



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



UNIVERSITE HADJ LAKHDAR « BATNA »

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT GENIE INDUSTRIEL

LABORATOIRE D'AUTOMATIQUE ET PRODUCTIQUE « LAP »

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

MAGISTER

OPTION : Génie Des Systèmes Industriels

Présenté par : BELHOUL Haroun

THEME

Mise en Place d'une Gestion de la Maintenance par ordinateur pour l'amélioration de la politique de Maintenance

Soutenu le : 11 Juillet 2016, devant le jury composé de :

Dr. H. SMADI	MC-A	Université de Batna Président
Dr. M. D. MOUSS	MC-A	Université de Batna Rapporteur
Dr. M. BENMOHAMED	PR	Université de Constantine Examineur
Dr. S. ABDELHAMID	MC-A	Université de Batna Examineur

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Je remercie piètrement **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à terme ce présent travail.

Je tiens tout d'abord à remercier très chaleureusement à mon encadreur Le Docteur **Mr, M. D. MOUSS** pour son encadrement, son soutien sans failles et sa disponibilité.

Je remercie aussi, à tous les enseignants du département Génie Industriel ainsi qu'à tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

Je tiens également à remercier et exprimer mon profond respect aux membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail.

DÉDICACE

Je dédie ce travail à mes parents

À ma femme ;

À mes chers fils : ANES, ZIAD ;

À mes frères et sœurs ;

À toute ma famille ;

À tous nos camarades de promotion 2011.

À tous mes amis, surtout :

SAKHRI LARNENE Kamel, ZAHZOUH Riad

SOMMAIRE

<u>Introduction Générale</u> -----	02
<u>Chapitre I</u> : Gestion de La Maintenance.	
1)- Introduction-----	05
2)- Définition de la maintenance-----	05
3)- Terminologie -----	05
3.1)- La « politique de maintenance » -----	05
3.2)- La « stratégie de maintenance » -----	06
3.3)- Les « objectifs de maintenance » -----	06
3.4)- La « fonction requise » -----	06
3.5)- Le terme « bien »-----	06
3.6)- Le terme « management » -----	06
3.7)- Le terme « direction » -----	06
3.8)- Le terme « organisme » -----	06
3.9)- Le terme « processus » -----	06
3.10)- Logistique de maintenance -----	06
3.11)- Management de la maintenance » -----	06
4)- Situations de la fonction maintenance au sein de l'entreprise -----	06
4.1)- La centralisation -----	06
4.2)- La décentralisation -----	07
5)- Domaines d'action de la fonction maintenance -----	07
6)- Les méthodes de la maintenance -----	08
6.1)- Maintenance corrective-----	08
6.2)- Maintenance préventive -----	10
6.3)- Maintenance prévisionnelle-----	13
7)- Objectifs visés par la maintenance préventive -----	14
7.1)- Améliorer la fiabilité du matériel -----	14
7.2)- Garantir la qualité des produits-----	14
7.3)- Améliorer l'ordonnancement des travaux -----	14
7.4)- Assurer la sécurité humaine-----	14

7.5)- Améliorer la gestion des stocks -----	15
7.6)- Améliorer le climat de relation humaine-----	15
8)- Mise en place d'une maintenance préventive -----	15
9)- Les activités de maintenance préventive -----	16
10)- Les activités de maintenance corrective -----	17
11)- Niveaux de maintenance -----	18
12)- Les fonctions de la maintenance -----	20
12.1)- La fonction méthode-----	20
12.2)- La fonction d'ordonnancement-----	20
12.3)- La fonction d'exécution -----	21
13)- Outils, méthodes et démarches de maintenance -----	21
14)- Conclusion -----	24

Chapitre II : Modélisation d'un système de gestion de la maintenance.

1)-Introduction -----	26
2)- Les outils de support à la réingénierie -----	26
3)- La méthode GRAI -----	27
4)- LA méthode IDEF0-----	29
5)- Structuration de la maintenance avec l'ISO 9001 -----	32
5.1)- Définition générale d'un processus -----	32
5.2)- Cartographie -----	33
5.3)- Typologie des processus-----	34
5.4)- Processus maintenance -----	35
5.5)- Composantes du processus maintenance-----	35
5.6)- Interactions avec le processus maintenance -----	37
5.7)- Surveillance et mesure du processus maintenance -----	39
6)- La politique maintenance -----	40
7)- Méthodologie-----	41
7.1)- Mise à jour de la documentation de maintenance-----	41
7.2)- Enregistrements -----	41
8)- Conclusion -----	43

Chapitre III : Généralité sur la GMAO.

1)- Introduction	45
2)- Historique de l'informatisation de la maintenance	45
3)- Définition de la GMAO	47
4)- Le MAO (Miracle Assisté par Ordinateur)	47
5)- Les principaux objectifs de la GMAO	48
6)- L'informatisation de la maintenance	49
7)- Les modes d'informatisation	53
8)- Analyse des différents modules fonctionnels d'un progiciel de GMAO	55
8.1)- Module « Gestion des équipements »	55
8.2)- Module « gestion du suivi opérationnel des équipements »	56
8.3)- Module « gestion des interventions »	56
8.4)- Module « gestion du préventif »	58
8.5)- Module « gestion des stocks »	58
8.6)- Module « gestion des approvisionnements et des achats »	59
8.7)- Module « analyses des défaillances »	59
8.8)- Module « budget et le suivi des dépenses »	60
8.9)- Module « gestion des ressources humaines »	60
8.10)- Module « tableaux de bord et statistiques »	61
9)- Conclusion	61

Chapitre IV : Démarche de mise en place d'une GMAO.

1)- Introduction	63
2)- Contexte du projet GMAO	63
2.1)- Types de GMAO	63
2.2)- Facteurs de réussite	63
2.3)- Les conditions indispensables	63
2.4)- Les trois fronts de la GMAO	64
2.5)- Le passage au mode projet	65
2.6)- Les acteurs de projet de GMAO	65

2.7)- Organisation des acteurs du projet-----	70
3)- Démarche de mise en place d'une GMAO-----	71
4)- Conclusion -----	77

Chapitre V: Etude de cas.

1)- Présentation de l'organisme d'accueil « TREFISOUD » -----	79
2)- Les principaux produits de TREFISOUD -----	79
3)- Organigramme fonctionnel de TREFISOUD-----	80
3.1)- Division Electrodes et Flux de Soudure (EFS)-----	80
3.2)- Division produits tréfilés acier doux (TAD)-----	81
3.3)- Division utiles & sécurité industrielle -----	82
3.4)- Présentation le processus de maintenance de TREFISOUD -----	82
4)- La modélisation du service de maintenance -----	84
4.1)- Diagramme A0-----	85
4.2)- Diagramme A1-----	86
4.3)- Diagramme A2 -----	87
4.4)- Diagramme A3 -----	88
4.4)- Diagramme A4 -----	88
5)- La mise en place d'un GMAO (Développée localement) -----	89
5.1)- Environnement du travail -----	89
5.2)- Environnement matériel -----	89
5.3)- Environnement logiciel-----	89
5.4)- Environnement de développement intégré -----	89
5.5)- Outil d'administration de la base de données -----	90
5.6)- Les interfaces graphiques -----	90

<u>Conclusion Générale</u> -----	102
---	-----

Annexes

Bibliographie

Liste Des Figures

- Figure 1.1 :** Les différentes méthodes de maintenance normalisées (selon FDX60.000).
- Figure 1.2 :** Principe de la maintenance corrective.
- Figure 1.3 :** Principe de la maintenance préventive systématique.
- Figure 1.4 :** Principe de la maintenance conditionnelle.
- Figure 1.5 :** Principe de la maintenance prévisionnelle.
- Figure 1.6 :** Les activités de maintenance corrective.
- Figure 1.7 :** Les niveaux de la maintenance.
- Figure 1.8 :** Les trois fonctions opérationnelles de la maintenance.
- Figure 1.9 :** Méthodologie de l'AMDEC.
- Figure 2.1 :** Méthode GRAI et le système de conception.
- Figure 2.2 :** L'arborescence IDEF0.
- Figure 2.3 :** Arbre des nœuds.
- Figure 2.4 :** Le diagramme IDEF0.
- Figure 2.5 :** Interactions entre les processus en vue de présenter la cartographie.
- Figure 2.6 :** Exemple de typologie des processus d'une entreprise de fabrication.
- Figure 2.7 :** Les 5M les processus maintenance.
- Figure 2.8 :** Exemple d'interactions entre le processus de maintenance et d'autres processus maintenance.
- Figure 2.9 :** Indicateurs tout au long de la réalisation du produit.
- Figure 2.10 :** Processus d'enregistrements.
- Figure 3.1 :** Les applications de la maintenance traditionnelle.
- Figure 3.2 :** Les applications de la maintenance planifiée.
- Figure 3.3 :** Les effets de la GMAO.
- Figure 3.4 :** Exemple de structure modulaire d'une GMAO.
- Figure 4.1 :** Les acteurs du projet de GMAO.
- Figure 4.2 :** Problématique de la direction.
- Figure 4.3 :** Problématique de l'utilisateur.
- Figure 4.4 :** Problématique du MOA.
- Figure 4.5 :** Problématique du MOE.
- Figure 4.6 :** Démarche d'informatisation de la maintenance.
- Figure 4.7 :** Détermination des activités.
- Figure 4.8 :** L'analyse fonctionnelle -la pieuvre-.
-

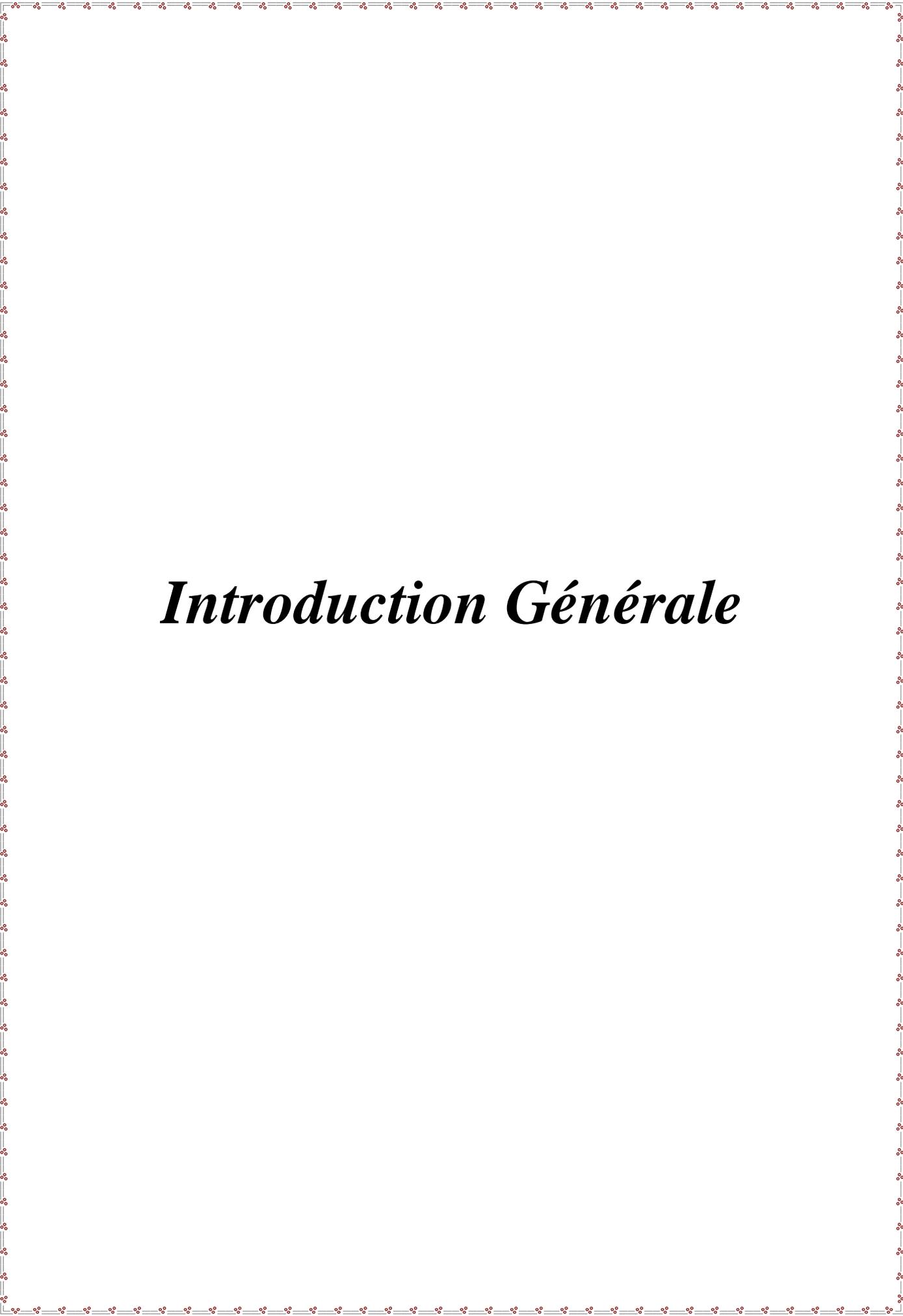
- Figure 4.9** : Modèle général du système GMAO.
- Figure 5.1** : Organigramme fonctionnel de TREFISOUD.
- Figure 5.2** : Organigramme de service maintenance (EFS).
- Figure 5.3** : Organigramme de service maintenance (TAD).
- Figure 5.4** : Organigramme de service maintenance (DUS).
- Figure 5.1** : Organigramme fonctionnel de TREFISOUD.
- Figure 5.2** : Organigramme de service maintenance (EFS).
- Figure 5.3** : Organigramme de service maintenance (TAD).
- Figure 5.4** : Organigramme de service maintenance (DUS).
- Figure 5.5** : Modèle SADT - Diagramme A-0.
- Figure 5.6** : Modèle SADT - Diagramme A0.
- Figure 5.7** : Modèle SADT - Diagramme A1.
- Figure 5.8** : Modèle SADT - Diagramme A2.
- Figure 5.9** : Modèle SADT - Diagramme A3.
- Figure 5.10** : Modèle SADT - Diagramme A4.
- Figure 5.11** : Fenêtre module Gestion de stock.
- Figure 5.12** : Fenêtre Bon de Sortie Matériels et l'état d'impression.
- Figure 5.13** : Fenêtre Bon d'Entrée Matériels et l'état d'impression.
- Figure 5.14** : Fenêtre bon de commande.
- Figure 5.15** : Fenêtre demande d'achats et l'état d'impression.
- Figure 5.16** : Fenêtre Catre de gestion de stock par article et l'état d'impression.
- Figure 5.17** : Fenêtre pièces de stock entées magasin par article.
- Figure 5.18** : Fenêtre consultation les bons de sorties magasin.
- Figure 5.19** : Fenêtre pièces de stock sortie magasin par spécialité
- Figure 5.20** : Fenêtre fichier machine.
- Figure 5.21** : Fenêtre fichier Sous-traitant.
- Figure 5.22** : Fenêtre fichier OT-Reprise.
- Figure 5.23** : Fenêtre fichier OT- la carte salaire.
- Figure 5.24** : Fenêtre fichier OT- Consommation PR.
-

Liste DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Les activités de maintenance préventive.

Tableau 1.2 : Exemple de support AMDEC.

Tableau 2.1 : Exemple de définition d'un logigramme de processus.



Introduction Générale

Introduction Générale

Une entreprise industrielle interagit avec son environnement : marchés pour écouler les produits fabriqués, fournisseurs, marché du travail, concurrence, législation en vigueur, situation géographique, etc. Puisque cet environnement évolue, l'entreprise est condamnée à s'adapter aux progrès technologiques et à se doter de nouvelles technologies pour qu'elle reste compétitive sur le marché. L'acquisition de ces technologies nécessite de nouveaux matériels et des investissements importants dont l'amortissement doit être assuré. Tout arrêt de la production dû à une défaillance imprévue du matériel devient donc trop onéreux pour l'entreprise : non satisfaction des clients dans les délais prévus, d'où risque de perdre des marchés, détérioration de la qualité des produits, etc. l'entreprise doit donc adopter une stratégie de maintenance ayant pour objectif le maintien du matériel dans un état assurant la production voulue au coût optimal.

Donc le rôle de la fonction de maintenance tient une position stratégique dans le milieu industriel. En effet, au cours des vingt dernières années, le rôle de la maintenance dans les entreprises est devenu de plus en plus important aussi bien sur le plan technologique que sur le plan économique. La maintenance est une fonction importante dans l'entreprise qui s'inscrit dans une logique de développement durable en permettant d'augmenter la disponibilité des systèmes industriels et d'allonger leur cycle de vie. La maintenance peut être définie comme l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Les pannes et les temps d'arrêt entraînent une perte de qualité du produit ainsi qu'une perte au niveau de la production. Pallier ces pertes et anticiper les pannes permet d'assurer une continuité des services fournis par l'équipement et par là-même, une augmentation de la qualité de ceux-ci.

