodes d'évaluation de certains paramètres entrant dans la gestion du service, tels que les indicateurs FMD, les indices PIEU et IDSQ, l'analyse Pareto, etc., ont été données dans cette étude.

Les trois niveaux d'abstraction de la méthode MERISE ont permis de ressortir les différents modèles indispensables pour le développement du futur progiciel. A l'issue de cette analyse, il a été spécifié un cahier des charges regroupant les principaux résultats.

Une analyse financière conduit à la conclusion que le développement en interne du progiciel est moins coûteux que l'achat d'un progiciel modulaire du marché. Le seul inconvénient est que cette option prend beaucoup plus de temps, mais les taux de réussite et d'adoption après la mise en place effective du progiciel sont plus élevés.

Il faut noter aussi que les progiciels vendus amènent une dépendance vis-à-vis de l'éditeur en terme de maintenance et de mise à jour, ce qui est souvent un handicap de taille pouvant paralyser le système. La conception d'un progiciel de G.M.A.O. en interne semble être plus compliquée et plus longue que l'adoption des progiciels modulaires se trouvant sur le marché. Cette appréhension ne tient pas compte du fait que ces progiciels sont souvent difficilement adaptables, vu leur approche très générale et globale du service de maintenance qui est, en fait, très particulier en fonction de la vocation de l'entreprise. La mise en place d'un progiciel de G.M.A.O. nécessite un engagement total de la direction générale de l'entreprise car elle nécessite un certain nombre de moyens matériels et humains.

C'est ainsi, qu'à l'issue de cette étude, pour la C.C.I.S., il peut être recommandé ce qui suit :

1. sensibiliser tous les acteurs de l'entreprise quant à la nécessité d'un progiciel pour la gestion de la maintenance ;
2. développer un progiciel en interne ;
3. respecter le cahier des charges lors de la programmation tout en laissant des traces de toutes les modifications effectuées ;
4. faire la conception et la programmation en parfaite collaboration avec les acteurs du service de la maintenance ;
5. faire une première version d'évaluation ;
6. nommer un chef de projet ayant de très bonnes notions sur la maintenance mais aussi sur les progiciels de G.M.A.O., à défaut sur l'informatique et les systèmes d'information ;
7. former parfaitement tous les utilisateurs du progiciel in situ, c'est-à-dire après l'intégration et la configuration de l'application.

CONCLUSION GENERALE

La G.M.A.O. est un domaine en pleine expansion mais dont peu d'opérateurs industriels sont conscients de l'importance dans la qualité et la fiabilité du service.

Cette étude nous a permis de mettre en application certaines de nos connaissances acquises lors de notre formation. A travers ce travail nous avons pu développer beaucoup de nos aptitudes utiles à l'entreprise, d'enrichir notre culture scientifique et de renforcer notre expérience du secteur professionnel tout en étant étudiant. Il nous a révélé toutes les difficultés qu'il y a à mener une étude de bout en bout, surtout celles liées à la compréhension et à la maîtrise des théories avant toute application. Une importante partie de ce travail a nécessité des déplacements réguliers sur le terrain. De ce fait, il nous était souvent difficile de concilier nos cours et nos entretiens avec les agents de l'entreprise.

Il est à noter que la principale force de la méthode MERISE réside dans la modélisation conceptuelle qui procède à la séparation des traitements et des données. Toutefois cette séparation pose un problème évident : il n'est pas toujours possible de séparer complètement les données et les traitements car ces derniers sont les manipulateurs des premières. La conception des systèmes d'information suivant la méthode MERISE suppose d'ailleurs une confrontation entre le modèle conceptuel des traitements et le modèle conceptuel des données.

De ce fait, comme toute œuvre scientifique de recherche, même si celle-ci n'en est pas une proprement dite, ce travail comporte certainement des insuffisances. Il conviendrait alors de parfaire cette étude en mettant en application le cahier des charges et les différents modèles donnés dans cette étude. Un progiciel issu de cette étude permettrait d'apporter des corrections significatives, de valider les données et les traitements.

Il serait aussi intéressant de faire une approche de l'analyse avec la méthode UML et comparer l'efficacité de ces deux méthodes d'analyse et de conception.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MONCHY, François ; “La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle” ; Deuxième édition corrigée ; Edition MASSON, Paris, 1996.
- [2] LAVINA, Yves et FERRUCHE, Erick ; “Maintenance et assurance de la qualité, Guide pratique (ISO 9000 - EAQF)” ; Les éditions d'organisation, Paris, 1998.
- [3] SARR, Ngor ; “ Notes de cours *Gestion des Opérations et de la Production I & II* ” ; Ecole Supérieure Polytechnique, Centre de Thiès, 2003 – 2004.
- [4] NIANG, Oumar ; “Notes de cours *Analyse et Conception des systèmes d'information*” ; Ecole Supérieure Polytechnique, Centre de Thiès, 2004 – 2005.
- [5] MOREJON, José ; “MERISE par l'exemple”, Les éditions d'Organisation, Paris, 1991.
- [6] MATHERON, Jean Patrick ; “Comprendre MERISE, outils conceptuels et organisationnels”, les éditions EYROLLES, Paris, 2003.
- [7] MATHERON, Jean Patrick ; “Exercices et cas pour comprendre MERISE”, Les éditions EYROLLES, Paris, 1994.
- [8] ELIL ISSA, Mahamadou ; “Contribution à l'amélioration de la G.M.A.O. (Gestion de la maintenance assistée par ordinateur) de la centrale thermique de la SONCHAR au Niger”. Projet de fin d'études DIC ; Ecole Supérieure Polytechnique, Centre de Thiès, 2002 – 2003.
- [9] SOW, Ibrahima et MBAYE, Abdou ; “ Analyse et Évaluation du système de Maintenance par la G.M.A.O. du Site Acides des ICS”, Projet de fin d'études DIC ; Ecole Supérieure Polytechnique, Centre de Thiès, 2002 – 2003.
- [10] KINDO, Omar ; “Mise en place d'un programme informatique de gestion de la maintenance”, Rapport de stage de fin de cycle DUT ; Ecole Supérieure Polytechnique, Centre de Dakar, 2001 – 2002.
- [11] Quelques sites Web :
http://www.utc.fr/~farges/dess_tbh/96-97/Projets/CQGMAO/CQGMAO.htm
http://www.afim.asso.fr/doc_ref/gmao.asp
<http://www.afim.asso.fr>

<http://www.gmao.org/>

<http://www.logiciel-maintenance.com/>

<http://www.ingexpert.com/>

<http://www.apisoft.fr/>

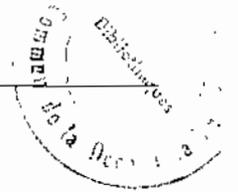
<http://www.groupe-solution.fr/MAINTENANCE/MaintenanceN%B02.pdf>

<http://www.mediater.net/ingenierie/developpement/gmao.htm>

<http://www.siveco.com>

<http://www.itm.fr>

<http://www.guideinformatique.com/NEWS/ELIV93.htm>



ANNEXES

	Page
<u>ANNEXE A1</u> : Définition du processus de production de tuyaux	xv
<u>ANNEXE A2</u> : Définition du processus d'injection	xviii
<u>ANNEXE B1</u> : Organigramme de la C.C.I.S.	xix
<u>ANNEXE B2</u> : Organigramme du Département fabrication Injection	xx
<u>ANNEXE B3</u> : Ordre de travaux de la C.C.I.S.	xxi
<u>ANNEXE B4</u> : Fiche de maintenance préventive de la C.C.I.S.	xxii
<u>ANNEXE B5</u> : Bon de sortie magasin de la C.C.I.S.	xxiii
<u>ANNEXE B6</u> : Fiche de suivi des arrêts machines de la C.C.I.S.	xxiv
<u>ANNEXE B.7.</u> : Vues du progiciel existant à la C.C.I.S. (1).....	xxv
<u>ANNEXE B.8.</u> : Vues du progiciel existant à la C.C.I.S. (2).....	xxvi
<u>ANNEXE C1</u> : Formulaire et indications.....	xxvii
<u>ANNEXE D1</u> : Dictionnaire des données	xxxix
<u>ANNEXE E</u> : Modèle conceptuel des données.....	xlii
<u>ANNEXE F1</u> : Propriétés des associations	xliii
<u>ANNEXE G1</u> : Modèle conceptuel des traitements.....	xliv
<u>ANNEXE H1</u> : Modèle logique des données.....	xlvii

ANNEXES A

ANNEXE A1 : Définition du processus de production de tuyaux

(cf. Figure 1.2.1, Source : Livret d'accueil de la C.C.I.S.)

- ◆ La Réception des matières premières : un contrôle quantitatif et documentaire est effectué pour vérifier la conformité de la matière aux fiches techniques. La matière première est ensuite stockée selon des emplacements définis par le plan de stockage.
- ◆ Le Mélange (Mélangeur) : en fonction de la qualité du tuyau à fabriquer, on détermine la composition du mélange, la quantité de PVC en poudre et la quantité des additifs (stabilisants, colorants, agents modificateurs, lubrifiant, etc.) Les divers constituants du mélange sont introduits dans un mélangeur qui, grâce à un brassage intense, donne une poudre homogène, de consistance et de couleur requises: le Dry-blend. Le mélange est ensuite mis en caisse, définie par type de tube et par type de machine. Chaque caisse comporte des indications précises sur son contenu afin d'assurer la traçabilité du produit. Elle est déposée au pied des machines en fonction des fiches de réglages afin qu'elles soient alimentées grâce à un système automatique.
- ◆ L'extrusion : le Dry-blend est stocké dans des silos intermédiaires à partir desquels les extrudeuses sont alimentées. Celles-ci sont équipées chacune de deux vis tournant en sens inverse et d'un fourreau cylindrique chauffé par des résistances électriques. La matière est chauffée, plastifiée et poussée vers la sortie de l'extrudeuse où est montée une filière de diamètre sensiblement supérieur au diamètre du tuyau que l'on désire fabriquer.
- ◆ La calibration : la préforme du tuyau sortie de la filière de l'extrudeuse entre dans un bac de calibrage dans lequel on crée le vide grâce à une ou plusieurs pompes à vide ayant pour anneau fluide l'eau qui circule dans le bac. Grâce à la différence de pression existant entre l'intérieur du tuyau (pression atmosphérique) et la pression dans le bac (pression inférieure à la pression atmosphérique, en l'occurrence le vide), le tuyau se dilate, ce qui garantit au tuyau une parfaite cylindricité.