Ainsi, tout en ayant cet intérêt dans l'entreprise, l'industrie a vu l'évolution de différentes générations de systèmes informatiques de maintenance. Les nouvelles technologies de l'information et technologies de la communication ont contribué à l'élaboration et l'évolution progressive de ces systèmes allant d'un système manuel vers des systèmes de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO), des progiciels de gestion intégré (PGI- ERP en anglais) et des systèmes intégrant divers types d'application.

Au jour d'aujourd'hui, l'assistance par une informatique intégrée y joue un rôle de plus en plus important. Avec l'aide de l'informatique et du système d'information, non seulement chaque fonction de l'entreprise est améliorée au niveau de son efficacité et de son efficacité propre, mais aussi des effets de synergie entre toutes ces fonctions peuvent être cherchés. Par le biais de l'intégration, les fonctions opérationnelles de l'entreprise gagnent en positionnement

stratégique : c'est le cas pour la maintenance où le progiciel de GMAO est devenu un outil incontournable de gestion technico-budgétaire de ses activités.

Mettre en place une GMAO est un projet complexe. En effet, c'est un projet représentant un lourd investissement, à fort impact sur l'organisation et faisant intervenir plusieurs acteurs de l'entreprise. Pour bien gérer ses activités, l'entreprise TREFISOUD Spa, filiale du groupe TPL, a décidé de mettre en place cet outil.

L'objectif de ce travail est de proposer une méthode de re-conception de processus de maintenance dans le contexte de la réingénierie de service de maintenance, et de développer une application de la gestion de maintenance assistée par ordinateur pour l'amélioration de la politique de Maintenance au niveau de l'entreprise TREFISOUD Spa.

Dans cet objectif, nous avons organisé notre travail comme suit : Le premier chapitre est consacré à la gestion de la maintenance. Dans le second chapitre intitulé la modélisation d'un système de gestion de la maintenance, ce chapitre commence par exposer quelques méthodes de réingénierie des entreprises ainsi que des techniques de modélisation des entreprises et des processus (maintenance). Il présente ensuite la modélisation des processus du système de maintenance. Elle permettra de nous donner un cadre de référence pour la conception d'un système de maintenance. Dans le troisième chapitre nous allons aborder quelques concepts de la GMAO qui seront utilisés au long de notre étude. Le quatrième chapitre propose une méthodologie de mise en place d'une GMAO et met en évidence la terminologie liée à ce type de projet. Le dernier chapitre est consacré à une application pour la mise en place GMAO à l'entreprise TREFISOUD Spa.

Chapitre I:

Gestion de La Maintenance

1. Introduction

A la fin des années 70, Les dirigeants considérée l'entretien comme un poste de dépenses non productives et ne pensaient qu'à réduire ses coûts. On l'assimilait souvent à l'entretien autrement dit aux réparations et aux dépannages des outils de production.

Durant les dernières décennies, il s'est produit une évolution de la notion d'entretien vers la notion de maintenance. L'entretien se limitait souvent à subir les défaillances et les contraintes des machines et des installations de production alors que la maintenance englobe de plus en plus la maîtrise économique de la disponibilité des outils de production. L'état d'esprit de la maintenance peut se résumer en deux mots clés : MAITRISER au lieu de SUBIR.

Dans ces conditions, la fonction maintenance est devenue stratégique.

Entretenir, c'est subir alors que maintenir, c'est prévoir et anticiper.

2. Définition de la maintenance

La maintenance est définie comme étant « l'ensemble des actions permettant de *maintenir* ou de *rétablir* un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». *Norme AFNOR X 60-010*. [1]

D'après la norme AFNOR X 60-000, la maintenance est définie comme « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le *maintenir* ou à le *rétablir* dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». [2]

Les actions de maintenance ne sont pas seulement techniques. L'action technique est encadrée et pilotée par des actions de gestion (*économie et administration*) et de management, ce qui implique une large polyvalence.

Le terme « *maintenir* », c'est intervenir dans de meilleures conditions ou appliquer les différentes méthodes afin d'optimiser le coût global de possession : maintenir, c'est maîtriser.

Maintenir c'est donc effectuer des opérations (dépannage, graissage, visites, réparations, améliorations, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel en place pour assurer la continuité et la qualité de la production.

Maintenir → État de stabilité

Le terme « *rétablir* » contient la notion de correction (*remise à niveau*) après perte de fonction.

3. Terminologie

3.1 La « politique de maintenance » : Orientation et objectifs généraux d'une entreprise, en ce qui concerne la maintenance, tels qu'ils sont exprimés formellement par la direction général.

3.2 La « stratégie de maintenance » : Méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance.

3.3 Les « objectifs de maintenance » : Buts fixés et acceptés pour les activités de maintenance.

3.4 La « fonction requise » : Fonction, ou ensemble de fonctions d'un bien considérées comme nécessaires pour fournir un service donné.

3.5 Le terme « bien » : Tout élément, composant, mécanisme, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système qui peut être considéré individuellement.

3.6 Le terme « management » : Activités coordonnées pour orienter et contrôler un organisme.

3.7 Le terme « direction » : Personne ou groupe de personnes qui oriente et contrôle un organisme au plus haut niveau.

3.8 Le terme « organisme » : Ensemble d'installations et de personnes avec des responsabilités, pouvoirs et relations.

3.9 Le terme « processus » : Une activité ou un ensemble d'activités qui utilisent des ressources pour convertir des éléments d'entrée en éléments de sortie possédant une valeur ajoutée.

3.10 Logistique de maintenance : ressources, services et moyens de gestion nécessaires à l'exécution de la maintenance. La logistique de maintenance peut inclure par exemple le personnel, les équipements d'essai, les ateliers, les pièces de rechange, la documentation, les outils, etc.

3.11 Management de la maintenance : « Toutes les activités des instances de direction qui déterminent les objectifs, la stratégie et les responsabilités concernant la maintenance et qui les mettent en application par des moyens tels que la planification, la maîtrise et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise y compris dans les aspects économiques » Selon FD X60-000 (mai 2002).

4. Situations de la fonction maintenance au sein de l'entreprise

Il existe deux tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

4.1 La centralisation, où toute la maintenance est assurée par un service.

Les avantages sont :

- standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication ;
- vision globale de l'état du parc des matériels à gérer ;
- gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels ;
- diminution des quantités de pièces de rechange (PR) disponibles ;
- communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée.

4.2 La décentralisation, où la maintenance est confiée à plusieurs services, dans ce cas, le service maintenance n'a pas de direction unique. Les différents pôles maintenance adjoints aux autres services de l'entreprise dépendent bien souvent hiérarchiquement de ces derniers.

Les avantages sont :

- meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du parc à maintenir ;
- effectifs moins importants dans les différentes antennes ;
- réactivité accrue face à un problème ;
- gestion administrative allégée.

Il va de soi que les deux modèles d'organisation étant contraires, les avantages de l'un sont souvent les inconvénients de l'autre.

5. Domaines d'action de la fonction maintenance

Dans une entreprise, il existe un grand nombre de matériels différents qui sont liés ou non à la production. C'est dans ce contexte qu'apparaît la nécessaire polyvalence des techniciens de maintenance ainsi que leurs capacités d'adaptation. La liste (non exhaustive) qui suit permet de se rendre compte de la variété des actions qui constituent souvent le quotidien de la mission d'un service maintenance :

- maintenance préventive et corrective de tous les systèmes dont le service a la charge ainsi que toutes les opérations de révisions, contrôles, etc.
- travaux d'installation et de mise en route de matériels neufs ;
- travaux directement liés aux conditions de travail : sécurité, hygiène, environnement, pollution, etc.
- amélioration, reconstruction et modernisation des installations ;
- gestion des pièces de rechange, des outillages et des moyens de transport et de manutention ;
- fabrication de certaines pièces détachées ;
- travaux divers dans les locaux de l'entreprise, agrandissements, déménagements ;
- gestion des différentes énergies et des réseaux de communication ;

Pour tous ces points, l'objectif permanent est de maintenir les matériels dans un état optimal de service. La priorité sera bien sur toujours orientée vers l'outil de production (Les machines déterminante).

Le service maintenance doit donc maîtriser le comportement des matériels en gérant les moyens nécessaires et disponibles. C'est là que l'importance de la mutation de l'entretien traditionnel vers une logique de maintenance prend toute son importance.

6. Les méthodes de la maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

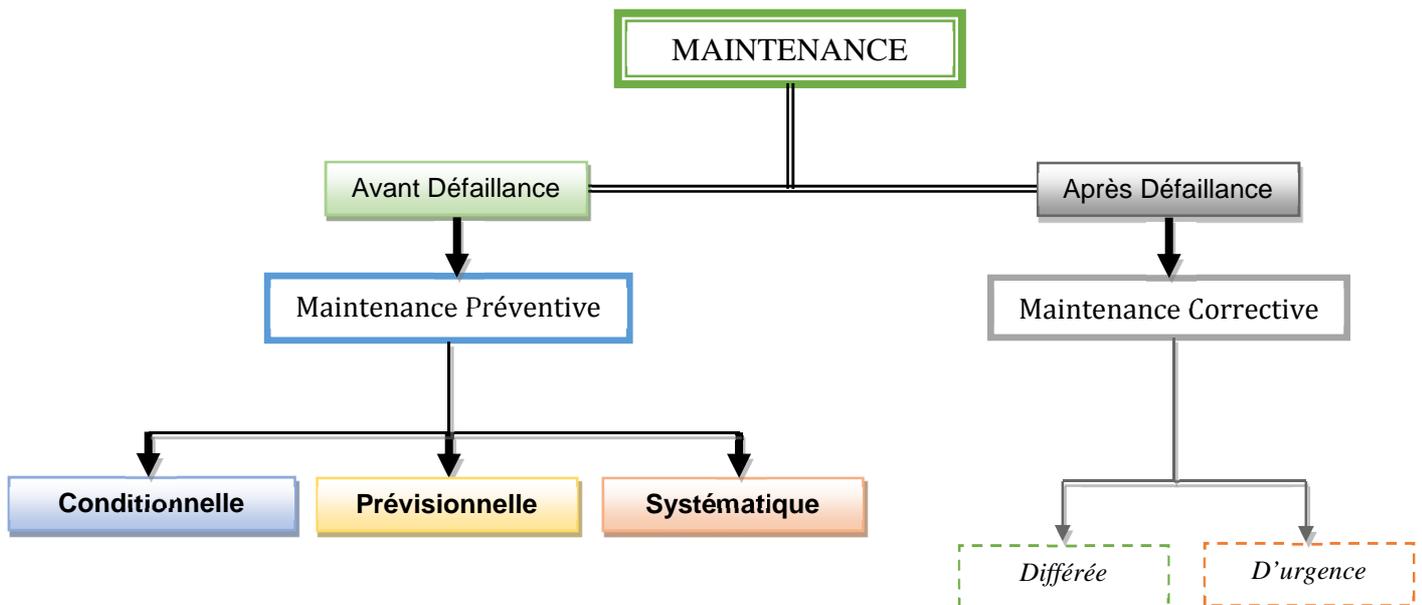


Figure 1.1 : Les différentes méthodes de maintenance normalisées (selon FDX60.000).

6.1 Maintenance corrective : appelée parfois aussi maintenance curative par un retour anglo-saxon. Cependant, pour certains, la maintenance curative se distingue de la maintenance corrective parce qu'elle introduit une notion d'amélioration après chaque panne alors que la maintenance corrective se contente de remettre en état.

Selon la norme AFNOR X 60-010, Il s'agit d'une « maintenance effectuée après défaillance ».

« Maintenance exécutée après *détection d'une panne* (Défaillance) et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. » [3]

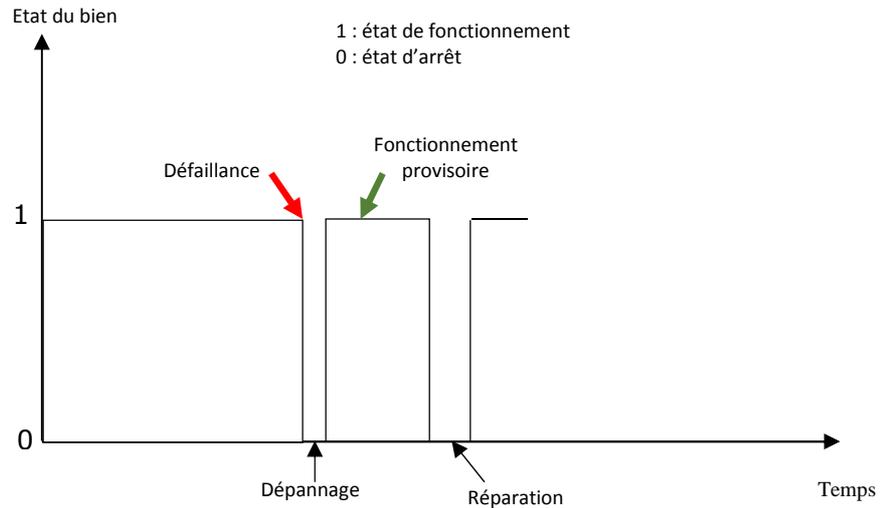


Figure 1.2 : Principe de la maintenance corrective.

La maintenance corrective est une politique de maintenance (*dépannage* ou *réparation*) qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne. Son caractère d'urgence la fait souvent surnommer maintenance « pompiers ».

Pour ce type de maintenance la panne, non prévue, se traduit par un arrêt brusque et inopiné de la production, constituant souvent une véritable hantise pour l'exploitant et qui se traduit généralement pour le service entretien par une mobilisation brutale en vue de « faire face ».

Le fait que ce type de maintenance s'applique après la panne ne veut cependant pas dire obligatoirement que celle-ci n'a pas été « pensée ». Il peut s'agir d'un choix politique en fonction des enjeux pour la production et des moyens de l'entreprise, choix qui malgré tout nécessite la mise en place d'un certain nombre de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences comme :

- l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) ;
- le doublement des installations ou le stockage d'éléments de secours (redondance de matériels de rechange et de machines) ;
- l'utilisation de technologies plus fiables et de matériels plus robustes ;
- le surdimensionnement des installations ;
- la mise en place d'une équipe disponible et formée à des dépannages rapides ;
- etc.

Selon la norme NF EN 13306, la maintenance corrective peut être :

- ❖ ***Différée*** : maintenance corrective qui n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données.

❖ **D'urgence** : maintenance corrective exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables.

6.2 Maintenance préventive : « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien ». [3]

Selon la norme AFNOR X 60-010 : « Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ».

La maintenance préventive comprend : [4]

- les contrôles ou visites systématiques ;
- les expertises, les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites ;
- les remplacements systématiques ;
- la maintenance conditionnelle ou les contrôles non destructifs.

6.2.1 Différents types de maintenance préventive

a. Maintenance systématique : Ce type de maintenance systématique qui s'est beaucoup développé après la seconde guerre mondiale pour tenter de pallier en partie les inconvénients de la maintenance corrective, s'est aussi appelé, pour certains, dans les années 1970, *Maintenance productive*.

Selon la norme AFNOR X 60-010 : « Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps ou du nombre d'unités d'usage ».

« Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien ». [3]

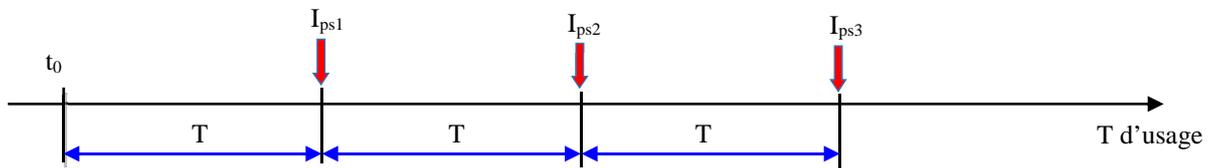
À chaque visite, on détermine l'état de l'organe qui sera exprimé soit par une valeur de mesure (épaisseur, température, intensité, etc.), soit par une appréciation visuelle. Et on pourra interpréter l'évolution de l'état d'un organe par les degrés d'appréciation : Rien à signaler, Début de dégradation, Dégradation avancée et Danger.

La maintenance préventive systématique est effectuée en fonction de conditions qui reflètent l'état d'évolution d'une défaillance. L'intervention peut être programmée juste à temps avant l'apparition de la panne.

Dans la mise en place d'une maintenance préventive, il vaut toujours mieux commencer par des visites systématiques, plutôt que par des remplacements systématiques, sauf dans les cas suivants : [4]

- lorsque des raisons de sécurité s'imposent ;

- lorsque le coût de l'arrêt de production est disproportionné par rapport au coût de remplacement ;
- lorsque le coût de la pièce concernée est si faible qu'il ne justifie pas de visites systématiques ;
- lorsque la durée de vie est connue avec exactitude par l'expérience.



I_{ps} = intervention préventive systématique

T : la période d'intervention prédéterminée

Figure 1.3 : Principe de la maintenance préventive systématique.

a.1 Les avantages

- les interventions et les arrêts sont programmés en accord avec la production ;
- les opérations sont répétitives, mises au planning bien longtemps à l'avance, les équipes sont prêtes, tout se déroule avec un minimum d'imprévus.
- le coût de chaque intervention est connu.

a.2 Les inconvénients

- le coût des opérations est élevé car la périodicité est calée sur la durée de vie minimum du composant le plus fragile.
- le démontage d'un matériel pour un remplacement systématique d'une pièce nécessite souvent le changement d'autres pièces par précaution, cet augment encore le coût de l'intervention. De même, la fiabilité des machines après remontage se trouve parfois réduite du fait d'erreurs humaines.

b. Maintenance conditionnelle : « Maintenance préventive basée sur une *surveillance de fonctionnement* du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue».

Selon la norme AFNOR X 60-010 : « La maintenance conditionnelle est une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information donnée par un capteur, mesure d'une usure, etc.) révélateur de l'état de dégradation d'un bien ».

La maintenance conditionnelle permet d'assurer le suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervention est prise lorsqu'il y a une évidence expérimentale de défaut imminent ou

d'un seuil de dégradation prédéterminé. Cela concerne certains types de défaut, de pannes arrivant progressivement ou par dérive.

Choisir de faire de la maintenance conditionnelle signifie donc que l'on interviendra sur une machine de façon conditionnelle, c'est-à-dire uniquement si certains paramètres évoluent de façon significative.

Le suivi de l'évolution des paramètres permet de préciser la nature et la date des interventions. Le paramètre suivi peut être :

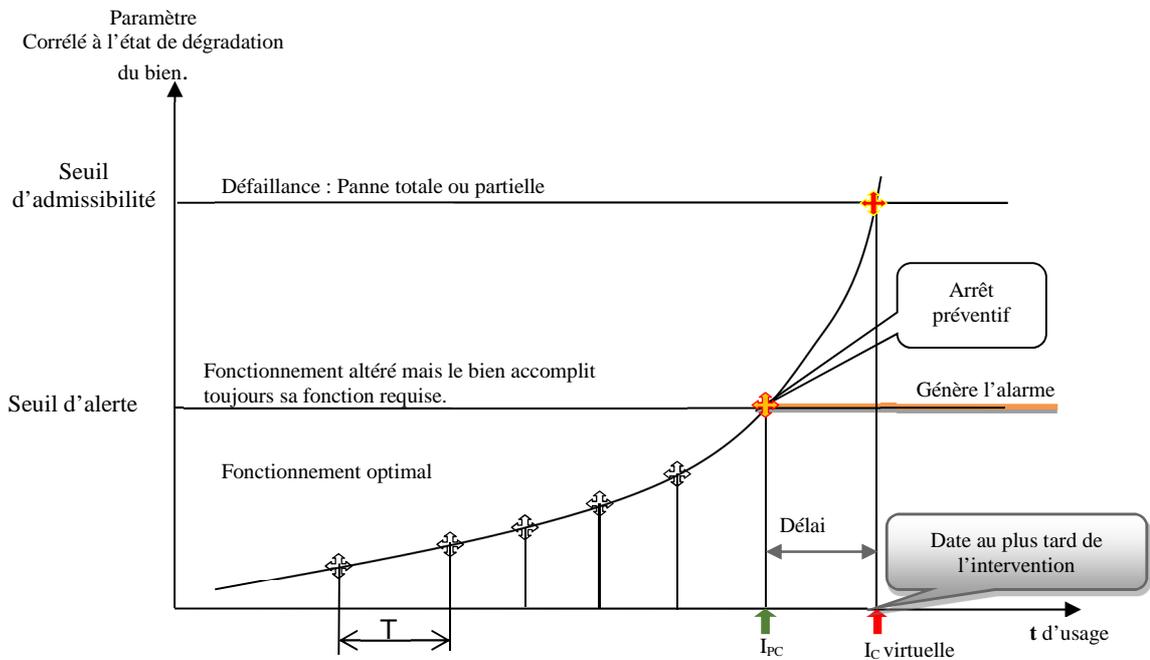
- une mesure électrique (tension, intensité...);
- une mesure de température ;
- un pourcentage de particules dans l'huile ;
- un niveau de vibration...

b.1 Les avantages de la maintenance conditionnelle

- l'utilisation des organes de matériel au maximum de leur possibilité, ce qui permet d'éviter le gaspillage des pièces de rechange et de réduire leur stock ;
- l'élimination des défaillances inattendues, d'où une fiabilité et une productivité supérieures ;
- la réduction des arrêts de production ;
- la réduction de la durée et du coût des interventions, puisque celles-ci sont planifiées.

b.2 La mise en place d'une maintenance conditionnelle nécessite

- une recherche des points de surveillance du matériel et des paramètres à mesurer ;
- l'établissement des seuils d'admissibilité pour chaque paramètre ;
- le choix et l'achat de l'instrumentation de mesure ;
- la formation d'un personnel qualifié pour les relevés de mesures et leur exploitation.



I_{pc} = intervention préventive conditionnelle

I_c = intervention corrective prévenue

Figure 1.4 : Principe de la maintenance conditionnelle.

c. Maintenance prévisionnelle : « Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les *prévisions extrapolées* de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ».

La maintenance prévisionnelle ne diffère de la maintenance conditionnelle que par l'idée d'extrapolation de la tendance analysée. Elle permet de passer de « l'état constaté » à « l'état prévisible ».

L'analyse de la tendance de l'évolution du paramètre, permet en fonction d'une valeur limite du paramètre à ne pas dépasser (seuil limite) de *programmer l'intervention*.

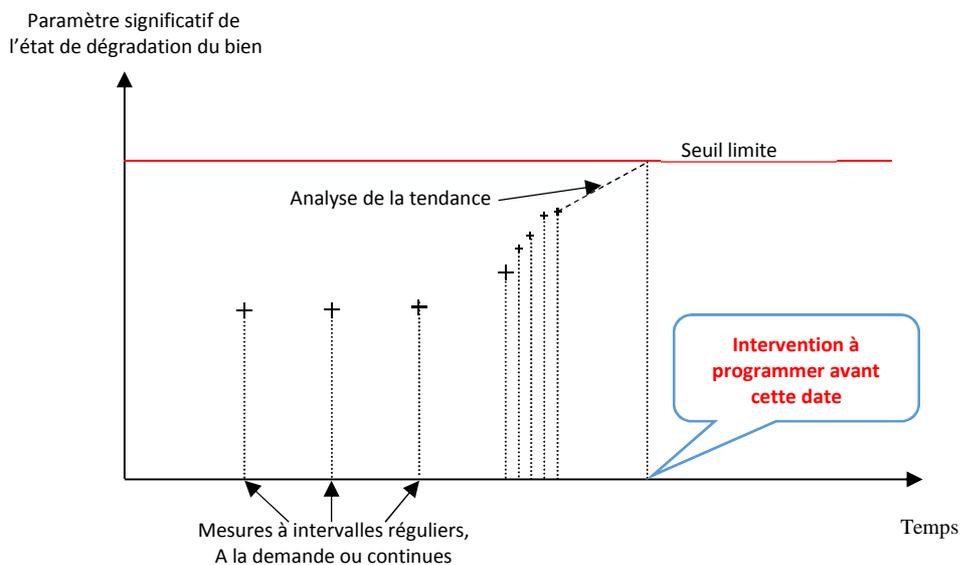


Figure 1.5 : Principe de la maintenance prévisionnelle.

❖ Exemple comparatif de l'utilisation des différentes politiques de maintenance

En prenant l'exemple simple des garnitures de freins sur une automobile, le propriétaire fera :

- de la maintenance corrective s'il attend de ne plus avoir de freins pour changer ces garnitures (avec toutes les conséquences que cela peut entraîner) ;
- de la maintenance systématique s'il décide de les changer tous les 25 000 km ;
- de la maintenance conditionnelle s'il attend qu'un témoin d'usure placé à l'intérieur de ces garnitures lui signale, par un voyant lumineux sur le tableau de bord, qu'il doit dans un délai restreint, en envisager l'échange ;
- de la maintenance prévisionnelle s'il sait qu'entre l'instant où le voyant s'est allumé sur son tableau de bord et l'instant où il n'aura réellement plus de freins, il lui reste mettons 1 000 kilomètres, et qu'il profite de cette information pour retarder au maximum le changement de ses garnitures et le faire à un moment choisi, tout en restant rassuré sur la qualité de son freinage.

7. Objectifs visés par la maintenance préventive [4]

7.1 Améliorer la fiabilité du matériel : La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et de supprimer complètement certaines défaillances.

7.2 Garantir la qualité des produits : La surveillance quotidienne est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglage et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement. La qualité des produits est ainsi assurée avec l'absence des rebuts.

7.3 Améliorer l'ordonnancement des travaux : La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par la production. Cela implique la collaboration de ce service, ce qui facilite la tâche de la maintenance.

Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de fabrication ne permet pas l'arrêt de l'installation alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervention. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance et prend en compte les impossibilités en fonction des impératifs de production.

7.4 Assurer la sécurité humaine : La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning. Elle doit tenir compte des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux.

Par ailleurs le programme de maintenance doit aussi tenir compte des visites réglementaires.

7.5 Améliorer la gestion des stocks : La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacement des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks. On pourra aussi éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander que le moment venu.

7.6 Améliorer le climat de relation humaine : Une panne imprévue est souvent génératrice de tension. Le dépannage doit être rapide pour éviter la perte de production. Certains problèmes, comme par exemple le manque de pièces de rechange, entraîne l'immobilisation de la machine pendant longtemps. La tension peut monter entre la maintenance et la production.

En résumé, il faudra examiner les différents services rendus pour apprécier les enjeux de la maintenance préventive :

- *la sécurité* : diminution des avaries en service ayant pour conséquence des catastrophes ;
- *la fiabilité* : amélioration, connaissance des matériels ;
- *la production* : moins de pannes en production.

8. Mise en place d'une maintenance préventive

La démarche de mise en place de la maintenance préventive est tout d'abord de faire participer les différents services aux travaux préliminaires pour pouvoir élaborer le plan de maintenance. C'est la constitution d'une structure de nomenclature du matériel de l'entreprise.

Pour cette étape, les méthodes ont besoin de la participation de la production, l'étude, la qualité, la comptabilité et la réalisation maintenance. Cette démarche participative a comme objectif d'adopter les vocabulaires et la forme de la structure qui sont convenables pour tous [4].

Il sera souhaitable d'avoir la collaboration de la production et de la réalisation maintenance pour les trois dernières étapes :

- le choix des machines à mettre sous préventif ;
- l'élaboration du plan de maintenance ;
- la planification des arrêts.

À chaque étape d'avancement, une réunion d'information sera nécessaire. Il faut que les intervenants de maintenance soient convaincus par la démarche et les objectifs.

9. Les activités de maintenance préventive [2]

Nature de l'activité	Exemple d'activité
<p>INSPECTION Contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien.</p>	<p>Vérifier à l'aide d'un wattmètre que la puissance du moteur de broche des tours à commande numérique est comprise entre 15 et 16 kW.</p>
<p>SURVEILLANCE DE FONCTIONNEMENT Activité exécutée manuellement ou automatiquement ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien.</p>	<p>Mesure du niveau de vibration broche :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Vitesse (10-1000 Hz) * Accélération (2-20 kHz)
<p>ESSAI DE CONFORMITE Essai destiné à montrer si une caractéristique ou une propriété d'un bien est, ou non, conforme aux spécificités nominales.</p>	<p>Contrôler les arrêts d'urgence et les capots de sécurité.</p>
<p>ESSAI DE FONCTIONNEMENT Action menées après une action de maintenance pour vérifier que le bien est capable d'accomplir la fonction requise.</p>	<p>Contrôler l'effort de serrage du moule suite au changement du vérin hydraulique.</p>
<p>MAINTENANCE DE ROUTINE Activité élémentaires de maintenances régulières ou répétitives qui ne requièrent généralement pas qualifications, autorisation (s) ou d'outils spéciaux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Surveiller fuite d'huile et fuite air comprimé par l'opérateur à la fin de chaque journée. - Surveiller l'état mécanique des pièces de robots par le technicien de maintenance une (01) fois par semaine. - Contrôler les fixations des carters.
<p>REVISION Ensemble complet d'examens et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité.</p>	<p>Révision annuelle des tours CN :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vérification du jeu des vis billes - Vérification du jeu des glissières - Nettoyage et graissage des pignons et des crémaillères. - Contrôle des sécurités.
<p>RECONSTRUCTION Action suivant le démontage d'un bien et la réparation ou le remplacement des composants qui approchent de la fin de leur durée de vie utile et/ou devraient être systématiquement remplacés.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacement des colonnes de guidage et des paliers lisses d'une presse. - Rectification d'un banc de tour. - Soudage de renforts sur le bâti. - Usinage des portées du plateau tournant. - Contrôle de la géométrie.
<p>AMELIORATION Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sureté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Changement de la technologie hydraulique tout ou rien par de l'hydraulique proportionnelle. - Remplacement d'une commande numérique par une plus récente.
<p>MODIFICATION Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien.</p>	<p>Changer le vérin pneumatique par un vérin hydraulique de plus grande course et permettant d'obtenir un effort de compression plus grand.</p>

Tableau 1.1 : Les activités de maintenance préventive.

10. Les activités de maintenance corrective [2]

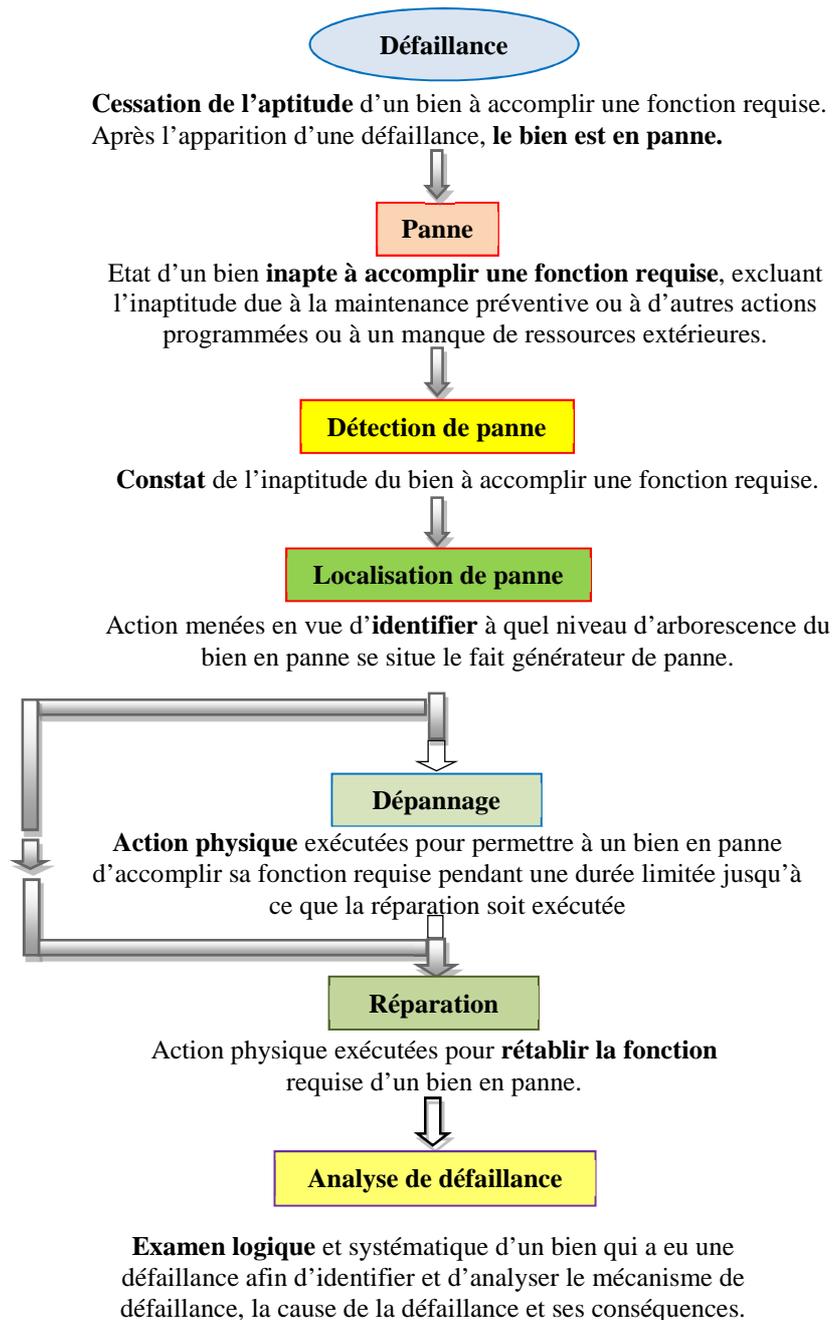


Figure 1.6 : Les activités de maintenance corrective.