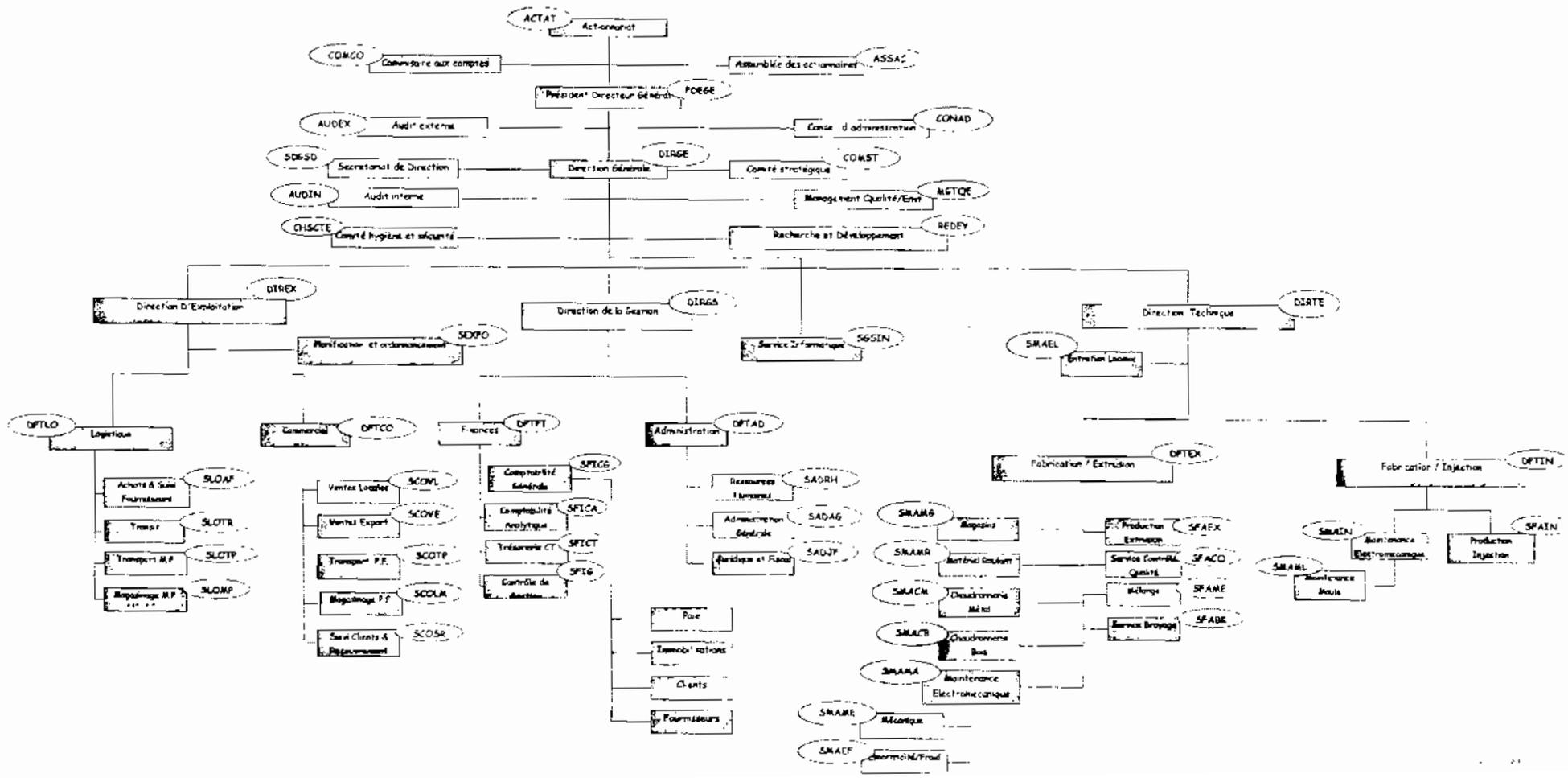
En fonction du vide dans le bac et de la vitesse de tirage du tuyau, on règle l'épaisseur du tuyau, donc son diamètre intérieur (le diamètre extérieur étant déterminé par la filière).

- ◆ Le refroidissement : le tuyau sorti du bac de calibrage est encore chaud à cause de la vitesse d'extrusion : il est refroidi dans un autre bac dans lequel circule de l'eau de refroidissement qui est pulvérisée sur le tube.
- ◆ La marqueuse : tous les tubes de la C.C.I.S. sont marqués et identifiés (C.C.I.S., DKR, diamètre, nom du client, date et heure de fabrication,...) afin de garantir une traçabilité pour le client.
- ◆ La tireuse : elle définit la vitesse d'avance du tube. Un équilibre entre celle-ci et le débit de l'extrusion définit l'épaisseur du tuyau (débit faible, vitesse rapide, tuyau fin, et vice-versa).
- ◆ La scie : le tuyau est coupé à la longueur requise par le cahier des charges du client ou de la norme selon la longueur standard de six mètres. En même temps que le tuyau est coupé, il est biscauté afin de faciliter son emboîtement.
- ◆ L'enrouleur (P.I.) : les tuyaux P.F. sont enroulés suivant des standards de 50, 100, 150, 200, 300 mètres ou suivant la commande du client. Les tourets peuvent varier suivant le diamètre du tube. Chaque rouleau est muni d'une étiquette pour l'identification, comportant le diamètre, C.C.I.S. et éventuellement le nom du client.
- ◆ Le tulipage (P.V.C.) : l'extrémité non biscautée du tube est chauffée puis agrandie afin de garantir l'emboîtement.
- ◆ Le contrôle Qualité : à chaque étape de la fabrication d'un tuyau, le système Qualité est présent et suit des règles prédéfinies appelées Plan Contrôle. Il procède aussi à la vérification de la conformité des matières premières et du produit fini.
- ◆ Le stockage : le service logistique gère le stockage des produits finis dans des conditions optimales garantissant une bonne qualité.

ANNEXE A2 : Définition du processus d'injection

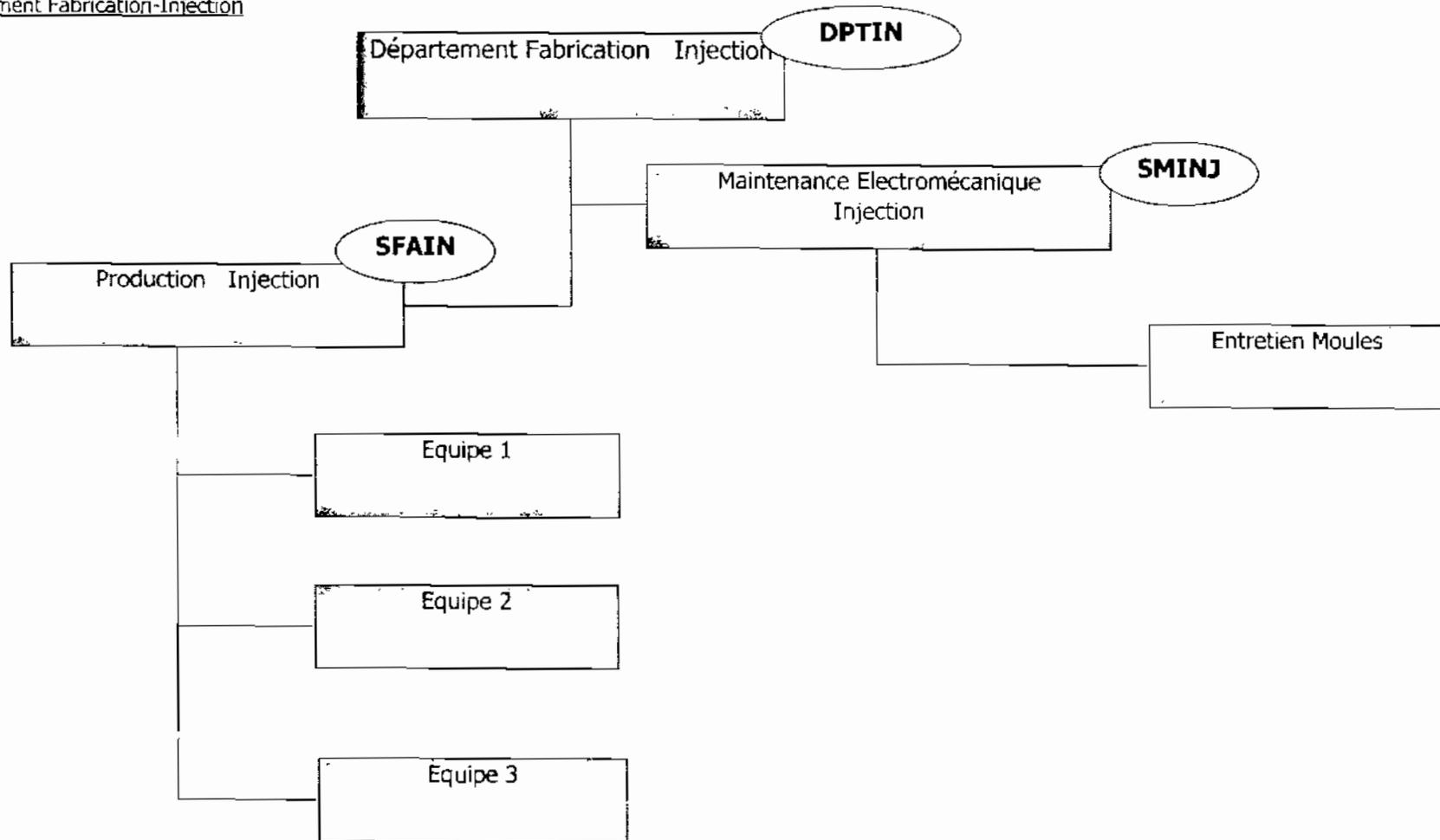
(cf. Figure 1.2.2 ; Source : Nous même)

- ◆ La réception des matières premières : cette phase est identique à celle du processus de fabrication de tuyaux ; elle est d'ailleurs effectuée par le même service et dispose des mêmes locaux.
- ◆ Le bac de matière première : la machine d'injection dispose d'un bac permettant d'alimenter la presse à injecter. Le remplissage de ce bac se fait généralement manuellement par des opérateurs qui s'occupent du processus de fabrication.
- ◆ La presse à injecter : c'est une extrudeuse doter d'un système hydraulique permettant d'injecter la matière plastifiée dans le moule. Les deux vis de l'extrudeuse font circuler la matière le long du fourreau chauffé par de colliers chauffants, ce qui permet de plastifier le P.V.C. ou le P.E. Selon un cycle prédéfini, le système hydraulique fait translater le fourreau et la matière est injectée dans le moule.
- ◆ Le moule : c'est un des éléments principaux de l'injection. En fonction du type d'élément à fabriquer (coude, té, bouchon de sécurité, ...) un moule est monté à la sortie du fourreau. Il est composé généralement de deux parties reliées à un système hydraulique permettant d'évacuer plus facilement les éléments. Il est refroidi par de l'eau froide qui circule dans des conduites incorporées dans le moule afin de maintenir la forme donnée.
- ◆ La récupération du produit fini : une fois le produit refroidi, il est chassée du noyau et récupéré dans un bac placé sous le moule. Après un contrôle qualité, le produit mis dans des sacs en vu d'être stocké ou livré.
- ◆ Le stockage : de même que pour la tuyauterie, les produits finis de l'injection sont stockés par le service logistique dans des conditions optimales de qualité.