11. Niveaux de maintenance

La norme AFNOR (*Association Française de Normalisation*) préconisent cinq niveaux de maintenance. Une politique de maintenance bien définie doit clairement identifier les niveaux de maintenance réalisés à l'intérieur de l'entreprise et ceux confiés à des entreprises de sous-traitance ou à des constructeurs.

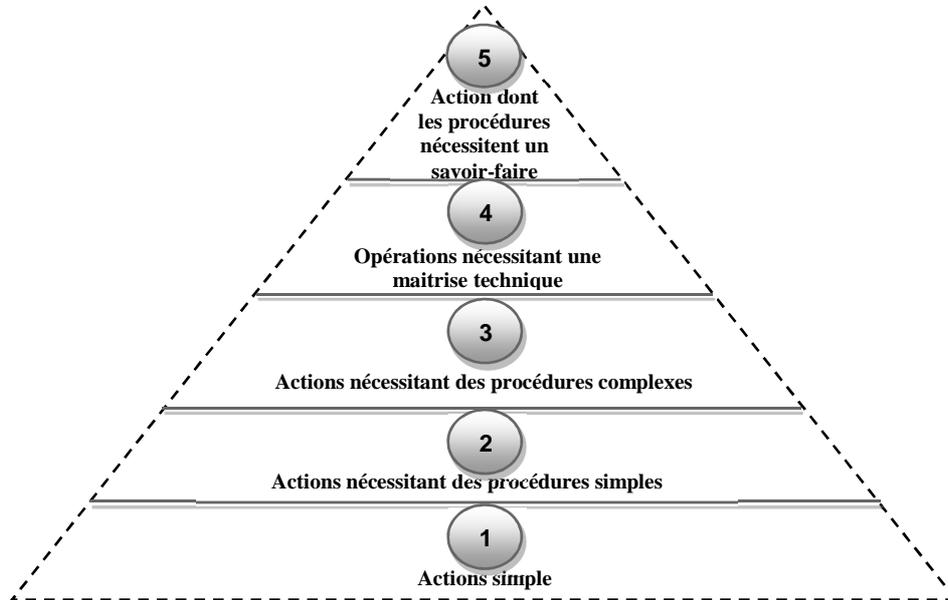


Figure 1.7 : Les niveaux de la maintenance.

a. 1^{er} Niveau

Réglages simples prévus par le constructeur ou le service de maintenance. Au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture d'équipement ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité.

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien (opérateur de l'équipement) sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

b. 2^{ème} Niveau

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

c. 3^{ème} Niveau

Identification et diagnostics de pannes, réparations par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

d. 4^{ème} Niveau

Travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.

Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

e. 5^{ème} Niveau

Travaux de la *rénovation* et de la *reconstruction* ou de réparation importante.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Remarque : suivant la norme AFNOR X 60-000. La tendance actuelle est de se ramener à trois niveaux seulement, dans une logique de Total Productive Maintenance (TPM). À savoir :

Niveau I = 1 + 2 : c'est la maintenance « de première ligne » transférée progressivement aux opérateurs de production, assistés si nécessaire par les techniciens de maintenance de l'antenne sectorisée ;

Niveau II = 3 + 4 : domaine d'action privilégié des équipes polyvalentes de techniciens de maintenance. Diagnostics, interventions techniquement évoluées, mise en œuvre d'améliorations, etc. ;

Niveau III = 5 : travaux spécialisés souvent sous-traités pour que la maintenance puisse recentrer ses moyens sur son savoir-faire (le niveau II).

12. Les fonctions de la maintenance [5]

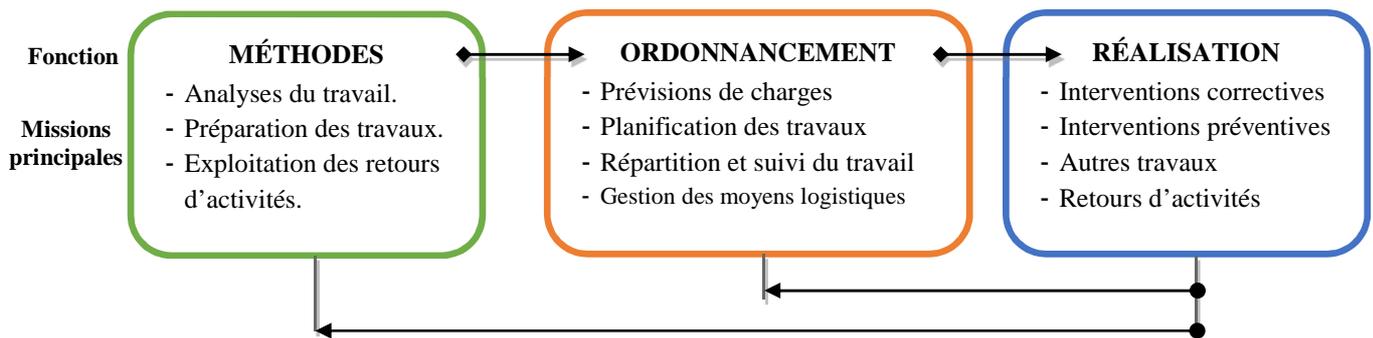


Figure 1.8 : Les trois fonctions opérationnelles de la maintenance.

Le modèle d'organisation « méthodes-ordonnancement-réalisation » est naturel, en ce sens qu'il matérialise le modèle humain « œil-cerveau/système nerveux/main ».

Il est itératif, donc compatible avec une gestion permettant l'amélioration permanente. Il est par ailleurs de structure semblable au modèle d'organisation de la production, bien que les contenus soient très différents.

12.1 La fonction méthode : les méthodes sont caractérisées par les verbes d'action *savoir, analyser, prévoir, anticiper, améliorer*.

Cette fonction est considérée comme le cerveau du service de maintenance, elle définit :

- ce qu'il faut faire, avec qui le faire et comment le faire ;
- les méthodes et les techniques d'intervention ;
- les moyens et les normes d'entretien ;
- la création et l'exploitation de la documentation technique et historique ;
- l'élaboration des méthodes d'entretien.

Elle détermine les moyens nécessaires (*matériels et humains*) et les fréquences d'intervention.

12.2 La fonction d'ordonnancement : l'ordonnancement est caractérisée par les verbes *planifier, coordonner et synchroniser*. Cette fonction se situe entre la fonction méthode, chargée de la définition des tâches à effectuer et des moyens à mettre en œuvre, et la fonction réalisation chargée de leur exécution. Le terme ordonnancement est une planification qui prend en compte les moyens et les ressources disponibles.

La fonction ordonnancement a pour mission :

- de prévoir la chronologie du déroulement des différentes tâches ;
- d'optimiser les moyens nécessaires en fonction des délais et des chemins critiques ;
- d'ajuster les charges aux capacités connues ;
- de lancer les travaux au moment choisi, en rendant tous les moyens nécessaires disponibles ;
- de contrôler l'avancement et la fin des travaux ;

- de gérer les projets (prévision, optimisation logistique, avancement et respect des délais) ;
- d'analyser les écarts entre prévisions et réalisation (le suivi des travaux).

12.3 La fonction d'exécution : la réalisation est caractérisée par le verbe *effectué, vérifier et rendre compte*. C'est la fonction opérationnelle de la maintenance. Elle assure la remise en route des machines par l'exécution des interventions. Elle garantit le niveau de qualité requis dans les délais prévus, à la date fixe et dans les meilleures conditions de sécurité.

13 Outils, méthodes et démarches de maintenance

13.1 TPM

Le sigle TPM est l'abréviation de Total Productive Maintenance. Il s'agit d'un système de recherche du rendement global maximum. Trois éléments sont inclus dans la TPM :

- le **TRS** (taux de rendement synthétique) ;
- les **5S** (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), que l'on traduit en français par **ORDRE** :
 - Ordonner (ou plus littéralement « ôter l'inutile ») ;
 - Ranger ;
 - Dépoussiérer, Découvrir des anomalies ;
 - Rendre évident ;
 - Être rigoureux ;
- **L'auto-maintenance** : maintenance élémentaire (souvent de niveau I) réalisée par les agents de production qui ont à disposition les procédures et les moyens techniques.

13.2 Diagramme d'Ishikawa

Il s'agit d'un diagramme *causes/effets*. Son but est de formuler collectivement les causes d'un problème, de déterminer avec précision les situations à problèmes, puis de lister toutes les causes pour ensuite les classer par famille afin de les positionner sur le diagramme. Ce diagramme est également appelé « Arêtes de poisson » ou « Méthode des 5M » (Méthodes, Milieu, Matière, Maintenance, Moyens).

13.3 MBF

MBF signifie « Maintenance basée sur la fiabilité ». Cette méthode correspond à l'application en France de la RCM (Reliability - Centered Main - tenance) développée aux États-Unis.

13.4 QQQCCP

Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?

C'est une technique de recherche d'informations, pour faire le tour d'un problème ou d'une situation.

13.5 Diagramme de Pareto ou analyse ABC

Il s'agit ici d'exploiter les relevés de défaillance. Ce diagramme permet d'orienter la politique de maintenance à mettre en œuvre. Le but est de faire apparaître les priorités, de faire le tour d'un problème ou d'une situation (résolution de problèmes en groupe de travail).

13.6 AMDEC

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

Il s'agit d'une méthodologie d'analyse en profondeur des pannes et des équipements (utilisée également pour la conception d'un produit, dans l'analyse de la fabrication, du marketing, etc.) qui permet de prendre des décisions telles que la mise à jour du plan de maintenance ou la modification de la conception de l'équipement (voir figure 1.9).

La méthodologie à suivre est la suivante :

- une fonction est décomposée éventuellement en systèmes ;
- on réalise :
 - ✓ une analyse fonctionnelle pour chaque système,
- une analyse de dysfonctionnement des systèmes tout en faisant apparaître les équipements concernés,
- on réalise alors une AMDEC pour chaque équipement concerné (voir tableau 1.2) ;
- on en déduit les effets et leur criticité.

N : nombre de pannes.

F : fréquence.

G : gravité.

E : évidence.

13.7 Benchmarking

C'est un moyen de comparaison quantitatif et/ou qualitatif de performances avec un référentiel, le but est clair : le benchmarking est un moyen de mettre en perspective des axes d'amélioration.

13.8 Brainstorming (remue-méninges)

Cette méthode a pour but de produire un grand nombre d'idées sur un thème donné. Elle favorise la créativité des participants et permet de faire surgir des idées nouvelles.

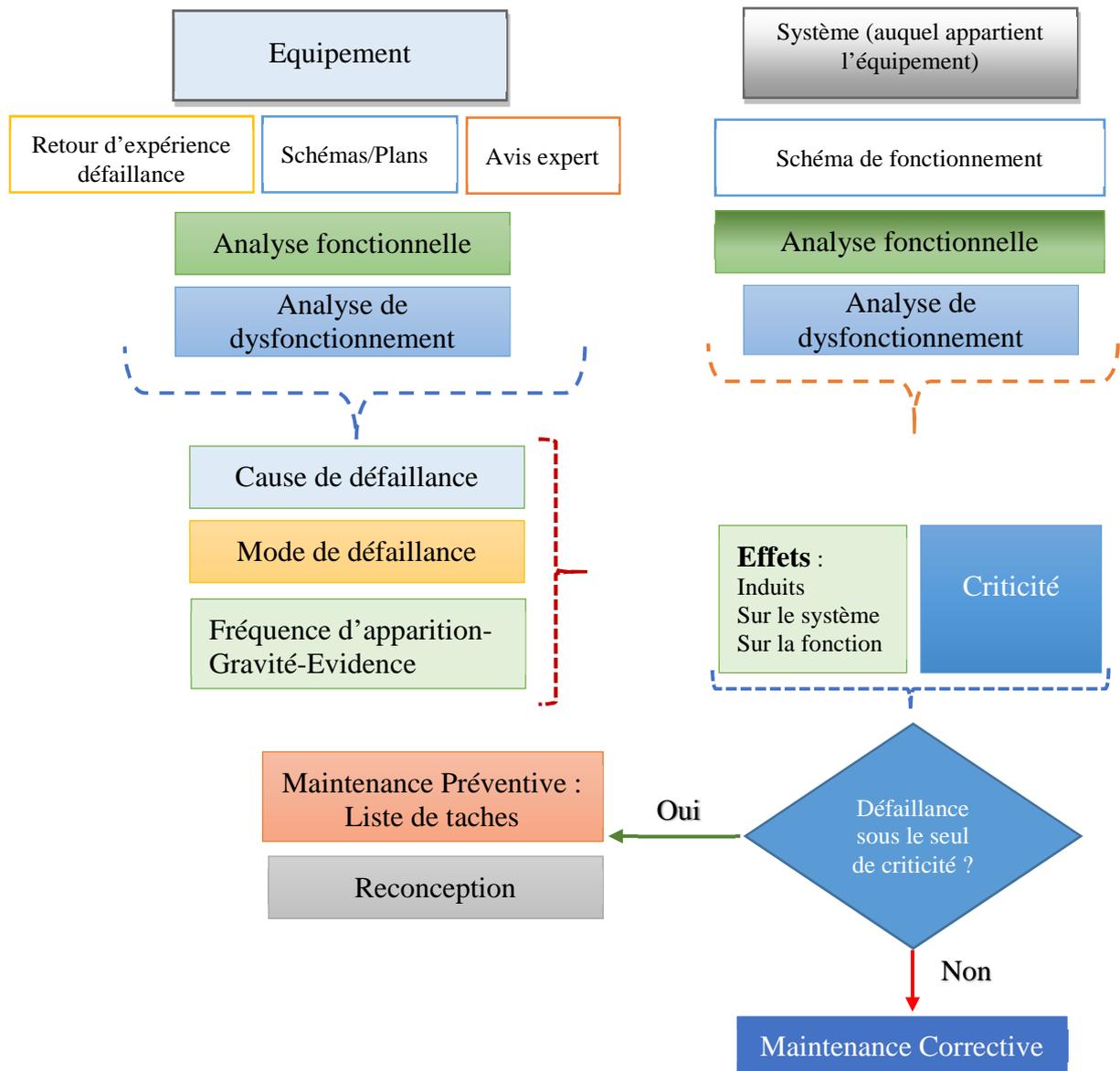


Figure 1.9 : Méthodologie de l'AMDEC.

Défaillance		Effets			N	F	G	E	Criticité F×G×E	Observations
Mode	Cause	Sur le système	Sur la fonction	Dommege induit						

Tableau 1.2 : Exemple de support AMDEC.

14 Conclusion

La maintenance industrielle joue actuellement un rôle déterminant dans la conduite de la production. En effet, la recherche de l'accroissement des performances des ateliers de production, de plus en plus variés et complexes, conduit à transférer sur la fonction maintenance la responsabilité de garantir la disponibilité de ces systèmes. L'objectif de la maintenance devient alors l'identification réactive de l'élément défaillant (maintenance corrective) mais aussi la prévision des pannes afin de réduire la durée moyenne d'indisponibilité du système (maintenance préventive).

Les arrêts accidentels du système de production sont considérés comme une source de perturbation et de perte de productivité et de sécurité. La disponibilité des équipements, au moment voulu, est une condition nécessaire au bon déroulement de la production. La maintenance préventive est un moyen efficace pour maintenir un niveau de disponibilité acceptable. Cependant, le déploiement des activités de maintenance nécessite l'arrêt total des équipements de production, et par voie de fait la perturbation de l'ordonnancement en cours.

Chapitre II:

Modélisation d'un système de gestion de la maintenance

1 Introduction

La modélisation des processus constitue un élément de base de la démarche d'analyse et de re-conception des processus d'affaires dans le contexte de la réingénierie. Elle vise à fournir une image globale et précise des processus. En effet, le modèle de processus est non seulement un outil d'analyse, mais aussi un outil de communication qui permet à tous les intervenants de partager leur vision des processus. Par la représentation graphique de la chaîne des opérations, il schématise les mécanismes de transformation de la matière et de l'information. Il permet aussi d'identifier les responsabilités des intervenants à titre d'individu ou d'unité administrative. En fait, le modèle de processus (Diagramme de processus opérationnel [DPO], etc.) présente fidèlement qui fait quoi ? Quand ? Et comment ? [8]).