ORGANIGRAMME

Département Fabrication-Injection



Date :17/05/04

Rev : 06

CCIS ORDRE DE TRAVAIL O.T. N° 1549

URGENCE		SERVICES OU ATELIERS CONCERNES								EXECUTION			
1	2	3	4	CHAUDRO		MECAN		ELECTRI.		REGULA.	MO	DATE D'EMISS. BT	DATE FIN TRAVAUX
				MET	BOIS	MEC	OUT	ELEC	TUL				

NATURE DES TRAVAUX				CODE	01	02	COUT ESTIMATIF		COUT DEFINITIF		
DESTINATION OU AFFECTATION DES TRAVAUX				CODE				FOURNITURE <input type="checkbox"/> F		FOURNITURE <input type="checkbox"/> F	
DESCRIPTION DES TRAVAUX								MAIN-D'OEUVRE <input type="checkbox"/> F		MAIN-D'OEUVRE <input type="checkbox"/> F	

DS 11
bonnement
doux (08) 6208 pour la
pompe à vide de la DSU
9^e bac

MANUTENTION			
CAMION	<input type="checkbox"/>	VOITURE	<input type="checkbox"/>
REMORQUE	<input type="checkbox"/>	GRUE	<input type="checkbox"/>
TRACTEUR	<input type="checkbox"/>	FOURCHETTE	<input type="checkbox"/>
MAMITOU	<input type="checkbox"/>	PONT ROULANT	<input type="checkbox"/>
PALAN	<input type="checkbox"/>	TIRE FOR	<input type="checkbox"/>

SECURITE			
BON DE FEU	<input type="checkbox"/>	CEINTURE	<input type="checkbox"/>
ECHAFAUDAGE	<input type="checkbox"/>	MASQUES	<input type="checkbox"/>
ECHELLES	<input type="checkbox"/>	LUNETTES	<input type="checkbox"/>

Documents joints : et Visas _____

CONSIGNES PARTICULIERES COUPURE

ELECTRICITE <input type="checkbox"/>	ARRET VAPEUR <input type="checkbox"/>
ARRET EAU <input type="checkbox"/>	ARR. AIR COM. <input type="checkbox"/>
ARRET ACIDE <input type="checkbox"/>	ARRET RUEL <input type="checkbox"/>

Pointage								Visa Chef de Service									
Noms et Prénoms	Matricule	SEMAINE N°							Noms et Prénoms	Matricule	SEMAINE N°						
		L	M	M	J	V	S	D			L	M	M	J	V	S	D
TOTAL								TOTAL									

Noms et Prénoms	Matricule	SEMAINE N°							Noms et Prénoms	Matricule	SEMAINE N°						
		L	M	M	J	V	S	D			L	M	M	J	V	S	D
TOTAL								TOTAL									

LIGNE	FICHE SEMESTRIELLE		
DS 85	N° Semaine :		
Equipements	Code	Description des actions	Affectations
EXTRUDEUSE			
BAC D VIDE			
BAC S VIDE		Vérifier les joints des portes de visite Contrôler les joints	
BAC ASP		Vérifier les joints des portes de visite Contrôler les joints	
MARQUEUSE			
TIREUSE			
SCII		Remplacer l'huile du centrale hydraulique	
TRIPLEUSE		Vidange du réservoir hydraulique	
Observations			

C.C.I.S.

BON DE SORTIE MAGASIN

N°:

DATE :/...../.....

N° O.T.:

EMETTEUR :

Qantité	Désignation	Code

OBSERVATION

Visa Magasinier : Visa demandeur :

C.C.I.S.

BON DE SORTIE MAGASIN

N°

DATE :/...../.....

N° O.T.:

EMETTEUR :

Qantité	Désignation	Code

OBSERVATION

Visa Magasinier : Visa demandeur : AMPS 1 Page 1

Machine: K F		Responsable: BOISY BIAGNY WANE				Equipe: 7h - 15h		Responsable:				Equipe: 15h - 23h		Responsable:		Equipe: 23h - 7h		
Localisation panne	HEURES DE PANNE						HEURES DE PANNE						HEURES DE PANNE					
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
Alimentation																		
Extrudeuse	09h00	09h15																
	10h30	10h50																
Tête																		
Bacs vide n°	12h02	12h30																
Bacs vide n°																		
Bacs asperion																		
Marqueuse																		
Tireuse																		
Scie																		
Tulpeuse																		
Froid																		
Compresseur																		
Groupe Senelec																		
	DESCRIPTION DES TRAVAUX						DESCRIPTION DES TRAVAUX						DESCRIPTION DES TRAVAUX					
Travaux engagés	Changement de domo cream alimentation générale																	
	Modification de la 200 22 par 23 pour un																	
	charriage plus complet avec PAPE SARA																	
Travaux à suivre	Montage et serrage rampe buse d'alimentation																	
	bac 1 du 1er compartiment																	
Consignes relevées																		
Passations	Acceptées par		validation.				Acceptées par.		validation.				Acceptées par		validation.			

Annexe B.7. : Vues du progiciel existant à la C.C.I.S. (1)

Demande de travaux

Ordre de Travail : 171404 Date création : 03/11/2007 Imputation : Ferme le :
 Expression du travail : Travail préventif Travaux de travaux Maintenance : Etat : ▼

Nom de l'outil :

Fiche

Nom de l'outil :

Nature du travail : ▼

Destination travail

Machine Outillage Zone de travail

Code :

Machine :

ETAT DE L'EQUIPEMENT

- Arrêt
- Marché

Dispositions

Securite / Equipement	
Bouclier	Éclairage
Écran/bouclier	Masque
Echelle	Lunette
Coûts	
Électricité	Vapeur
Eau	Air comprimé
Acide	Fuel
Maintenance	
Câbles	Colonne
Électrique	Trappe
Facteur	Foudre/relais
Motors	Prat. tournant
Pales	Trajet

Annexe B.8. : Vues du progiciel existant à la C.C.I.S. (2)

Fiche d'une machine

Cette machine:

Ligne:

Intégration machine:

Mue essentielle:

Analyse des coûts d'intervention

Coût pièce:

Coût Ac:

Montant total:

Atelier:

Reference:

Numero facture:

Devis N°:

Valeur d'origine:

Centre d'impression

Machine analytique:

Centre d'activité:

Observation

Liste des outillages de la machine

Code Outillage	Désignation

FABRICATION

Marque:

Model:

N. Serie:

Fabricant:

ANNEXES C

ANNEXE C1 : Formulaire et indications

1. Les amortissements

L'amortissement (fiscal) est une écriture comptable qui permet de répartir les coûts d'acquisition d'un actif sur sa durée de vie afin de mieux faire coïncider les revenus et les dépenses encourues. Dans la fonction maintenance, il intervient dans l'évaluation du coût de possession d'un matériel (connu sous le nom anglais L.C.C. : life cycle cost).

On distingue trois (3) modes de calcul de l'amortissement : linéaire, dégressif et accéléré.

a) L'amortissement linéaire

Ce type d'amortissement est aussi appelé amortissement constant. Pour ce mode, l'amortissement la première année est calculé au prorata temporis et la dernière est égale à la valeur nette comptable (la valeur résiduelle) si cette dernière est inférieure à l'annuité de l'amortissement.

Cependant, dans le cadre de l'évaluation du coût de possession d'un matériel, l'amortissement sera considéré comme constant et est égal à l'annuité déterminée.

Soient :

- A : annuité de l'amortissement (f CFA / an) ;
- VO : la valeur d'origine du matériel (coût d'acquisition, f CFA) ;
- n : la durée normale d'utilisation (années) ;

$$A = \frac{VO}{n} \quad (1.1)$$

Le taux d'amortissement (t) est donné par :

$$t = \frac{1}{n} \quad (1.2)$$

b) L'amortissement accéléré

Le code des impôts sur le revenu prévoit : « pourront faire l'objet d'un amortissement accéléré, les matériels et outillages neufs remplissant à la fois la double fonction :

- être utilisés exclusivement pour les opérations industrielles de fabrication, de manutention, de transport ou d'exploitation agricole ;
- être utilisables cinq (5) ans au plus.

Pour ces éléments d'actifs, le montant de la première annuité comprendra une annuité réduite calculée au prorata temporis plus une annuité complète : la durée d'utilisation prévue se trouve réduite d'une année complète. Les annuités se calculent de la même manière que pour l'amortissement linéaire.

c) L'amortissement dégressif

Il peut être utilisé pour les biens d'équipement neufs et autres sauf les immeubles d'habitation, les chantiers et les locaux servant à l'exploitation de la profession, acquis ou fabriqués depuis le 1^{er} janvier 1987 par les entreprises industrielles.

Le montant de l'amortissement est obtenu par l'application d'un taux constant à la valeur résiduelle. Ce taux est obtenu à partir du taux linéaire affecté d'un coefficient égal à :

- 2 si la durée normale d'utilisation est de cinq (5) ans ;
- 2,5 lorsque la durée normale d'utilisation est comprise entre cinq (5) et dix (10) ans.

La première annuité doit être réduite au prorata temporis en partant du mois de mise en service. Lorsque l'amortissement calculé à partir du taux dégressif devient inférieur au quotient de la valeur résiduelle sur le nombre d'année d'utilisation normale restant à couvrir,

il convient de terminer l'amortissement en prenant des annuités constantes égales à : $\frac{VR}{n'}$

où **VR** est la valeur résiduelle et **n'** le nombre d'année normales d'utilisation restantes.