2 Les outils de support à la réingénierie

« La réingénierie c'est une révision fondamentale et une ré-conception radicale des processus d'affaires pour améliorer les indicateurs de performance comme le coût, la qualité, le service et la vitesse. » [6]

Le concept de réingénierie, mis en application par le biais d'une démarche structurée faisant appel à la modélisation, à l'analyse et à la simulation, a rendu essentiel le recours à des outils d'aide à la représentation et à l'analyse des processus. Ces outils ont comme principaux objectifs d'accroître la productivité des équipes de travail, de produire les livrables nécessaires à la démarche et d'explorer et d'évaluer facilement divers scénarii.

Les outils à privilégier pour analyser et réviser des processus doivent être en mesure de : [7]

- décrire graphiquement les étapes du processus ;
- représenter le flux de matériaux et d'informations à travers chaque étape ;
- saisir et illustrer le taux de circulation dans le processus, les ressources, le temps de réalisation des opérations et les événements déclencheurs des opérations ;
- décomposer le processus en niveaux hiérarchiques pour permettre une analyse selon le degré de détail voulu ;
- présenter une interface interactive et conviviale ;
- réaliser des simulations en temps réel ;
- identifier les goulots d'étranglement et les contraintes du processus ;
- relier les données et les procédures aux outils de développement des systèmes d'ingénierie (CASE : Computer-Aided Systems Engineering).

Ces outils visent à identifier les responsabilités des intervenants, analyser les processus, identifier facilement la redondance des opérations, visualiser la dynamique des processus, effectuer des

changements de métriques (fréquence, durée et coût), en évaluer l'impact et comprendre aisément les résultats.

À cause de la multitude de concepts manipulés et de la diversité des approches disponibles, plusieurs techniques de modélisation ont vu le jour. Parmi les plus connues, on retrouve : GRAI, IDEF. Nous présentons dans ce qui suit ces méthodes.

3 La méthode GRAI

La méthode GRAI (Graphe à Résultats et Activités Inter reliés) s'appuie sur un modèle conceptuel élaboré à partir des théories sur les systèmes hiérarchisés et des théories des systèmes d'organisation [17], [18]. Elle comporte une phase d'analyse et une phase de conception.

L'entreprise comme système est décomposée, dans un premier temps, en deux parties : *le système physique* et *le système de pilotage*. Le système de pilotage est à son tour décomposé en deux autres parties : *le système de décision* et *le système d'information*.

Le système de décision élabore l'ensemble des décisions qui permettent de piloter le système physique, à partir d'un ensemble d'informations. Le système d'information contient les informations nécessaires au pilotage du système physique par le système de décision. Ces informations peuvent être d'origine interne ou externe. Le système physique décrit la transformation du flux physique par les ressources.

L'utilisation de la méthode engage la participation de plusieurs acteurs et impose des séquences d'actions pour atteindre des objectifs bien déterminés. Il convient tout d'abord de présenter les acteurs de l'étude, les personnes qui participent, à différents niveaux, à la mise en œuvre sur le terrain des différentes activités présentées dans la démarche :

- a. Le groupe de pilotage* : il est constitué des décideurs de l'étude. Ils valident les résultats de chaque phase. Le rôle de ce groupe est de définir les objectifs et le domaine de l'étude.
- b. Le groupe de synthèse* : il regroupe les principaux utilisateurs du système étudié. Le rôle de ce groupe est de fournir des informations et de proposer des solutions.
- c. Le groupe d'analystes/spécialistes* : il regroupe les personnes spécialisées dans l'application de la méthode GIM (**G**RAI **I**ntegrated **M**ethod). Son rôle principal est la collecte d'informations et l'élaboration de modèles en conformité avec les informations collectées.
- d. Le groupe des interviewés* : il est composé de personnes compétentes de l'entreprise et/ou de l'extérieur qui recherchent les solutions les mieux adaptées pour améliorer les défauts détectés.

Deux analyses sont nécessaires au cours de cette phase, la première est de nature descendante, elle permet d'identifier la structure hiérarchisée du système analysé et de prendre en compte les

contraintes dues à sa structure interne et à son environnement. L'analyse ascendante succède à l'analyse descendante en débutant par le système physique dont elle identifie les contraintes d'exécution.

La superposition de l'analyse ascendante et de l'analyse descendante permet de détecter les incohérences au niveau de la structure, des informations ou des ressources. C'est à partir de cette analyse que le nouveau système qui remédie aux inconvénients est conçu.

Les étapes à suivre lors de la réingénierie d'une entreprise par la méthode GRAI [17] sont présentées dans la figure 2.1 et nous les détaillerons dans ce qui suit :

1. et 2. Les phases de modélisation : la modélisation de la vue fonctionnelle et des trois systèmes (*physique, décisionnel, informationnel*) ;

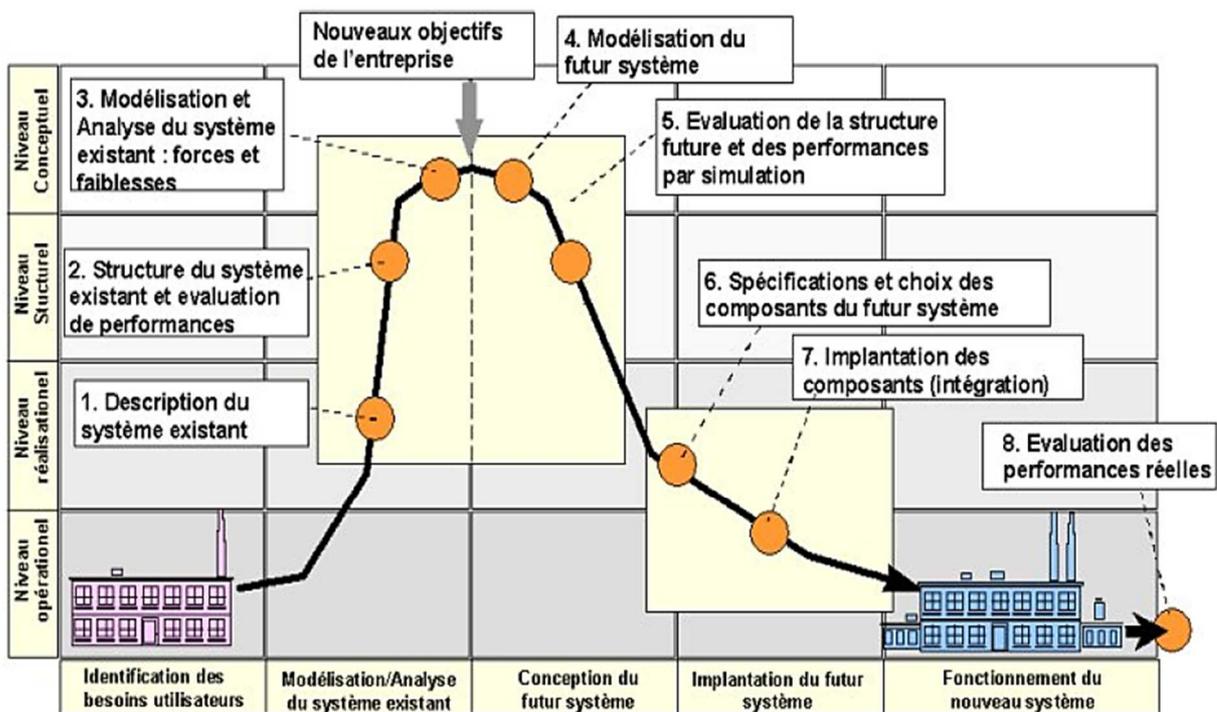


Figure 2.1 : Le cycle de vie d'une méthode de modélisation [17].

3. la phase d'analyse des résultats : il sera question d'analyser les résultats et de rédiger le rapport d'analyse de cohérence (mise en évidence des points forts et des points faibles à améliorer) ;

4. la phase de conception orientée utilisateur : cette phase a pour but de construire la nouvelle vue fonctionnelle (au niveau conceptuel) et les nouveaux modèles physique, décisionnel et d'information (au niveau structurel) ;

5. la phase de conception orientée technique : cette phase utilise comme point de départ les spécifications utilisateurs et les traduit en spécifications techniques en utilisant les compétences des spécialistes dans les domaines techniques concernés ;

6. la phase d'acquisition/développement, menée à partir des résultats de la phase de conception orientée technique, comprend la recherche des composants sur le marché, et le choix de ceux qui correspondent au cahier des charges techniques. Elle peut aussi représenter la phase de développement des éléments de solutions qui sont trop spécifiques pour être disponibles sur le marché ;

7. la phase d'exploitation correspond à l'implantation des éléments de solutions choisis ou développés

4 LA méthode IDEF0 [11]

4.1 Origine de la méthode IDEF0

IDEF0, Integration Definition Language 0, s'inscrit dans une famille de méthodes appelée IDEF. Cet acronyme signifiait à l'origine ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing), visant à développer des outils de fabrication assistée par ordinateur. Le projet incluait la mise au point de techniques de spécification. Deux techniques ont notamment été élaborées:

IDEF1 pour représenter les informations ;

IDEF0 pour représenter les fonctions.

Ces deux techniques réunies ont été commercialisées par la société Softech de D.T. Ross à partir de la fin des années 1970 sous le nom de SADT (Structured Analysis and Design Technical), méthode qui a connu une diffusion importante dans les milieux industriels et militaires.

4.2 La décomposition hiérarchique d'IDEF0

DEF0 se présente comme une technique d'ingénierie permettant de construire une représentation graphique et structurée d'un système. Le principe central est de décomposer le système de façon hiérarchique en faisant apparaître, à chaque niveau, les fonctions sous forme de boîtes et leurs interfaces. Le modèle décrit, ce que fait le système, ce qui le contrôle, sur quoi il travaille, ce qu'il produit et les moyens mis en œuvre, à plusieurs niveaux de décomposition.

Un modèle IDEF0 se compose d'une arborescence de diagrammes (figure 2.2), comprenant des fonctions, du texte et un glossaire. Un diagramme peut être décomposé en plusieurs diagrammes « enfants », chacun correspondant au détail d'une boîte - fonction. À l'exception du premier niveau, tout diagramme est rattaché à un diagramme « parent ». Chaque diagramme porte un numéro de nœud, un titre et un identifiant qui lui est propre.

Le diagramme de premier niveau (nommé A-0) représente le système global ; il est appelé «diagramme de contexte ». Le texte qui l'accompagne décrit l'objectif du système.

Sur l'exemple de la figure 2.2, le diagramme de premier niveau de décomposition (nommé A0) fait apparaître plusieurs fonctions. Seule la fonction 3 a fait l'objet d'une décomposition, comme l'indique la mention du numéro de nœud sous la boîte (A3).

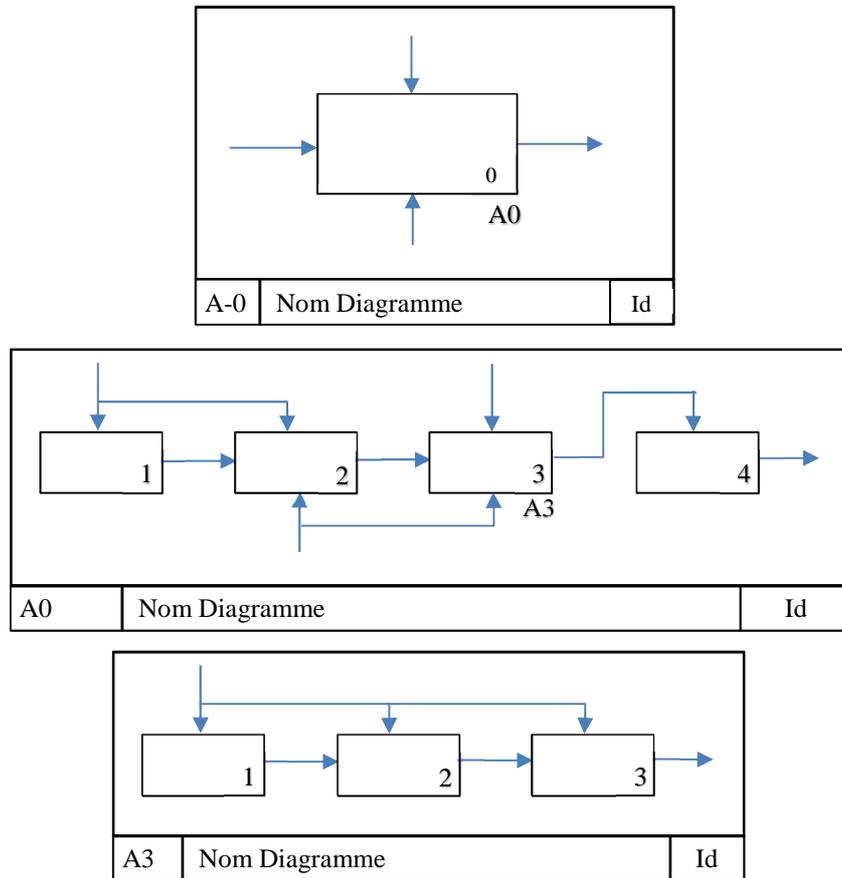


Figure 2.2 : L'arborescence IDEF0.

La méthode recommande de ne pas dépasser six niveaux de décomposition et d'avoir entre trois et six fonctions à chaque niveau détaillé. Chaque boîte à chaque niveau fait l'objet d'une numérotation précise : numéro de nœud (boîte parent), suivie d'un numéro de séquence dans le diagramme. Cette numérotation permet de dresser l'arbre des nœuds (figure 2.3), c'est-à-dire le schéma complet de décomposition.

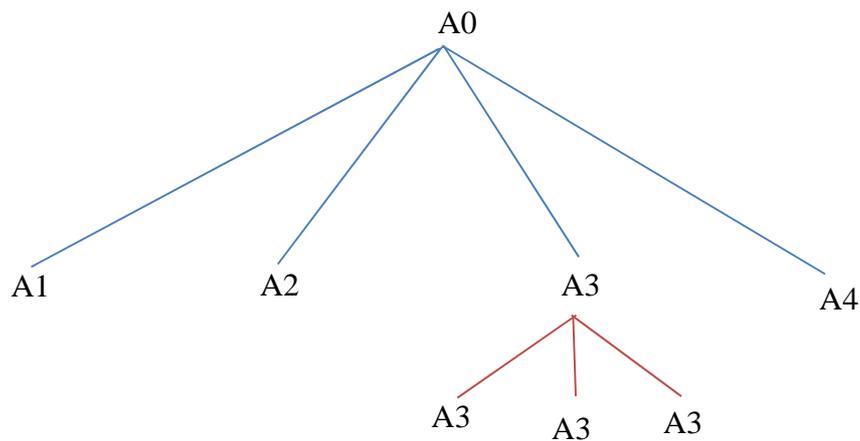


Figure 2.3 : Arbre des nœuds.

4.3 Le diagramme IDEF0

D'un point de vue syntaxique, un diagramme se compose de boîtes et de flèches (figure 2.4), avec les règles suivantes :

- Toute boîte est représentée par un rectangle. Elle est nommée par un verbe ou une phrase verbale, figurant au centre. Toute boîte porte un numéro, qui l'identifie de façon unique et permet de faire le lien avec un texte associé.
- Toute flèche est porteuse d'un nom ou d'une phrase nominale indiquant ce qu'elle représente. Elle est toujours attachée à au moins une boîte par une de ses extrémités. Une flèche peut être horizontale, verticale ou coudée à 90 °. Plusieurs flèches peuvent se rejoindre, indiquant le groupement de plusieurs informations ou objets. Une flèche peut se scinder en plusieurs flèches, permettant l'intervention d'un élément dans plusieurs boîtes.
- Une flèche figurant sur un diagramme parent doit se retrouver sur au moins une des boîtes du diagramme enfant. Pour ce dernier, il s'agit d'une « flèche frontière », par opposition aux « flèches internes » qui ne sont pas reprises au niveau supérieur.

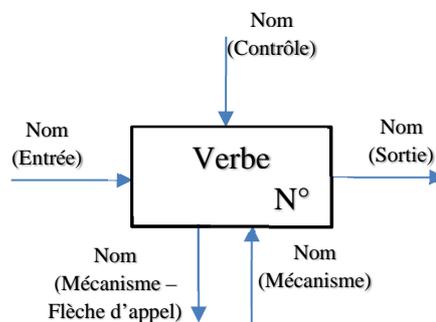


Figure 2.4 : Le diagramme IDEF0.

La sémantique des éléments du diagramme IDEF0 est la suivante :

- Une boîte représente une fonction : le verbe associé à la boîte résume l'objectif de la fonction.
- Une flèche représente une interface : le nom associé à la flèche indique sa signification. La position de la flèche par rapport à la boîte indique le rôle de l'interface : Entrée, Sortie, Contrôle, Mécanisme.
- Une Entrée est un élément transformé ou consommé par la fonction pour produire les Sorties ; ce n'est pas un événement, elle ne déclenche pas l'activation de la fonction. Lors d'une activation, on ne prend pas obligatoirement en compte toutes les entrées.
- Une Sortie est une donnée ou un objet produit par la fonction ; toute boîte doit avoir au moins une sortie. Toutes les sorties ne sont pas obligatoirement produites. Les sorties d'un module peuvent être une entrée ou un contrôle pour un module suivant.
- Un Contrôle indique les conditions requises pour que la fonction produise les Sorties correctes. Une donnée de contrôle n'est pas modifiée par l'activité. Elle déclenche l'activité ou influence fortement son comportement. Toute boîte doit avoir au moins un contrôle.
- Un Mécanisme (flèche entrante) représente un moyen nécessaire à l'exécution de la fonction (logiciel, matériel, acteurs, etc.) ; il peut être hérité d'une boîte parente, c'est-à-dire du niveau de décomposition supérieur.

- Un Mécanisme (flèche sortante) est appelé Flèche d'appel et permet de faire figurer le numéro d'une autre boîte et la référence de son nœud : la boîte appelante n'a pas de diagramme enfant, c'est-à-dire ne fait pas l'objet d'une décomposition à un niveau inférieur, mais celle-ci est fournie par la boîte appelée et ses descendants. La flèche d'appel permet de réutiliser des fonctions à l'intérieur d'un système, sans les décrire à plusieurs reprises.

5 Structuration de la maintenance avec l'ISO 9001

5.1 Définition générale d'un processus

Un processus est un enchaînement d'activités ou d'ensembles d'activités, qui est alimenté par des entrées, qui dispose des ressources et qui ajoute de la valeur par rapport au but pour créer des sorties.

Les entrées d'un processus proviennent soit de l'extérieur, soit d'un autre processus (*processus amont*). Tout comme ses sorties vont soit vers l'extérieur, soit vers un processus aval.[9]

Selon ISO 9001:2008 : « L'approche processus désigne l'application d'un système de processus au sein d'un organisme, ainsi que l'identification, les interactions et le management de ces processus en vue d'obtenir le résultat souhaité ».

L'approche processus consiste à : [10]

- définir les processus des activités de l'organisme ;
- définir les interactions existantes entre les processus ;
- fixer des objectifs ;
- définir des points à surveiller et à mesurer ;
- analyser l'efficacité du processus et ses dysfonctionnements ;
- améliorer le fonctionnement du processus.

Le découpage des activités en vue de leur présentation sous forme de processus dépend de chaque entreprise. Chacune représente l'articulation de ses activités en procédant à un découpage « virtuel » le plus pratique possible : il faut que ce dernier reflète au plus près la configuration réelle, donc qu'il soit finalement le moins « virtuel » possible.

L'identification et la formalisation des processus de l'entreprise consistent à repérer les différentes « chaînes d'activité » concourant à un objectif commun (voir tableau 2.1).

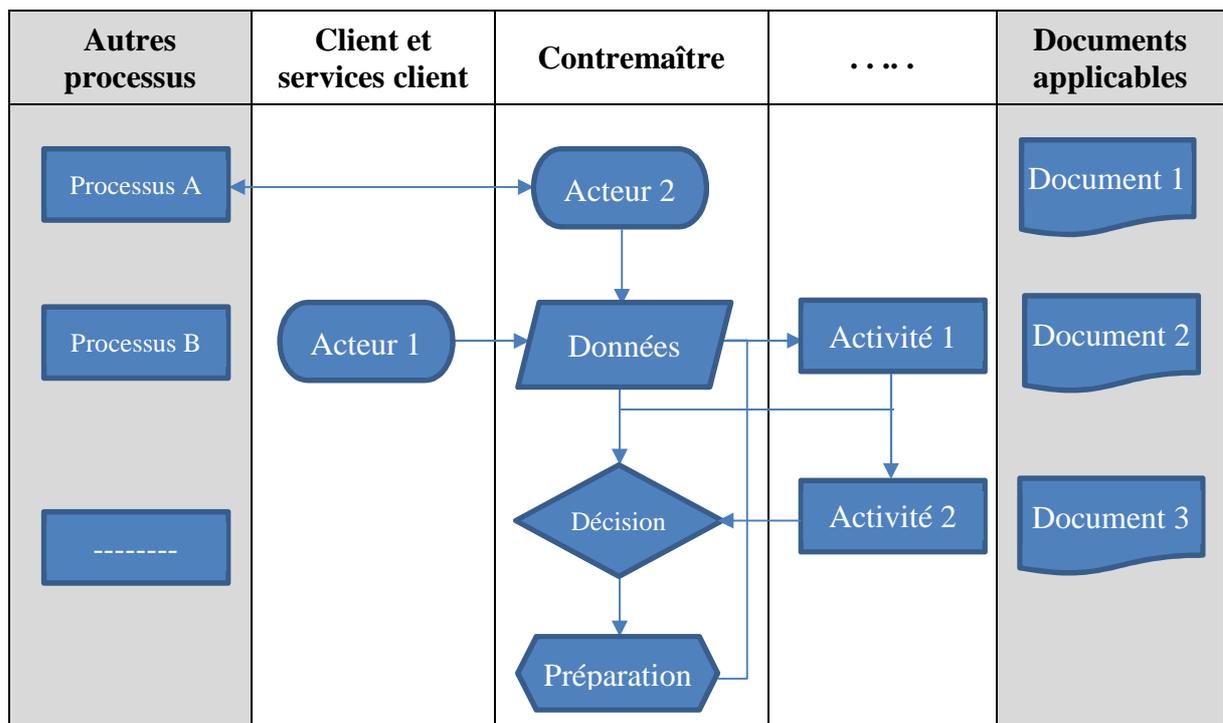


Tableau 2.1 : Exemple de définition d'un logigramme de processus.

5.2 Cartographie

L'ensemble des processus, ainsi que leurs « interactions », c'est-à-dire les flux de matière, de matériel ou d'information circulant entre les processus, sont généralement représentés dans une « cartographie ».

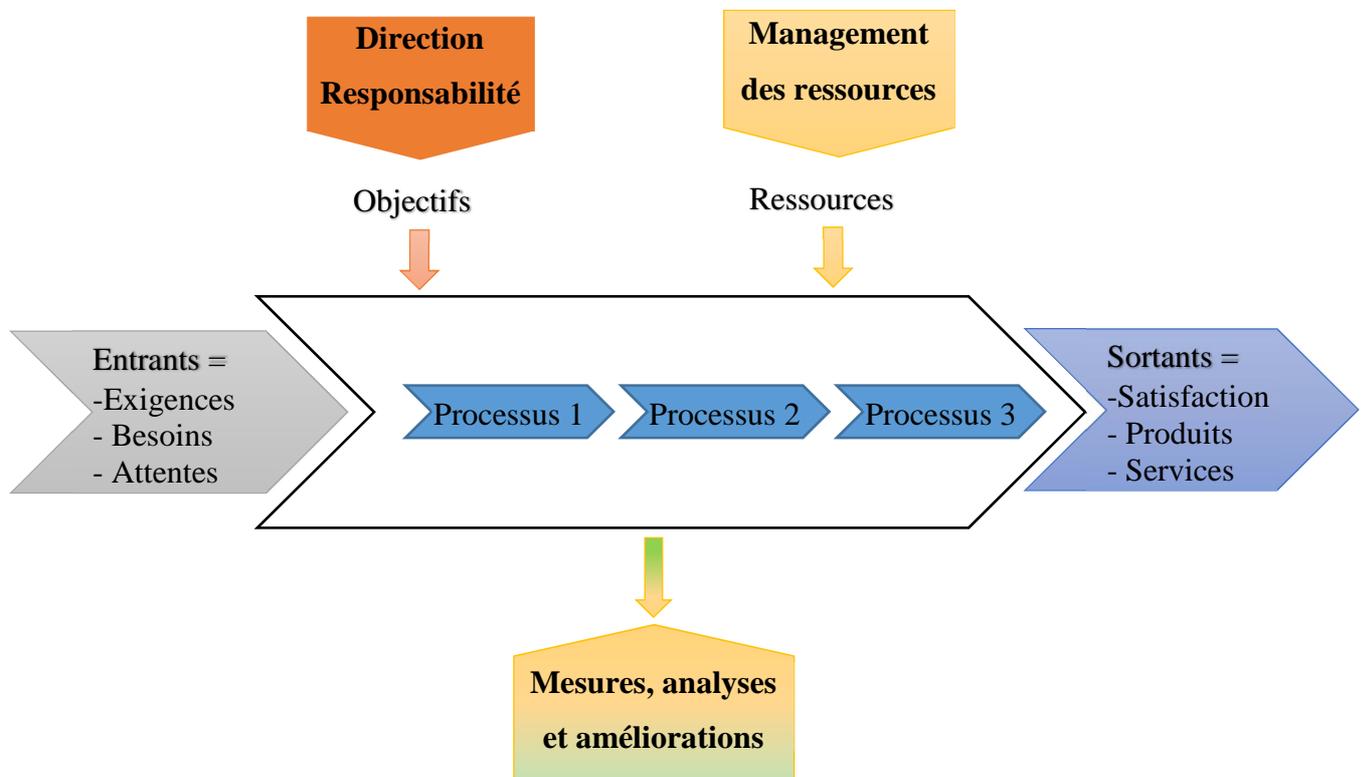


Figure 2.5 : Interactions entre les processus en vue de présenter la cartographie.

Pour établir la cartographie, il est nécessaire de réaliser l'étude des processus clés, ensuite des processus supports et enfin des processus de pilotage.

5.3 Typologie des processus

La norme ISO 9001 : 2000 n'exige pas de représenter vos processus graphiquement. Cette norme n'impose jamais un moyen précis, mais décrit plutôt un but à atteindre. Elle précise qu'il faut « identifier les processus nécessaires au système de management de la qualité [...] déterminer la séquence et l'interaction de ces processus » (§ 4.1a-b de la norme).

La norme vous laisse donc libre de choisir le moyen pour représenter le résultat de cette identification.

On peut classer les processus en trois grandes familles :

- **les processus de réalisation** : ils contribuent à la réalisation du produit, depuis la détection du besoin jusqu'à la satisfaction client ;
Ils sont composés d'un enchaînement d'activités ou d'ensembles d'activités, alimentés par des entrées et consomment des ressources, qui créent des sorties en y apportant une valeur ajoutée. [10]
- **les processus de support** : ils contribuent au bon fonctionnement des processus de réalisation en leur apportant les ressources ;
- **les processus de direction** : ils contribuent à la détermination de la politique et au déploiement des objectifs, ils permettent d'orienter les processus de réalisation et de support.

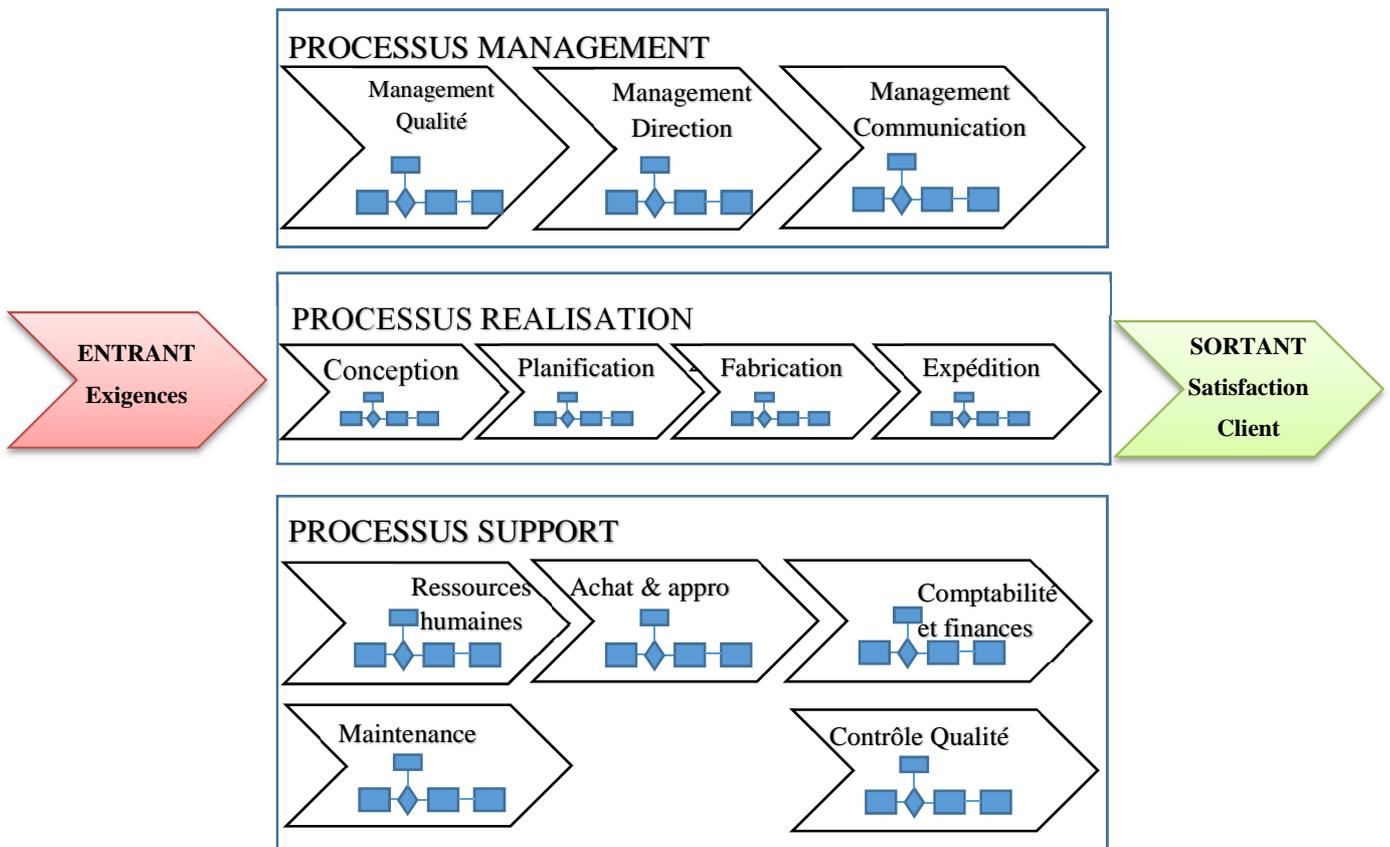


Figure 2.6 : Exemple de typologie des processus d'une entreprise de fabrication.

5.4 Processus maintenance [9]

Nous le présentons sous forme de points à prendre en considération pour manager la maintenance :

- politique de maintenance ;
- identification des moyens critiques ;
- fourniture des moyens nécessaires :
 - ↳ moyens humains ;
 - ↳ moyens matériels, y compris pièces de rechange (support : direction de l'entreprise (qui définit les moyens et les budgets) + plan de maintenance + ordonnancement) ;
- planification des opérations de maintenance (support : ordonnancement ; outil : gestion de maintenance assistée par ordinateur -GMAO-, etc.) ;
- surveillance, mesure, analyse et améliorations (support : plan de maintenance + processus maintenance + méthodes).

5.5 Composantes du processus maintenance

Une façon rigoureuse et systématique de s'assurer de la maîtrise des risques ayant un impact sur la conformité du produit consiste à maîtriser le processus et ses composantes.

Le management de l'activité de maintenance doit assurer la maîtrise de toutes ses composantes opérationnelles. Dans ce volet nous les avons classées en cinq catégories appelées les 5M :

a. Main-d'œuvre (qui réalise ?) : le personnel, la hiérarchie, toutes les personnes qui concourent au fonctionnement de l'organisme ainsi que tout ce qui est relatif à l'action humaine : compétence, comportement, formation, qualification, communication, motivation, etc. ;

b. Milieu (quel est l'environnement de travail ?) : les conditions de travail (température, bruit, propreté, éclairage, encombrement), l'ergonomie, les espaces verts, le parking, l'ambiance de travail, les relations, les contacts, les clients, les fournisseurs ;

c. Méthodologies (comment réalise-t-on ?) : en relation avec l'organisation : procédures, spécifications, modes opératoires, procédés, gammes, modes d'emploi, consignes, notices, instructions ;

d. Matériel (sur quoi agit-on ?) : tout ce qui nécessite un investissement et qui est donc sujet à amortissement : locaux, installations, machines, équipements et gros outillages, moyens de production et de contrôle ;

e. Moyens (avec quoi réalise-t-on ?) : tout ce qui est consommable, donc non investi : fluides, matières premières, énergie, composants, outillage, logiciels, pièces de rechange.