2. Les indicateurs F.M.D.

Les indicateurs F.M.D. (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité) sont définis comme suit :

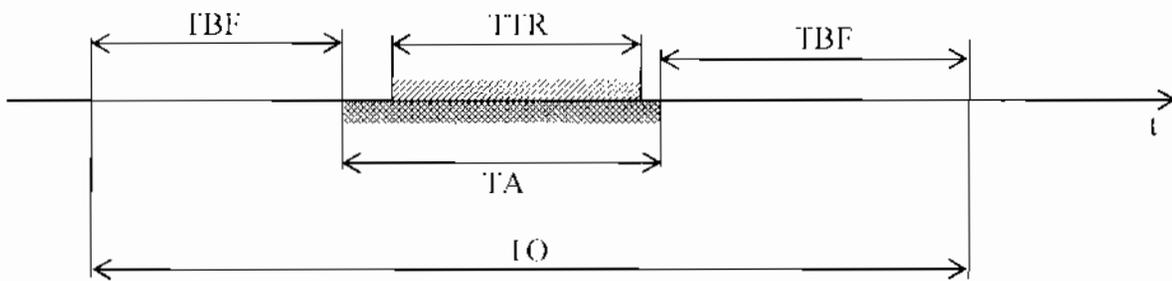
- la fiabilité : c'est la probabilité de bon fonctionnement qui est évaluée par la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) ;
- la maintenabilité : c'est la probabilité de durée d'une bonne réparation qui est évaluée par la moyenne des temps techniques de réparation (MTTR) : vu que les temps techniques de réparation sont peu différents des temps d'arrêts, on assimile la moyenne des temps techniques de réparation à la moyenne des temps d'arrêts ;
- la disponibilité : c'est la probabilité d'assurer un service requis : elle est évaluée à partir des deux critères précédents. Il s'agira de déterminer la disponibilité opérationnelle, c'est-à-dire pour chaque équipement, et la

disponibilité résultante en rapport avec, par exemple, toute la ligne de production.

Soient :

- TO : le temps d'ouverture ;
- TA : le temps d'arrêt ;
- TBF : le temps de bon fonctionnement ;
- TTR : le temps technique de réparation ;
- MTA : moyenne des temps d'arrêts ;
- MTBF : moyenne des temps de bon fonctionnement ;
- MTTR : moyenne des temps techniques de réparation ;
- D_{op} : disponibilité opérationnelle ;
- D_{res} : disponibilité résultante ;
- n : nombre d'occurrence ;

Figure C.1.1 : Graphe des temps



Source : MONCHY François : " La fonction maintenance, Formation à la gestion de la maintenance industrielle " [1]

$$MTTR = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TTR_i \approx MTA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TA_i \quad (2.1)$$

$$MTBF = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TBF_i \quad (2.2)$$

$$D_{op} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.3)$$

$$D_{res} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_{opi} \quad (2.4)$$

3. L'indice d'incidence directe sur la qualité (IDSQ)

L'indice d'incidence directe sur la qualité est le résultat de la réponse à trois (3) questions :

- L'équipement génère-t-il des non qualités avec répercussions sur le client ?
→ IQ : Indice de qualité ;
- L'action de la maintenance agit-elle sur les non qualités ?
→ IM : Indice de maintenance ;
- Existe-t-il des risques associés à l'équipement ?
→ IS : Indice de sécurité ;

Selon la réponse (notée de 1 à 4 selon l'échelle définie au tableau C.3.1.) donnée à chacune de ces questions, on évalue l'incidence directe sur la qualité par multiplication ou par addition des valeurs prises par les réponses.

$$IDSQ = IQ \times IM \times IS \quad (3.1)$$

$$IDSQ = IQ + IM + IS \quad (3.2)$$

Tableau C.3.1. : Table de calcul de l'I.D.S.Q.

Désignation	Note	Libellé
Indice de qualité (IQ)	1	N'engendre pas de non qualités
	2	Non qualité non perçue par le client (gêne)
	3	Non qualité perçue par le client (déclassement)
	4	Non qualité (hors cahier des charges et/ou spécifications)
Indice de maintenance (IM)	1	Les actions de maintenance ne peuvent pas agir sur la non qualité
	2	Les actions de maintenance peuvent corriger la non qualité
	3	Les actions de maintenance peuvent prévenir la non qualité
	4	Les actions de maintenance suppriment la non qualité
Indice de sécurité (IS)	1	Sans risque pour les hommes, les biens et l'environnement
	2	Avec risques présumés
	3	Avec risques déjà identifiés
	4	Biens classer à haut risque

Source : LAVINA Yves & PERRUICHE Erick : "Maintenance et assurance de la qualité, guide pratique" [2]

Plus l'indice I.D.S.Q. est élevé, plus l'équipement a une incidence sur la qualité plus significative.

4. L'indice de criticité (P.I.E.U.)

La criticité mesure les conséquences des dysfonctionnements de l'équipement sur le fonctionnement général de l'entreprise. Elle est mesurée à partir des quatre (4) critères suivants :

1^{er} critère : P – Incidence de PANNES

Il s'agit de refléter les répercussions tant techniques qu'économiques, sur l'environnement ou la sécurité des personnes et des biens, autrement dit, la gravité prévisionnelle associée à l'apparition d'un dysfonctionnement.

2^{ème} critère : I – IMPORTANCE de l'équipement

L'importance caractérise l'influence d'un dysfonctionnement sur l'activité productive de l'entreprise.

3^{ème} critère E – ETAT de l'équipement

Il est lié à l'âge du matériel, sa précision, son usure, son implantation (ambiance poussiéreuse, abrité ou non, ...). Il peut se déterminer globalement d'après l'aspect général, l'état des organes de travail, le niveau de vétusté et d'obsolescence des équipements de contrôle et de commande électrique.

4^{ème} critère U – Taux d'UTILISATION

Il s'agit du rapport entre le temps d'utilisation de l'équipement et le temps d'ouverture.

Un poids, comportant quatre niveaux de zéro (0) à trois (3), est associé à chacun de ces critères. Il permettrait l'évaluation et la notation de chaque équipement.

Le tableau C.4.1. permet d'attribuer les niveaux.

Tableau C.4.1. : Table d'évaluation de la criticité

Critères \ Poids	0	1	2	3
P INCIDENCE DES PANNES	Répercussions graves sur la qualité et/ou l'environnement	Répercussions sur la qualité avec génération de rebuts	Retouches possibles	Aucune répercussion sur la qualité
I IMPORTANCE	Stratégique, pas de délestage sur une autre machine, sous-traitance impossible	Important, pas de délestage sur une autre machine, sous-traitance possible	Secondaire, délestage possible	Equipement de secours
E ETAT	A rénover ou à réformer	A réviser	A surveiller	A l'état spécifier
U TAUX D'UTILISATION	Saturé	Elevé	Moyen	faible

Source : LAFINA Yves & PERRUCCIE Erick : "Maintenance et assurance de la qualité, guide pratique" [2]

A partir de ces appréciations, la criticité CR se calcule, équipement par équipement, en multipliant entre elles les valeurs de chaque critère.

$$CR = P \times I \times E \times U \quad (3.1)$$

Avec ce principe de notation, plus la valeur de CR est faible, plus la criticité est importante. Un équipement avec criticité égale à zéro (0) est "super criticité". On observe qu'une seule appréciation de niveau zéro (0) pour l'un des quatre critères entraîne la super criticité d'un équipement.

Il est souvent recommandé de classer les équipements en trois catégories :

- Ceux qui sont « super critiques » : $CR = 0$;
- Ceux qui sont critiques (par exemple $0 \leq CR \leq 3$) ;
- Ceux qui sont ordinaires ($CR > 3$).

5. L'analyse Pareto

L'analyse Pareto, connue aussi sous le nom d'analyse ABC ou de la loi 20-80, est une méthode de choix, d'aide à la décision, permettant de déceler, entre plusieurs problèmes, ceux qui doivent être abordés en priorité, ou entre plusieurs éléments ceux qui méritent une attention particulière, ou des questions de nature similaire.

Elle permet au gestionnaire de faire une première sélection et de ne pas se laisser accaparer par des travaux certes utiles mais de faible importance par rapport au volume des autres travaux par exemple.

Pour illustrer la méthode, il sera utilisé un exemple basé sur la gestion des stocks, pour les autres cas, il sera précisé seulement les grandeurs à prendre en compte.

Pour la gestion de stock, il sera fait trois classes : A, B et C.

Tableau C.5.1. : Loi de Pareto pour le stock

% en Nombre	% en valeur	Classe
5 à 20	70 à 80	A
30 à 40	15 à 20	B
60 à 70	5 à 10	C

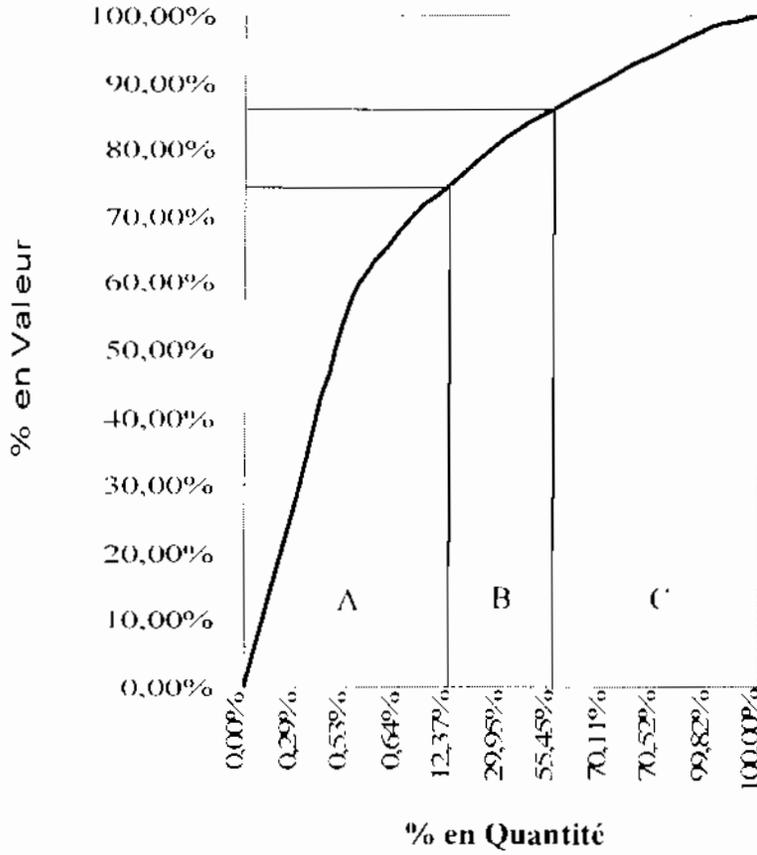
Source : SARR Ngor ; "Notes de Cours : Gestion des Opérations et de la Production" [3]