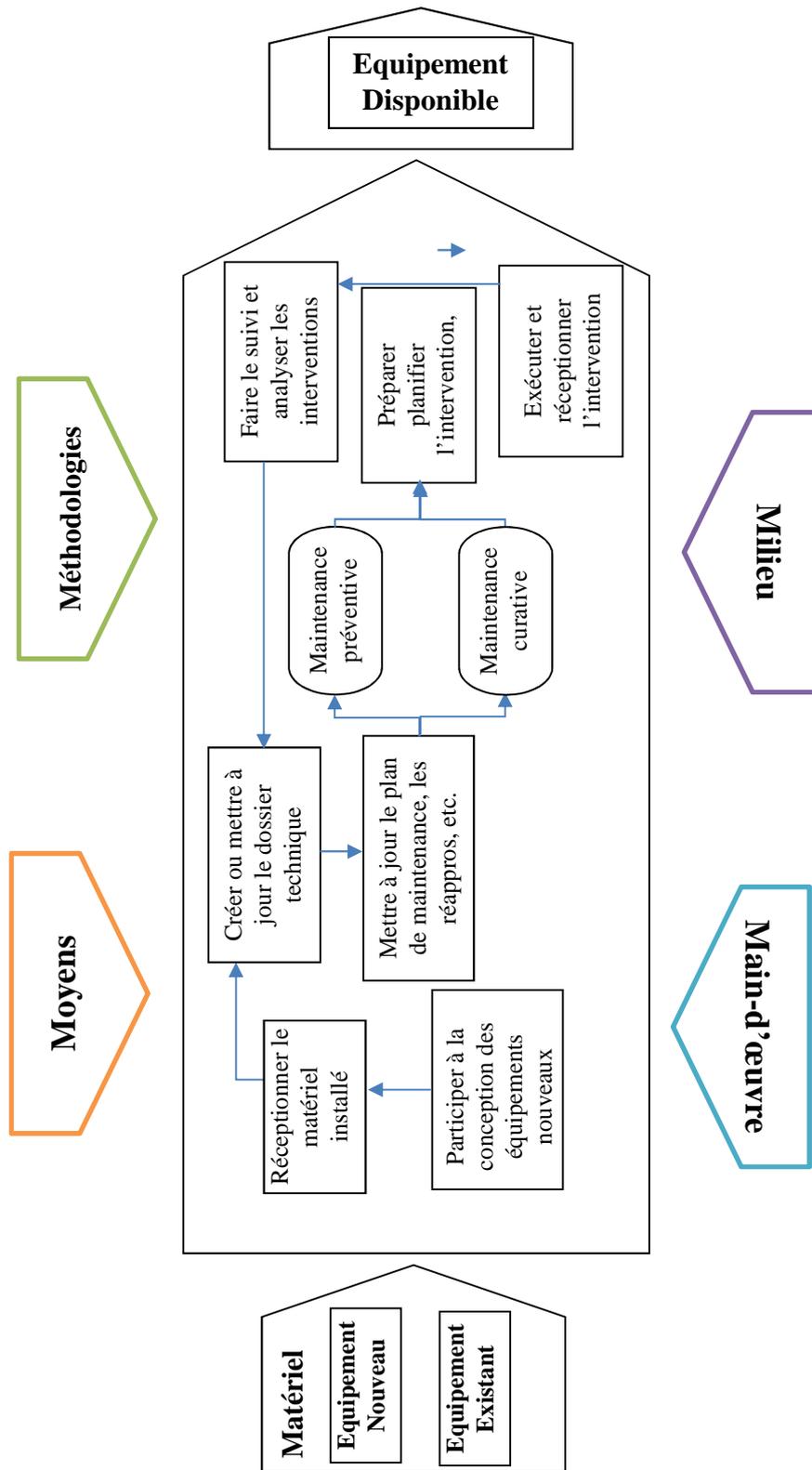


Figure 2.7 : Les 5M les processus maintenance.

5.6 Interactions avec le processus maintenance

Le processus maintenance va inclure -ou de préférence interagir avec- des processus tels que :

- le processus achats ;
- le processus de gestion de stock ;
- le contrôle de gestion ;
- la gestion des ressources humaines ;
- etc.

Chacun des processus peut être considéré comme une « micro-entreprise » ayant ses propres missions (activité élémentaire). Ainsi par exemple, le processus maintenance d'une entreprise de production de biens consommables pourra être considéré comme une micro-entreprise de services au sein de l'entreprise de production, dont la mission est d'assurer la disponibilité du matériel pour permettre à l'entreprise de satisfaire ses clients (voir figure 2.8).

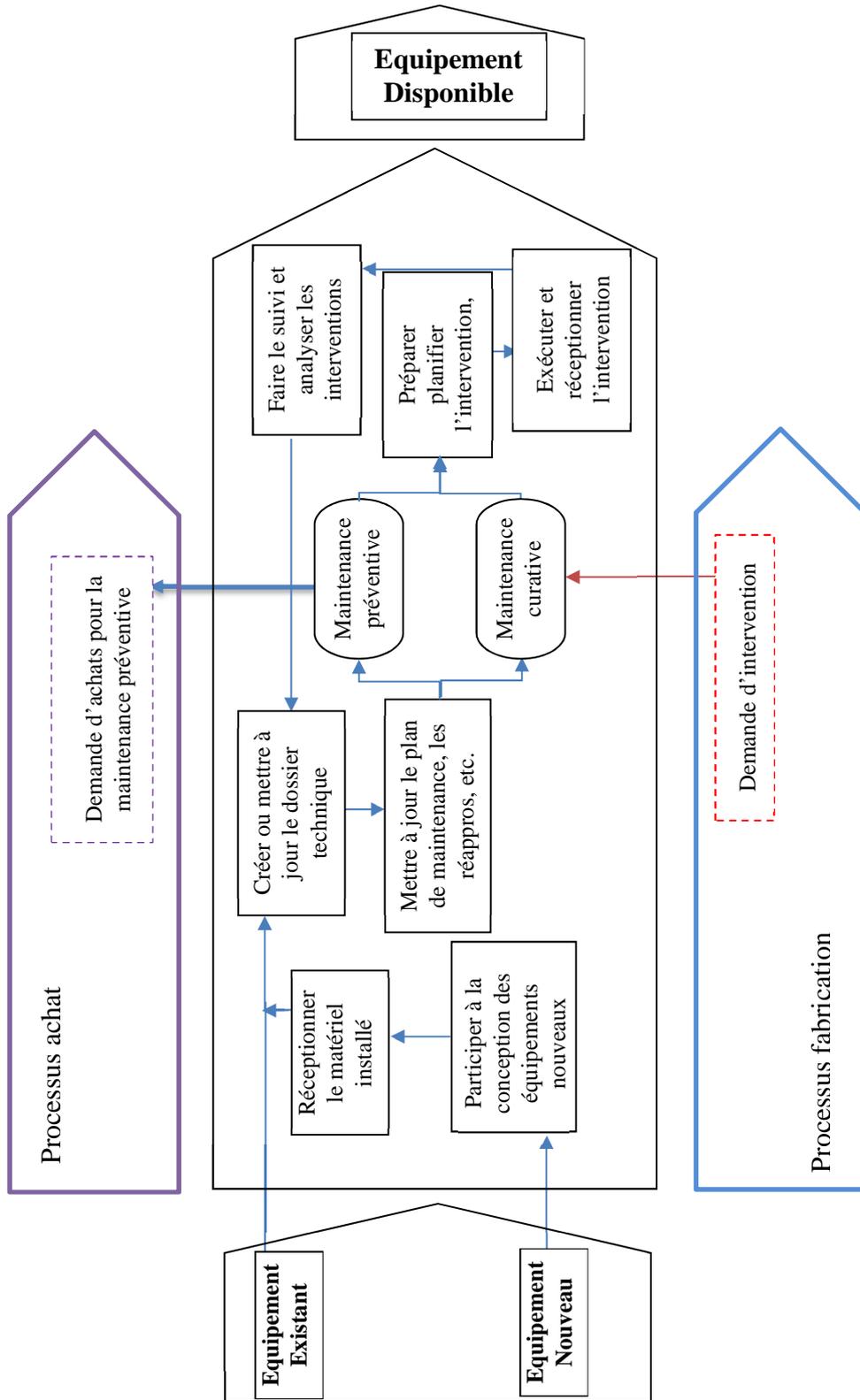


Figure 2.8 : Exemple d'interactions entre le processus de maintenance et d'autres processus maintenance.

5.7 Surveillance et mesure du processus maintenance

L'entreprise doit assurer une amélioration de ses produits. Elle doit s'améliorer sur le plan technique, et/ou sur le plan organisationnel, et/ou sur le plan des compétences, etc.

Bien évidemment, elle ne doit pas régresser, ce qui décevrait les attentes de ses clients. Des mesures judicieuses de l'aptitude des processus et du produit doivent donc être réalisées.

Les premières mesures d'aptitude qui viennent à l'esprit correspondent aux objectifs et au produit fini. Malheureusement cela n'est pas suffisant puisqu'il faut pouvoir identifier les points précis à améliorer. La seule façon de les identifier est de réaliser des mesures tout au long du processus par le biais d'indicateurs :

- de processus ;
- de résultats.

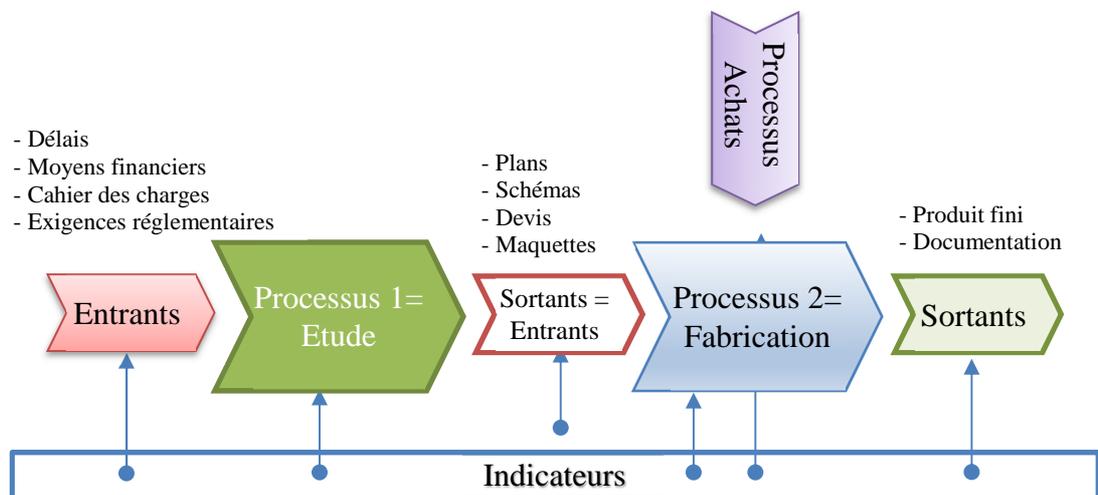


Figure 2.9 : Indicateurs tout au long de la réalisation du produit.

❖ Les indicateurs

La meilleure façon de suivre le fonctionnement du management de la maintenance est :

- soit de mesurer les objectifs ;
- soit de vérifier l'atteinte de ses finalités ;
- soit de vérifier la bonne mise en œuvre des activités du processus maintenance et leur efficacité par le biais d'indicateurs.

Chaque entreprise doit mettre au point ses propres indicateurs en fonction de sa politique, de ses processus. Toutefois, certains indicateurs sont spécifiques à la maintenance.

❖ L'auto-évaluation : utilisation d'un questionnaire

S'il est un outil auquel rêve tout responsable de maintenance, c'est bien un support d'audit de son service. On trouve bon nombre de questionnaires qui abordent les différentes activités de la maintenance. Ils sont plus ou moins longs et détaillés et ont le mérite de poser des questions sur l'activité de la maintenance. Ils proposent généralement une notation qui permet de suivre

son évolution. En revanche, l'évaluation n'est pas recevable devant la direction de l'entreprise sauf pour suivre une évolution, car la note n'a pas de référence et les pondérations sont laissées à l'appréciation de l'utilisateur : c'est bien l'amélioration dans le temps qui est évaluée, voire chiffrée, ce document n'est pas un comparatif avec d'autres sociétés dotées d'un service maintenance comparable.

Le questionnaire type n'existe pas.

Quel est donc le questionnaire qui vous permettrait de maîtriser complètement votre activité de maintenance ou, mieux, vos processus maintenance ? En formulant la question, on se rend compte qu'un tel questionnaire n'existe pas puisque chaque questionnaire est spécifique à la cartographie de processus. Chaque organisme doit mettre au point son propre questionnaire. Celui-ci sera d'ailleurs revu à chaque changement d'objectifs.

6 La politique maintenance

Le responsable du processus maintenance élabore **la politique maintenance**, cohérente avec la politique qualité, en se posant des questions telles que :

- Quels sont les enjeux de la maintenance par rapport au contexte de l'entreprise ?
- Comment la maintenance doit-elle s'organiser pour permettre à l'entreprise d'atteindre ses objectifs ?
- La maintenance sera-t-elle plutôt préventive ou curative (quel équilibre) ?
- La maintenance sera-t-elle faite en interne, ou sous-traitée auprès de sociétés spécialisées ?
- À quel niveau la maintenance sera-t-elle déléguée (service maintenance, chefs d'équipe, opérateurs...) ?
- etc.

Le responsable du processus maintenance tient compte de la criticité des équipements à maintenir. La direction de l'entreprise s'engage sur l'atteinte de résultats en relation avec la satisfaction des clients. Les différents services, dont la maintenance, doivent pouvoir s'impliquer dans la réussite de la politique. Il s'agit de l'un des principes de management de la qualité appelé « leadership ».

Chaque année, l'entreprise met à jour ses objectifs (entrants) sur la base de sa connaissance des exigences du client (sortant) et les transmet aux niveaux appropriés de l'entreprise, dont le service maintenance. Ainsi, ce dernier va définir sa politique, sa stratégie et ses objectifs ainsi que les ressources nécessaires (budget maintenance qui intègre les investissements). Ensuite :

- la direction donne son accord pour tout ou partie de la demande de budget du service maintenance ;
- le service maintenance met éventuellement à jour sa politique, sa stratégie et ses objectifs en fonction des ressources qui lui sont allouées.

7 Méthodologie

La méthodologie d'un système de management est essentiellement caractérisée par la documentation et les enregistrements. En maintenance, la documentation incontournable est constituée :

- de la documentation relative aux équipements ;
- du plan de maintenance ;
- des historiques de maintenance.

De façon plus large, la *documentation* est constituée des informations nécessaires à l'organisation ou au fonctionnement d'une entreprise, d'un service ou d'un processus, formalisées sur des supports essentiellement papier ou informatique.

De même, les *enregistrements* sont les traces des activités réalisées (relevés de tous types, bons de travaux renseignés, comptes-rendus de réunions, etc.) qui peuvent être exploitées a posteriori pour analyser un problème, améliorer une façon de faire, etc.

7.1 Mise à jour de la documentation de maintenance : De façon générale, en plus des processus, tous les documents de maintenance doivent être revus dès que nécessaire.

7.2 Enregistrements : Du seul point de vue « qualité », comme tous les autres services, la maintenance doit conserver dans le temps la trace de son système de management de la qualité. Plus largement, la maintenance doit impérativement conserver les traces de son travail (historiques de maintenance) afin de bâtir des raisonnements (études, méthodes) pour assurer l'amélioration du management. Comme cela est précisé dans la norme, il faut s'assurer de la maîtrise de la conservation des données. À titre d'exemple, on peut citer les historiques de maintenance qu'il faut savoir conserver même à l'occasion d'un changement de GMAO : les historiques doivent être utilisables alors même que l'on ne possède plus l'outil informatique qui a permis de les saisir. Une solution consiste à importer les données dans le nouvel outil informatique, mais l'expérience montre que cela se passe souvent mal. La figure 2.10 permet de visualiser clairement le processus des enregistrements.