Application à un exemple

Tableau C.5.2. : Exemple d'application de la classification ABC

Article	Qté	PU	Valcur	% Qté	% Valcur	Σ % Qté	Σ % Valeurs	Classe
PALSKF045	5	25 000	125 000	0,293%	28,420%	0,293%	28,420%	A
ROU6002-Z	4	30 000	120 000	0,234%	27,284%	0,528%	55,704%	A
BUTSKF309	2	27 000	54 000	0,117%	12,278%	0,645%	67,982%	A
FUS10A-F	200	150	30 000	11,723%	6,821%	12,368%	74,802%	A
VISBTRM12x20x12	300	100	30 000	17,585%	6,821%	29,953%	81,623%	B
RONGRM10x26x3	435	45	19 575	25,498%	4,451%	55,451%	86,074%	B
ECR11DM10x8x7	250	75	18 750	14,654%	4,263%	70,106%	90,337%	C
TGF-PM8x250	7	2 500	17 500	0,410%	3,979%	70,516%	94,316%	C
RONPLM12x26x2	500	35	17 500	29,308%	3,979%	99,824%	98,295%	C
FORCY12	3	2 500	7 500	0,176%	1,705%	100%	100%	C
Total	1 706	-	439 825	100%	100%	-	-	-

Figure C.5.1. : Courbe de classification ABC



Cette analyse devrait se faire pour :

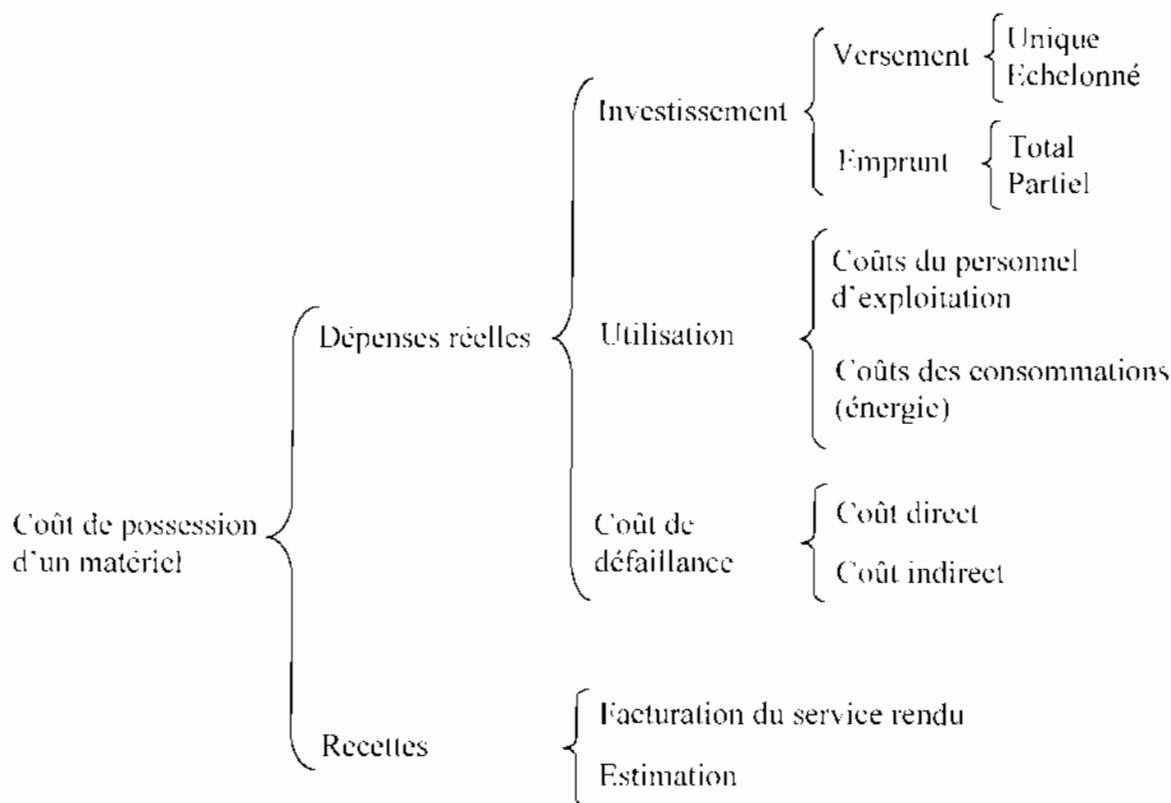
- Les travaux : sur les heures d'interventions par type de pannes, sur les types de pannes par nombre de fois ;
- Les équipements : sur les heures d'arrêt par équipement, sur le coût de possession par équipement ;
- Les éléments en stock : sur le nombre de rotations par élément, sur la valeur par quantité, sur le prix unitaire par élément.

6. Le coût de possession d'un matériel

Le coût de possession d'un matériel permet d'intégrer les dépenses de maintenance à la gestion du cycle de vie d'un bien industriel. Il comprend normalement les dépenses relatives à la possession du matériel et les recettes qu'il procure.

C'est un outil d'aide à la décision du tableau de bord qui peut être évalué par mois et par an.

Figure C.6.1. : Constitution du coût de possession d'un matériel



Source : MONCHY Yves, " La fonction maintenance, Formation à la gestion de la maintenance industrielle" [1]

N.B. : Dans le cas où l'évaluation d'une valeur est fastidieuse, il est possible de faire une estimation ou d'ignorer cette donnée tout en prenant soin de travailler sur la même base pour tous les équipements.

Le cas le plus fréquent est la prise en compte des données suivantes :

- les amortissements ;
- les coûts de maintenance (préventive, curative, sous-traitance, pièces de rechange) ;
- les coûts des consommations (énergie, utilitaires) ;
- les charges diverses (coûts de défaillance, frais fixes, ...).

7. La valorisation du stock

Le prix (ou le coût) d'un élément en stock peut s'évaluer selon plusieurs règles en fonction de son utilisation et des règles de gestion. Pour ce qui est de l'évaluation des coûts pour la gestion de la maintenance, on peut citer : le prix moyen simple, le prix moyen pondéré, le prix FIFO, le prix LIFO.

a) Le prix moyen simple

Le prix moyen simple se calcule sans tenir compte des quantités en stock et des quantités entrées.

Soient :

PMS : le prix moyen simple ;

PES : le prix des éléments en stock ;

PNE : le prix des nouvelles entrées.

$$PMS = \frac{PES + PNE}{2} \quad (7.1)$$

b) Le prix moyen pondéré

Le prix moyen pondéré s'évalue en tenant compte de quantité.

Soient :

PMP : le prix moyen pondéré ;

PES : le prix des éléments en stock ;

PNE : le prix des nouvelles entrées ;

Qté_stock : la quantité en stock ;

Qté_entrée : la quantité entrée.

$$PMP = \frac{Qté_stock}{Qté_stock + Qté_entrée} \times PES + \frac{Qté_entrée}{Qté_stock + Qté_entrée} \times PNE \quad (7.2)$$

c) Le prix unitaire moyen pondéré

Il est calculé en fin de période : la périodicité étant fixée au préalable par le gestionnaire de stock.

Soient :

PUMP : Le prix unitaire moyen pondéré ;

VSI : la valeur du stock initial ;

VE : la valeur de toutes les entrées durant la période considérée ;

Qté_SI : le stock initial (en quantité) ;

Qté_TI : la quantité de toutes les entrées durant la période considérée ;

$$PUMP = \frac{VSI + VE}{Qté_SI + Qté_TI} \quad (7.3)$$

d) Le prix FIFO

Le terme FIFO est un anglicisme qui signifie « *First in first out* » autrement dit Premier entrée premier sortie. Ce concept est utilisé, en terme d'évaluation de prix, pour signifier par exemple que le stock est évalué au prix des premiers éléments entrés en stock. C'est pourquoi cette méthode est aussi appelée méthode de l'épuisement successif des stocks.

e) Le prix LIFO

LIFO est aussi un anglicisme signifiant « *Last in first out* », Dernier entré premier sorti. Avec ce concept un élément est évalué au prix des derniers éléments entrés en stock.

ANNEXES D**ANNEXE D1 : Dictionnaire des données**

N.B. : Dans le dictionnaire des données, les identifiants des entités sont répertoriés par la mise en forme en gras et précédés du signe #. Les abréviations suivantes sont utilisées :

A : alphabétique.

AN : alphanumérique.

N : numérique.

M : monétaire.

La taille indique le nombre de caractères.

Tableau D.1.1. Dictionnaire des données

Entités	Propriétés	Signification	Type	Taille	Règles Intégrité Remarques
ORDRES TRAVAUX	# ref_ ot	Référence de l'ordre de travail	AN	10	A créer
	date_ cr_ ot	Date de création de l'ordre de travail	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
	date_ ou_ ot	Date d'ouverture de l'ordre de travail	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
	etat_ ot	L'état de l'ordre de travail (Ouvert, En cours, Fermé)	A	10	Sélection
	date_ fe_ ot	Date de fermeture de l'ordre de travail	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
	type_ travail	Le type de travail (Preventif, Curatif, Nouveau)	A	10	Sélection
	specifite_ travail	La spécificité du travail (Prédéfini, Nouveau)	A	10	Sélection
	degre_ ot	Le degré d'urgence de l'ordre de travail (Prioritaire, Urgent, A planifier, Entretien)	A	10	Sélection
	bon_ jeu	Nécessite un bon de jeu (Oui/Non)	A	3	A cocher
	echal	Nécessite un échafaudage (Oui/Non)	A	3	A cocher
	echelle	Nécessite une échelle (Oui/Non)	A	3	A cocher
	ceinture	Nécessite une ceinture (Oui/Non)	A	3	A cocher
	masque	Nécessite un masque (Oui/Non)	A	3	A cocher
	gants	Nécessite des gants (Oui/Non)	A	3	A cocher
	lunettes	Nécessite des lunettes (Oui/Non)	A	3	A cocher
	cadenassage	Nécessite de cadenassage (Oui/Non)	A	3	A cocher
	electricite	Couper l'électricité (Oui/Non)	A	3	A cocher
	eau	Couper l'eau (Oui/Non)	A	3	A cocher
	air_ comp	Couper l'air comprimé (Oui/Non)	A	3	A cocher
	fuel	Couper le fuel (Oui/Non)	A	3	A cocher
	camion	Nécessite un camion (Oui/Non)	A	3	A cocher
	remorque	Nécessite une remorque (Oui/Non)	A	3	A cocher
	tracteur	Nécessite un tracteur (Oui/Non)	A	3	A cocher
	manitou	Nécessite un manitou (Oui/Non)	A	3	A cocher
	palan	Nécessite un palan (Oui/Non)	A	3	A cocher
	voiture	Nécessite une voiture (Oui/Non)	A	3	A cocher
	grue	Nécessite une grue (Oui/Non)	A	3	A cocher
	pont_ roulant	Nécessite un pont roulant (Oui/Non)	A	3	A cocher
	tire_ fort	Nécessite un tire fort (Oui/Non)	A	3	A cocher
	dispo_ ot	La date et l'heure de disponibilité	Date	-	A créer (hh mm . jj mm aaaa)
rap_ ot	Libellé du rapport et remarque	AN	200	A saisir	
FAM LIGNE	# num_ fam_ lig	Le numéro de la famille de ligne	N	5	Automatique
	desig_ fam_ lig	désignation de la famille de ligne	AN	50	A créer
LIGNE	# code_ lig	Code de la ligne	AN	6	A créer (AAAANN)
	desig_ lig	La désignation de la ligne	AN	25	A créer
	mise_ serv	Date de mise en service	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
	type_ lig	Le type de ligne (Production, Annexes, Administration)	A	15	Sélection
	etat_ lig	Ligne opérationnelle (Oui/Non)	A	3	A cocher
MACHINES THEO	# num_ mach_ theo	Numéro de la machine théorique	A	9	Automatique
	desig_ mach_ theo	Désignation de la machine théorique	AN	50	A créer
FAM MACH	# code_ fam_ mach	Code de la famille de machine	AN	10	A créer
	desig_ fam_ mach	Désignation de la famille de machine	AN	50	A créer

Tableau D.1.1. - Dictionnaire des données (suite)

Entités	Propriétés	Signification	Type	Taille	Regles Intégrité Remarques
MACHINES	# code mach	Code de la machine	AN	20	A créer
	desig mach	Désignation de la machine	AN	50	A créer
	ref four mach	Référence du fournisseur	AN	20	A créer
	ref lab mach	Référence du fabricant	AN	20	A créer
	marq mach	La marque de la machine	AN	20	A créer
	modele mach	Le modèle de la machine	AN	20	A créer
	num serie mach	Le numéro de serie de la machine	AN	20	A créer
	fab mach	Le fabricant de la machine	AN	20	A créer
	date acq mach	La date d'acquisition de la machine	Date	-	A créer (jj.mm.aaaa)
	date serv mach	La date de mise en service de la machine	Date	-	A créer (jj.mm.aaaa)
	photo mach	La photographie de la machine	Image	-	A insérer
	cout acq mach	Le coût d'acquisition de la machine	M	10	A créer
	dur mach	La durée d'utilisation prévue	N	3	A créer (en années)
	ech garan mach	L'échéance de la garantie	Date	-	A créer (jj.mm.aaaa)
	type amort mach	Le type d'amortissement appliqué (Linéaire, Dégressif, Accéléré)	A	10	Sélection
	val iq mach	Valeur de l'indice de qualité	N	1	Sélection
	val mp mach	Valeur de l'indice de maintenance	N	1	Sélection
	val rs mach	Valeur de l'indice de sécurité	N	1	Sélection
	val ip mach	Poids de l'incidence des pannes	N	1	Sélection
	val i mach	Indice d'importance	N	1	Sélection
	val ie mach	Indice de l'état de la machine	N	1	Sélection
	val ut mach	Taux d'utilisation de la machine	N	1	Sélection
	remarques mach	Les remarques éventuelles sur la machine	AN	100	A saisir
MAIN PLANNING	# ref fiche main pla	La référence de la fiche de maintenance	AN	10	A créer
	periode main pla	Periodicité de la maintenance préventive (Journalière, Hebdomadaire, Mensuelle, Bimestrielle, Trimestrielle, Semestrielle, Annuelle, Conditionnelle)	A	15	Sélection
TACHES ELE	# num tache ele	Numero de la tâche elementaire	N	10	Automatique
	desig tache ele	Désignation de la tâche elementaire	AN	50	A créer
	tps st tache ele	Le temps standard de la tâche elementaire	N	5	A créer (En heures)
FICHE TECH	# ref fiche tech	La référence de la fiche technique	AN	20	A créer
	desig fiche tech	Désignation de la fiche technique	AN	50	A créer
	lien fiche tech	Le lien donnant accès à la fiche technique	AN	-	A définir
FAMILLE	# code fam elt	Le numero de la famille d'element	N	10	A créer
	desig fam elt	designaton de la famille d'element	AN	50	A créer
ELEMENTS STOCK	# ref el stock	Référence de l'élément en stock	N	25	Automatique
	desig element	La designation de l'element	AN	50	A créer
	nat element	La nature de l'element (Piece, Outillage, Consommable)	A	12	Sélection
	ref four el	Référence du fournisseur	AN	20	A créer
	ref lab el	Référence du fabricant	AN	20	A créer
	photo el	La photographie de l'element	Image	-	A insérer
	code barre el	Le code barre de l'element	AN	20	A créer
	stock_min	Le stock minimum	N	10	A créer
	qte econo	La quantité economique à commander	N	10	A créer
	mod eva prix	Le mode d'évaluation du prix (Prix moyen simple, Prix moyen Ponderé, Prix FIFO, Prix LIFO)	A	20	Sélection

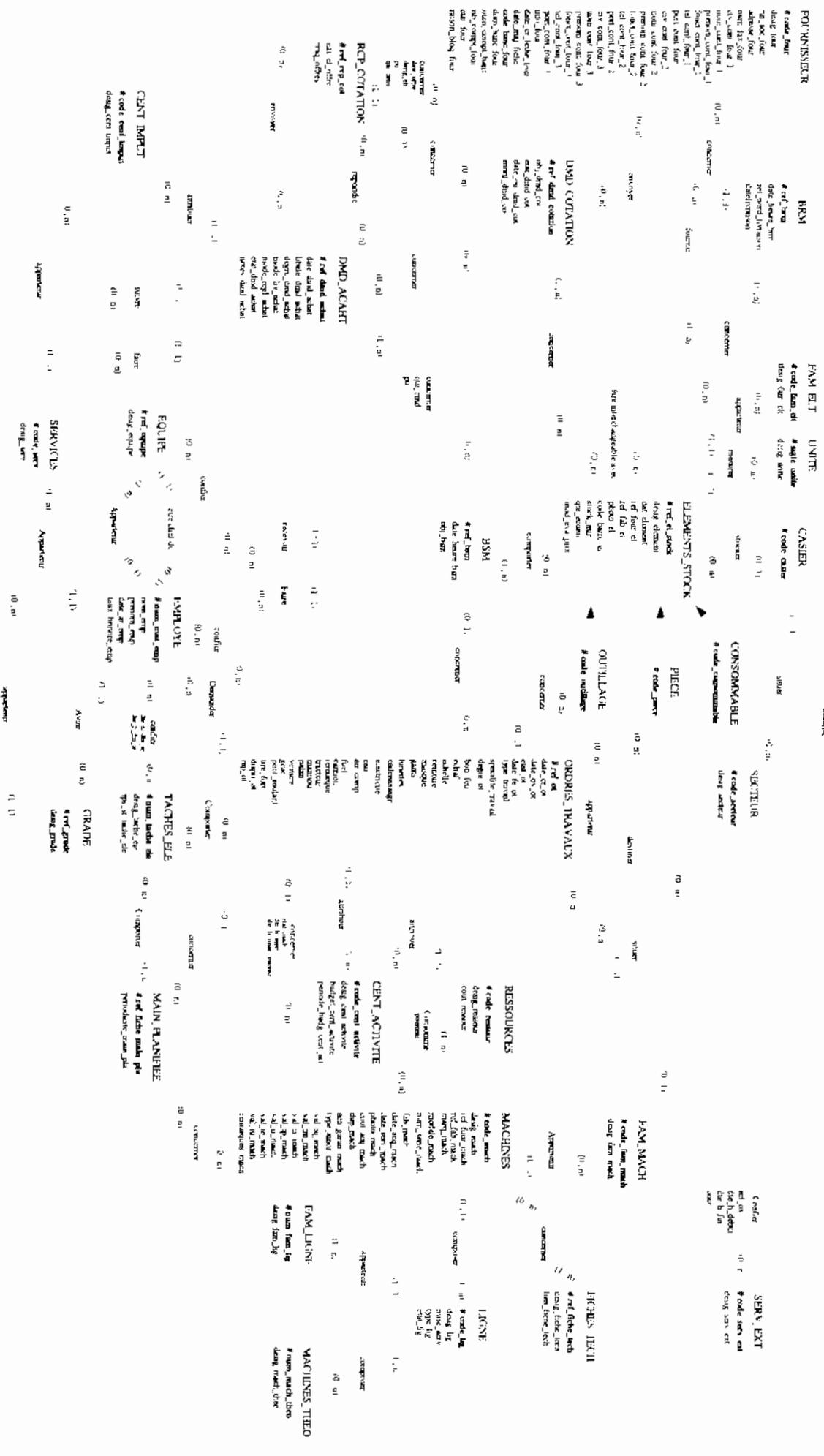
Tableau D.1.1. Dictionnaire des données (suite)

Entités	Propriétés	Signification	Type	Taille	Règles Intégrité Remarques
OUTILLAGE	# code_outillage	Le code de l'outillage	AN	25	A créer
PIECE	# code_piece	Le code de la pièce	AN	25	A créer
CONSOMMABLE	# code_consommable	Le code du consommable	AN	25	A créer
UNITE	# sigle_unite	Le sigle de l'unité	AN	5	A créer
	desig_unite	La désignation de l'unité	AN	20	A créer
SECTEUR	# code_secteur	Le code du secteur (lieu)	AN	10	A créer
	desig_secteur	La désignation du secteur	AN	50	A créer
CASIER	# code_casier	Le code du casier	AN	15	A créer
BSM	# ref_bsm	La référence du bon	AN	10	A créer
	date_heure_bsm	La date du bon	Date	-	A créer (hh mm . jj mm aaaa)
	obj_bsm	L'objectif du BSM (OT, Autres)	A	7	Sélection
BRM	# ref_brm	La référence du bon	AN	10	A créer
	date_heure_brm	La date du bon	Date	-	A créer (hh mm . jj mm aaaa)
	ref_bord_livraison	La référence du bordereau de livraison	A	20	A créer
	date_livraison	La date de la livraison	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
DMD_COTATION	# ref_dmd_cotation	La référence de la demande de cotation	AN	20	A créer
	obj_dmd_cot	L'objectif de la demande de cotation (Stock, OI, MA)	A	5	Sélection
	etat_dmd_cot	L'état de la demande de cotation (En cours, Annuler, Valider, Relance)	A	10	Sélection
	date_ouv_dmd_cot	La date d'ouverture de la demande	Date	-	A créer (jj mm aaaa)
	motif_dmd_cot	Le motif de la demande de cotation (Pièce, Outillage, Consommable, Machine)	A	12	Sélection
RCP_COTATION	# ref_rcp_cot	La référence de la réception de cotation	AN	20	A créer
	nat_el_offre	La nature des éléments de l'offre (Type exact, Equivalent)	A	10	A créer
	rmq_offres	Les remarques éventuelles sur les offres	AN	100	A créer
SERVICES	# code_serv	Le code du service	AN	20	A créer
	desig_serv	La désignation du service	AN	50	A créer
CENT_IMPUL	# code_cent_imput	Le code du centre d'imputation	AN	20	A créer
	desig_cent_imput	La désignation du centre d'imputation	AN	50	A créer
CENT_ACTIVITE	# code_cent_activite	Le code du centre d'activités	AN	20	A créer
	desig_cent_activite	La désignation du centre d'activité	AN	50	A créer
	budget_cent_activite	Le budget prévu pour le centre d'activité	M	10	A créer
	period_budg_cent_act	La périodicité du budget (Annuel, Mensuel)	A	10	Sélection
RESSOURCES	# code_ressour	Le code de la ressource	AN	20	A créer
	desig_ressour	La désignation de la ressource	AN	25	A créer
	cout_ressour	Le coût mensuel de la ressource	M	10	A créer
SERV_EXT	# code_serv_ext	Le code du service externe	AN	20	A créer
	desig_ressour	La désignation du service externe	AN	25	A créer

Tableau D.1.L : Dictionnaire des données (suite)

Entités	Propriétés	Signification	Type	Taille	Règles Intégrité Remarques
FOURNISSEUR	# code four	Le code du fournisseur	AN	20	À créer
	desig_four	La désignation du fournisseur	AN	50	À créer
	rai_soc_four	La raison sociale du fournisseur	AN	20	À créer
	adresse_four	L'adresse du fournisseur	AN	50	À créer
	num_fax_four	Le numéro de fax du fournisseur	N	20	À créer
	cvr_cont_four_1	La civilité du 1er contact fournisseur (Mademoiselle, Madame, Monsieur)	A	15	Sélection
	nom_cont_four_1	Nom du 1er contact fournisseur	A	20	À créer
	prenom_cont_four_1	Prénom du 1er contact fournisseur	A	25	À créer
	fonct_cont_four_1	Fonction du 1er contact fournisseur	AN	25	À créer
	tel_cont_four_1	N de Tél du 1er contact fournisseur	N	20	À créer
	port_cont_four_1	N de Tél portable du 1er contact fournisseur	N	20	À créer
	info_four	Informations complémentaires sur fournisseur	AN	100	À créer
	cvr_cont_four_2	La civilité du 2ème contact fournisseur (Mademoiselle, Madame, Monsieur)	A	15	Sélection
	nom_cont_four_2	Nom du 2ème contact fournisseur	A	20	À créer
	prenom_cont_four_2	Prénom du 2ème contact fournisseur	A	25	À créer
	fonct_cont_four_2	Fonction du 2ème contact fournisseur	AN	25	À créer
	tel_cont_four_2	N de Tél du 2ème contact fournisseur	N	20	À créer
	port_cont_four_2	N de Tél portable du 2ème contact fournisseur	N	20	À créer
	cvr_cont_four_3	La civilité du 3ème contact fournisseur (Mademoiselle, Madame, Monsieur)	A	15	Sélection
	nom_cont_four_3	Nom du 3ème contact fournisseur	A	20	À créer
	prenom_cont_four_3	Prénom du 3ème contact fournisseur	A	25	À créer
	fonct_cont_four_3	Fonction du 3ème contact fournisseur	AN	25	À créer
	tel_cont_four_3	N de Tél du 3ème contact fournisseur	N	20	À créer
	port_cont_four_3	N de Tél portable du 3ème contact fournisseur	N	20	À créer
	date_cr_fiche_four	La date de la création de la fiche	Date	-	Automatique
	date_maj_fiche_four	La date de la dernière mise à jour de la fiche	Date	-	Automatique
	code_banc_four	Le code bancaire du fournisseur	AN	25	À créer
	dom_banc_four	La domiciliation bancaire du fournisseur	AN	20	À créer
	num_compt_banc	N de compte bancaire du fournisseur	AN	25	À créer
	rib_compt_four	Le RIB du compte bancaire du fournisseur	AN	20	À créer
etat_four	L'état du fournisseur (Actif-Bloqué)	A	6	Sélection	
rai_bloc_four	La raison du blocage du fournisseur	AN	50	À créer	
DMD ACHAT	# ref_dmd_achat	La référence de la demande d'achat	AN	20	À créer
	date_dmd_achat	La date de la demande d'achat	Date	-	À créer (à défaut auto)
	libele_dmd_achat	Le libelle de la demande d'achat	AN	50	À créer
	degre_dmd_achat	Le degré d'urgence de la demande d'achat (Immédiat, Urgent, Très urgent, Normal)	A	12	Sélection
	mode_liv_achat	Le mode de livraison (Bateau, Route, Avion, Train)	A	10	Sélection
	mode_regl_achat	Le mode de règlement (Espèce, Crédit, Chèque, Autre)	A	10	Sélection
	etat_dmd_achat	L'état de la demande d'achat (En cours, Annuler, Valider)	A	10	Sélection
	notes_dmd_achat	Notes particulières sur la demande d'achat	AN	50	À créer
	EMPLOYE	# num_mat_emp	Le numéro matricule de l'employé	AN	25
nom_emp		Le nom de l'employé	A	20	À créer
prenom_emp		Le prénom de l'employé	A	20	À créer
date_ar_emp		La date d'arrivée à l'usine	Date	-	À créer
taux_honore_emp		Le taux horaire de l'employé	M	10	À créer
GRADE	# ref_grade	La référence du grade	N	5	Automatique
	desig_grade	La désignation du grade	AN	25	À créer
EQUIPE	# ref_equipe	La référence de l'équipe	AN	15	À créer
	desig_equipe	La désignation de l'équipe	AN	25	À créer

Figure E.1. Modèle conceptuel des données



ANNEXES F

ANNEXE F1 : Propriétés des associations

Les abréviations suivantes sont utilisées

A : alphabétique

AN : alphanumérique

N : numérique

M : monétaire

La taille indique le nombre de caractères

Tableau F.1.1. Propriétés des associations

Associations	Propriétés	Signification	Type	Taille	Règles Intégrité Remarques
CONCERNER 8	date offre	La date de l'offre	Date	-	A créer (jj/mm/yyyy)
	desig_elt	La désignation de l'élément	AN	50	A créer
	pu	Le prix unitaire	M	10	A créer
	qte offre	la quantité proposée	N	10	A créer
CONCERNER 7	qte cmd	La quantité demandée (à commander)	N	10	A créer
	pu	Le prix unitaire	M	10	A créer
CONTRER 3	dte h dbt te	Date et heure de début de la tâche confiée	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
	dte h fin te	Date et heure de fin de la tâche confiée	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
CONSOMME	pourcent	Le pourcentage	N	3	A créer ("a")
CONCERNER 9	etat_mach	l'état de la machine (En arrêt, en marche)	A	10	Sélection
	dte h arrêt	Date et heure éventuelles d'arrêt de la machine	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
	dte h mise marche	Date et heure éventuelles de la mise en marche de la machine	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
CONTRER 4	ref_os	La référence de l'ordre de service	AN	20	A créer
	dte h debut	Date et heure de début	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
	dte h fin	Date et heure de fin	Date	-	A créer (hh : mm . jj/mm/yyyy)
	cout	Le coût de la prestation	M	10	A créer

ANNEXES G

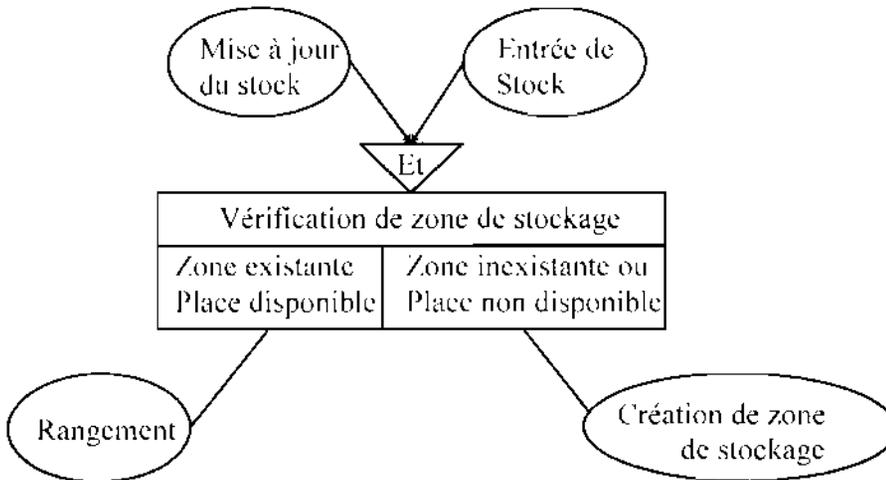
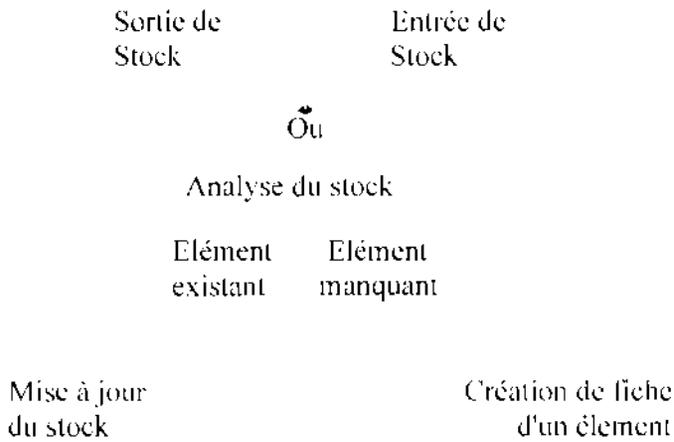
Annexe G1 : Modèle conceptuel des traitements

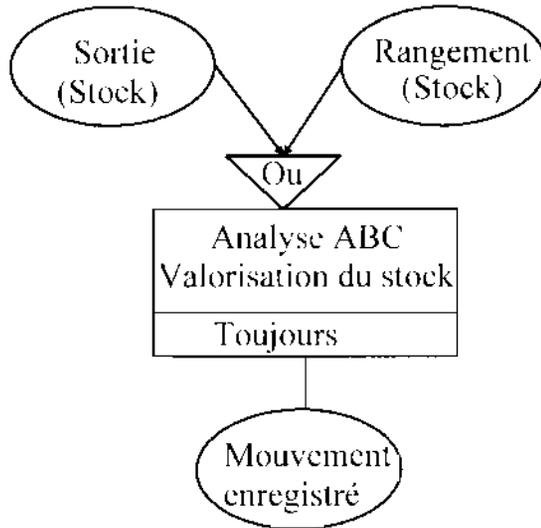
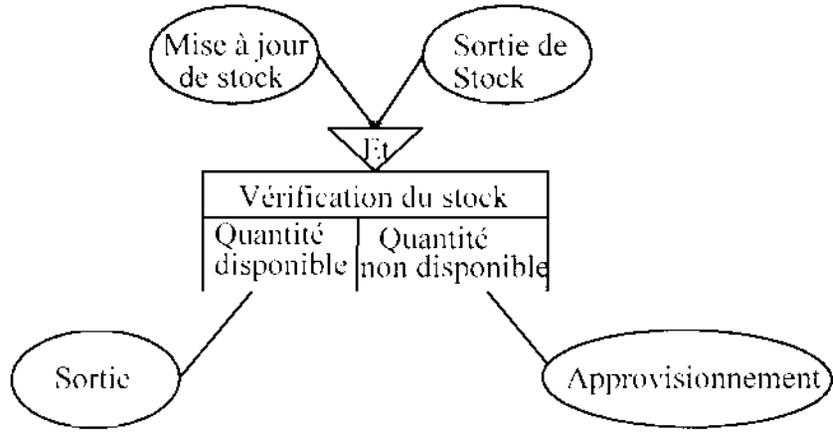
a) Mouvements de stock

Note : Nouveau stock = Ancien stock + Quantité entrée

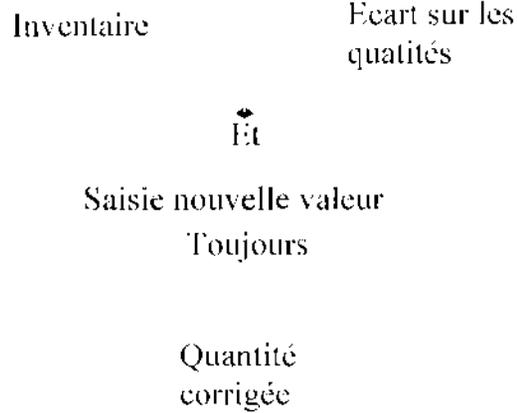
ou

Nouveau stock = Ancien stock – Quantité sortie





b) Inventaire de stock



ANNEXES H

Annexe H1 : Modèle logique des données

Le modèle logique des données est présenté sous forme relationnelle. Les clés primaires sont précédées du signe # et sont en gras. Les clés étrangères sont en plus mises en italique.

ORDRES_TRAVAUX (**# ref_ot**, date_cr_ot, date_ou_ot, etat_ot, date_fe_ot, type_travail, specifite_travail, degre_ot, bon_feu, echaf, echelle, ceinture, masque, gants, lunettes, cadenassage, electricite, eau, air_comp, fuel, camion, remorque, tracteur, manitou, palan, voiture, grue, pont_roulant, tire_fort, dispo_ot, rap_ot, *#code_mach*, *#ref_fiche_main_pla*, *#code_outillage*, *#ref_bsm*, *#num_mat_emp*, *#code_cent_activite*, *#code_serv_ext*)

FAM_LIGNE (**# num_fam_lig**, desig_fam_lig)

LIGNE (**# code_lig**, desig_lig, mise_serv, type_lig, etat_lig, *#num_fam_lig*)

MACHINES_THEO (**# num_mach_theo**, desig_mach_theo)

FAM_MACH (**# code_fam_mach**, desig_fam_mach)

MACHINES (**# code_mach**, desig_mach, ref_four_mach, ref_fab_mach, marq_mach, modele_mach, num_serie_mach, fab_mach, date_acq_mach, date_serv_mach, photo_mach, cout_acq_mach, dup_mach, ech_garan_mach, type_amor_mach, val_iq_mach, val_im_mach, val_is_mach, val_ip_mach, val_ii_mach, val_ie_mach, val_iu_mach, remarques_mach, *#code_lig*, *#code_fam_mach*, *#code_secteur*)

MAIN_PLANIFIEE (**# ref_fiche_main_pla**, periodicite_main_pla)

TACHES_ELE (**# num_tache_ele**, desig_tache_ele, tps_st_tache_ele)

FICHE_TECH (**# ref_fiche_tech**, desig_fiche_tech, lien_fiche_tech)

FAM_ELT (**# code_fam_elt**, desig_fam_elt)

ELEMENTS_STOCK (**# ref_el_stock**, desig_element, nat_element, ref_four_el, ref_fab_el, photo_el, code_barre_el, stock_min, qte_econo, mod_eva_prix, *#sigle_unite*, *#code_fam_elt*)

OUTILLAGE (# **code_outillage**, #*ref_el_stock*)

PIECE (# **code_pièce**, #*ref_el_stock*)

CONSOMMABLE (# **code_consommable**, #*ref_el_stock*)

UNITE (# **sigle_unite**, desig_unite)

SECTEUR (# **code_secteur**, desig_secteur)

CASIER (# **code_casier**, #*code_secteur*, # *code_element*)

BSM (# **ref_bsm**, date_heure_bsm, obj_bsm, #*num_mat_emp*, #*num_mat_emp*, #*ref_ot*)

BRM (# **ref_brm**, date_heure_brm, ref_bord_livraison, date_livraison, #*code_four*)

DMD_COTATION (# **ref_dmd_cotation**, obj_dmd_cot, etat_dmd_cot, date_ou_dmd_cot, motif_dmd_cot)

RCP_COTATION (# **ref_rcp_cot**, nat_el_offre, rmq_offres, #*code_four*, #*ref_dmd_cotation*)

SERVICES (# **code_serv**, desig_serv, # *code_cent_imput*)

CENT_IMPOT (# **code_cent_imput**, desig_cent_imput)

CENT_ACTIVITE (# **code_cent_activite**, desig_cent_activite, budget_cent_activite, period_budg_cent_act, # *code_cent_imput*)

RESSOURCES (# **code_ressour**, desig_ressour, cout_ressour, #*code_cent_activite*)

FOURNISSEUR (# **code_four**, desig_four, rai_soc_four, adresse_four, num_fax_four, civ_cont_four_1, nom_cont_four_1, prenom_cont_four_1, fonct_cont_four_1, tel_cont_four_1, port_cont_four_1, info_four, civ_cont_four_2, nom_cont_four_2, prenom_cont_four_2, fonct_cont_four_2, tel_cont_four_2, port_cont_four_2, civ_cont_four_3, nom_cont_four_3, prenom_cont_four_3, fonct_cont_four_3, tel_cont_four_3, port_cont_four_3, date_cr_fiche_four, date_maj_fiche_four, code_banc_four, dom_banc_four, num_compt_banc, rib_compt_four, etat_four, rai_bloq_four)

DMD_ACHAT (# **ref_dmd_achat**, date_dmd_achat, libele_dmd_achat, degre_dmd_achat, mode_liv_achat, mode_regl_achat, etat_dmd_achat, notes_dmd_achat, **#code_cent_imput**, **#num_mat_emp**, **#num_mat_emp**)

EMPLOYEE (# **num_mat_emp**, nom_emp, prenom_emp, date_ar_emp, taux_horaire_emp, **#ref_grade**, **#code_serv**, **#ref_equipe**)

GRADE (# **ref_grade**, desig_grade)

EQUIPE (# **ref_equipe**, desig_equipe, **#num_mat_emp**)

CONERNER_1(**#ref_fiche_tech**, **#code_mach**)

COMPOSER_1(**#code_lig**, **#num_mach_theo**)

CONSOMME(**#code_mach**, **#code_ressour**, pourcent)

CONCERNER_2(**#code_mach**, **#ref_fiche_main_pla**)

CONCERNER_3(**#code_mach**, **#ref_ot**)

APPARTENIR_1(**#code_mach**, **#code_outillage**)

DESTINER_1(**#code_mach**, **#ref_el_stock**)

DESTINER_2(**#code_fam_mach**, **#ref_el_stock**)

COMPORTER_1(**# num_tache_ele**, **#ref_fiche_main_pla**)

CONCERNER_4(**#code_element**, **#ref_brm**)

INTERCHANGEABLE(**#code_element**, **#code_element**)

FOURNIR(**#code_element**, **#code_four**)

ENVOYER_1(**#ref_dmd_cotation**, **#code_four**)

CONCERNER_5(**#ref_dmd_cotation**, **#code_element**)

CONCERNER_6(**#ref_dmd_achat**, **#code_element**, qte_cmd, pu)

CONCERNER_7(*#ref_dmd_achat, #ref_dmd_cotation*)

CONCERNER_8(*#ref_rcp_cot, #code_four, date_offre, desig_elt, pu, qte_offre*)

REPONDRE(*#ref_rcp_cot, #ref_dmd_achat*)

ENVOYER_2(*#ref_dmd_achat, #code_four*)

CONFIER_1(*#ref_ot, #ref_equipe*)

CONFIER_2(*#ref_ot, #num_mat_emp*)

CONFIER_3(*#num_mat_emp, #num_tache_ele, dte_h_dbt_te, dte_h_fin_te*)

COMPORTEUR_2(*#ref_bsm, #code_element*)

COMPORTEUR_3(*#ref_ot, #num_tache_ele*)

CONCERNER_9(*#ref_ot, #code_mach, etat_mach, dte_h_arret, dte_h_mise_marche*)

CONFIER_4(*#ref_ot, #code_serv_ext, ref_os, dte_h_dbt, dte_h_fin, cout*)