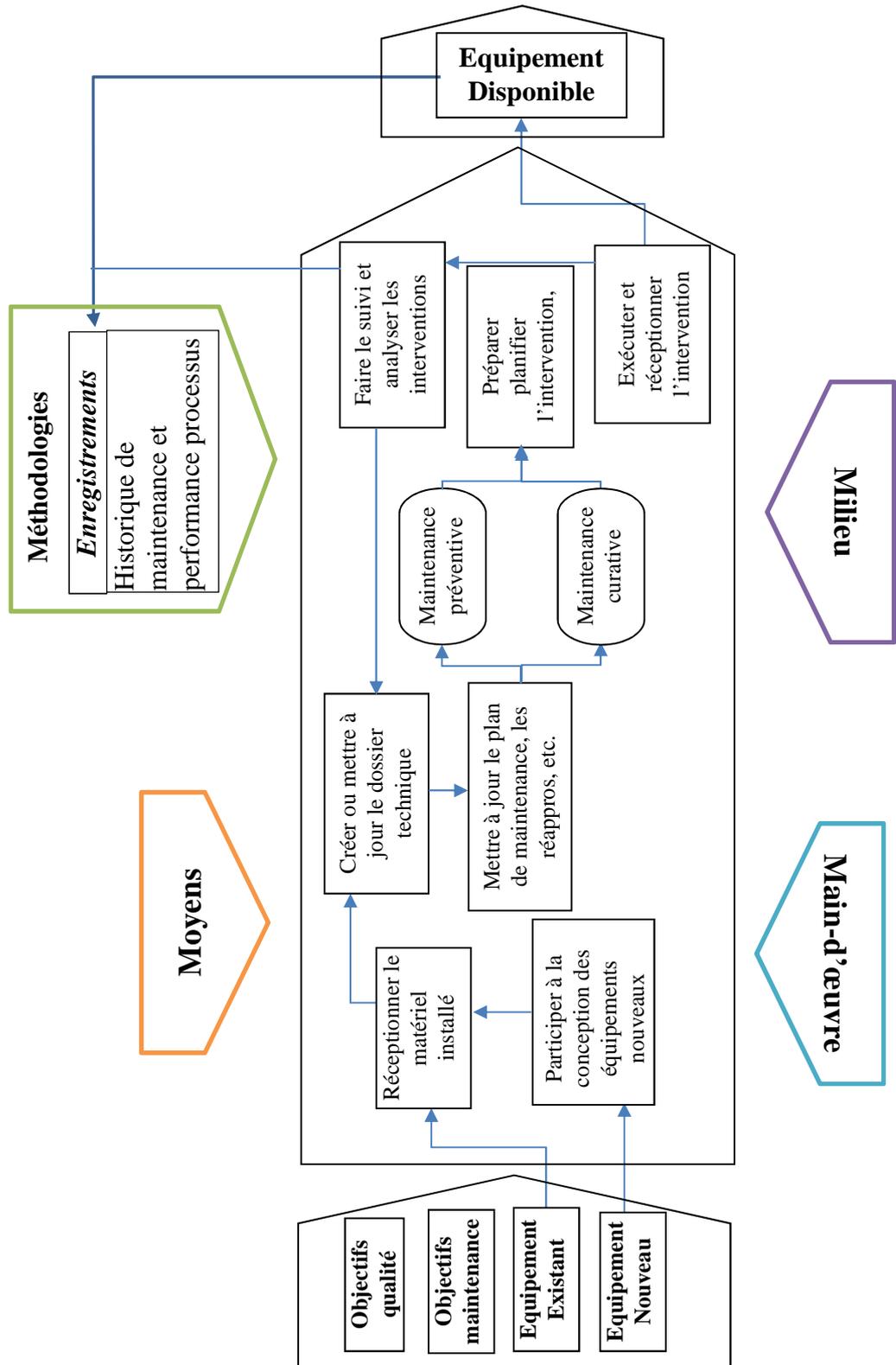


Figure 2.10 : Processus d'enregistrements.

8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des outils de ré-ingénierie de processus et de modélisation. Cette présentation nous a permis de cibler un outil adéquat de modélisation des processus de maintenance.

À partir d'une représentation graphique, il est possible d'identifier et d'évaluer le niveau de complexité du processus, la fréquence des transferts d'informations, le dédoublement de certaines opérations, la pertinence de la séquence des opérations, les situations conflictuelles, la circulation inutile de l'information, le mauvais synchronisme des opérations, etc.

De plus, une représentation graphique présente moins d'ambiguïté ou de nuance qu'une description simplement écrite. Dans ce contexte, le modèle de processus apparaît comme un outil de communication qui permet de gérer les divergences de point de vue pour conduire à une vision et une compréhension commune des divers intervenants.

Chapitre III:

Généralité sur la GMAO

1. Introduction

La masse des informations quotidiennes disponibles dans un service maintenance implique des moyens de saisie, de stockage et de traitement que seul l'outil informatique permet.

C'est l'objet des progiciels (logiciels à caractère professionnel) développés sous le nom de GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.

La GMAO est un outil informatique utilisée comme un support permettant de tracer, archiver, analyser et prendre des décisions dans le cadre des missions du service maintenance.

C'est une évolution généralement nouvelle pour les techniciens de maintenance, qui permet de partager l'ensemble des données de maintenance avec les superviseurs. Il s'agit donc d'un outil *collaboratif* entre l'ensemble les personnes du service soutien est le service de production, facilitant la communication verticale mais aussi horizontale :

- *Communication horizontale* entre les techniciens de maintenance et pour l'échange d'informations sur les travaux effectués, les prochains entretiens préventifs à faire
- *Communication verticale* entre le service de maintenance et le service de production, permettant à ces derniers d'établir leurs tableaux de synthèse, de prévoir les budgets d'entretiens en fonction de l'historique renseigné par les techniciens.

2. Historique de l'informatisation de la maintenance [11]

2.1 La phase initiale « naissance »

L'informatisation de la maintenance est venue tard dans l'entreprise : un des derniers pavés à informatiser après la comptabilité, la production, les achats...

On a tout d'abord développé et implanté les fonctionnalités dont on avait un besoin immédiat : le plan de graissage, les achats et la gestion des stocks de pièces de rechange. On a géré les travaux en appliquant une procédure pour la gestion des bons de travail.

En même temps que la maintenance a été reconnue comme fonction fondamentale dans l'entreprise, bon nombre de progiciels sont apparus sur le marché, proposant de couvrir les fonctionnalités dont la maintenance souhaitait disposer. Il s'agissait de la naissance de la :

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

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

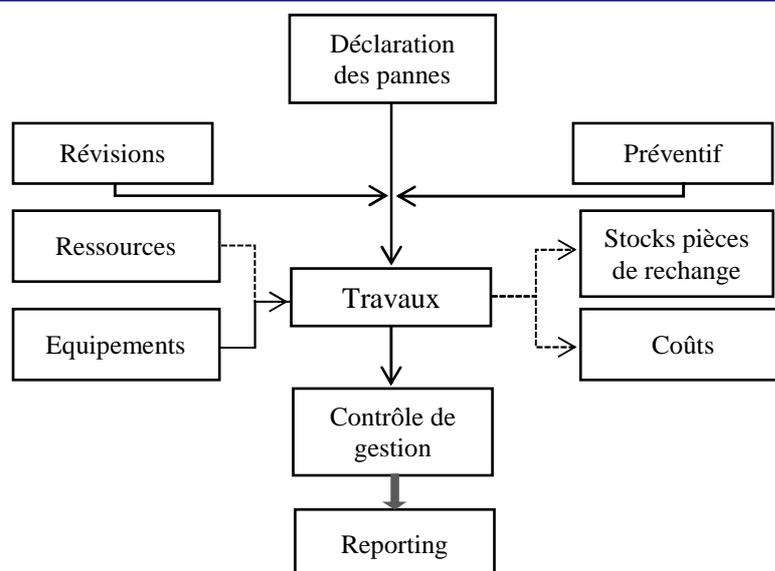


Figure 3.1 : Les applications de la maintenance traditionnelle.

2.2 L'intégration

Par la suite, ces progiciels ont dû s'interfacer aux achats et à la comptabilité, quand ces domaines faisaient déjà l'objet d'un support de l'informatique. Compte tenu des difficultés d'interfaçage, les communications se sont réduites à des transferts d'information, à périodicité mensuelle, et ceci dans un seul sens : de la maintenance vers les autres applications, pour mettre à jour et consolider les fichiers de résultats. Les grands progiciels de gestion intégrée (PGI) ont été l'occasion de franchir un pas décisif dans la rationalisation des processus de l'entreprise et dans l'intégration de la maintenance avec les autres fonctions de l'entreprise. Cela en favorisant l'interfaçage entre les fonctions de gestion classiques qu'ils couvraient et celles que la GMAO avait déjà mises en place.

Au plan technique proprement dit, l'informatique a aussi progressé : Les techniques modernes d'analyse de maintenance et de contrôle non destructif sont nées en parallèle à l'informatique : *analyse vibratoire, expertise vibratoire, analyse d'huile, thermographie IR, ultrasons à chaud, mesure de température, d'épaisseur, endoscopie, scanning, émission acoustique...* Toutes ces techniques, quelquefois couplées aux Systèmes Experts ont permis le développement de la maintenance prédictive. Elles ont été décrites sous le sigle TTAO (Travaux Techniques Assistés par Ordinateur) ou TMAO (Techniques de Maintenance Assistées par Ordinateur).

Au plan organisationnel, avec l'augmentation de la polyvalence des ressources et la poursuite des efforts entrepris dans la rationalisation des stocks, non seulement on a réussi à maîtriser les processus de maintenance eux-mêmes, mais on a singulièrement amélioré le rapport Maintenance planifiée/Maintenance non planifiée.

Au bout du compte, les systèmes de gestion de maintenance informatisés ont offert à leurs utilisateurs la possibilité de maîtriser les opérations de maintenance et le coût des ressources

utilisées au niveau de chacun des équipements (figure 3.2). Ils ont permis à la maintenance de participer directement à l'effort d'économie de l'entreprise.

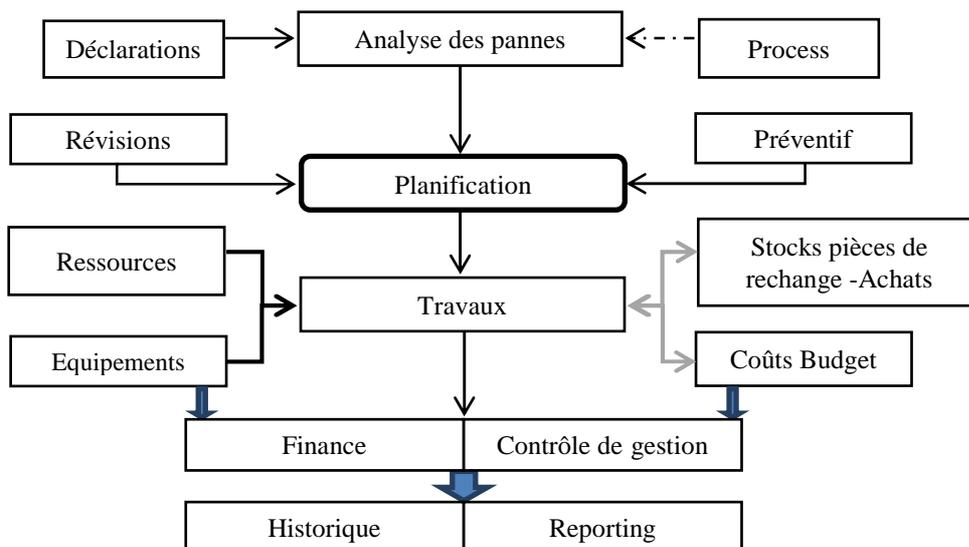


Figure 3.2 : Les applications de la maintenance planifiée.

3. Définition de la GMAO

« Un logiciel de GMAO gère une base de données contenant des informations relatives aux opérations de maintenance d'une entreprise. Ces informations sont destinées à aider le personnel de maintenance à effectuer son travail de manière plus efficace». [13]

« La gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) est un outil d'aide aux décisions de court, moyen et long termes permettant l'optimum de sûreté de fonctionnement des équipements au meilleur coût global». [17]

« Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous les trois aspects techniques, budgétaire et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes d'atelier, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, les ateliers, les magasins et bureaux d'approvisionnement». [14]

4. Le MAO (Miracle Assisté par Ordinateur)

De nombreuses entreprises investissent dans un logiciel de GMAO avec certaines attentes. Cependant, le résultat est souvent un échec car on espère que la GMAO sera l'outil miracle qui résoudra tous les problèmes liés à la gestion de maintenance. Il y a souvent échec :

- là où il n'y a pas d'organisation rationnelle de la maintenance ;
- là où les besoins à satisfaire n'ont pas été clairement identifiés ;
- là il n'y a ni service méthodes, ni ordonnancement efficace ;

- là où les gens ne sont pas motivés, ou pas compétents, ou mis devant un écran sans préparation et formation ;
- là où il n’y a pas de démarche consensuelle d’introduction de l’outil GMAO.

Il faut bien voir les deux aspects de la GMAO :

- ↳ GM : gestion de maintenance : c’est avant tout la compétence de l’utilisateur qui doit parfaitement définir ses besoins.
- ↳ AO : assistance informatique : c’est la compétence du vendeur qui connaît la maintenance, mais pas l’entreprise.

Une GMAO investie est une « valise pleine d’informatique et vide de maintenance » : il s’agit de la remplir, puis de la faire vivre à l’intérieur d’une organisation préalablement éprouvée.

5. Les principaux objectifs de la GMAO [15]

Pour Francastel (2003), les principaux résultats attendus par une entreprise, suite à la mise en place d’une GMAO, sont :

- une augmentation de la productivité de la maintenance ;
- une réduction de son coût global.

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

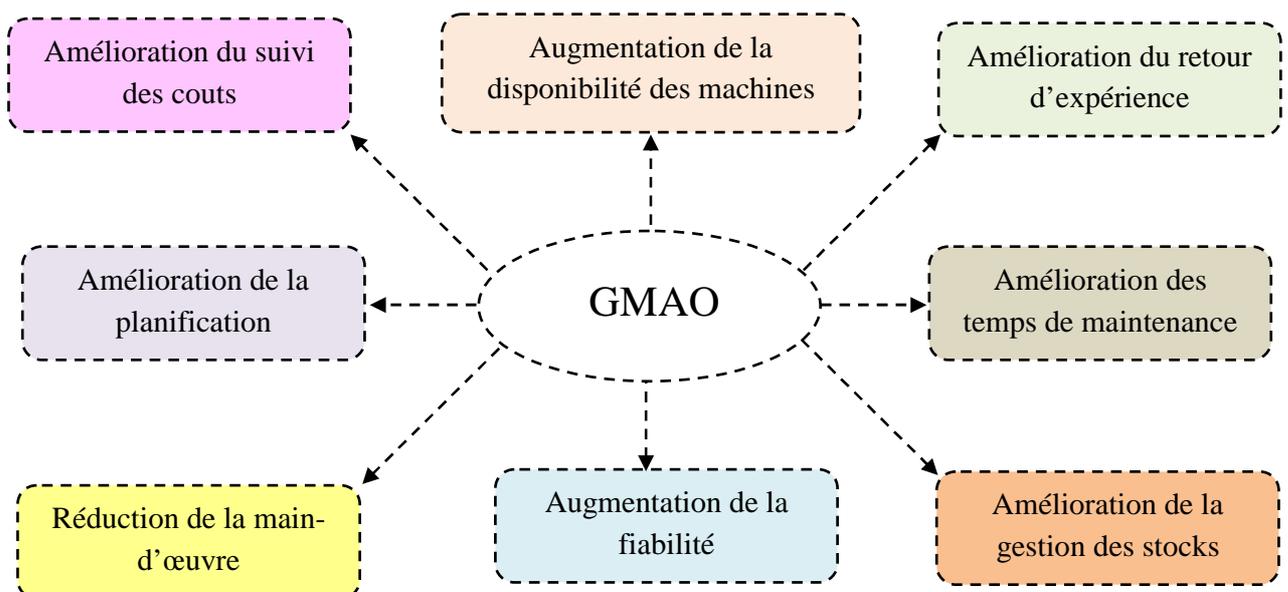


Figure 3.3 : Les effets de la GMAO. [15]

La GMAO est donc une aide aux décisions de nature à :

- ↳ maîtriser les installations à maintenir ;
- ↳ optimiser les moyens de maintenance ;
- ↳ adapter les stratégies d'utilisation et de maintenance des équipements ;
- ↳ maîtriser les interventions et leur traçabilité ;
- ↳ optimiser les stocks de pièces de rechange et leurs approvisionnements ;
- ↳ comparer les données de retour d'expérience à des ratios internes ou externes.

6. L'informatisation de la maintenance [12]

6.1 L'apport de la GMAO

La GMAO devra rapporter de l'argent en productivité de la fonction, en efficacité du personnel, en disponibilité de l'outil de production, en prolongement de la durée de vie des machines. Le but est de faire participer la fonction maintenance aux objectifs de performance de l'entreprise : réduction des coûts et amélioration du taux de service contribuent directement à l'amélioration de la productivité et augmentent la compétitivité de l'entreprise.

6.2 L'information pour la prise de décision

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

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

6.3 Le désenclavement de la fonction maintenance

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

6.4 Le pilotage de la fonction

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

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

6.5 Les processus de maintenance

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

La GMAO a tout intérêt à militer en faveur d'une réduction des circuits complexes de documents.

La gestion des stocks de pièces de rechange signale des économies substantielles :

- réduction du stock de rechange et adaptation aux besoins de la maintenance ;
- suppression des rossignols, des pièces redondantes ;
- diminution des ruptures de stocks et des manquants ;
- gain sur les achats de pièces.

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

6.6 La motivation du personnel

La GMAO devrait aussi, et ce n'est pas le moindre objectif attendu, améliorer « le moral des troupes ». La pénétration des technologies nouvelles, l'utilisation d'un outil informatique puissant sont des éléments mobilisateurs, des facteurs de dynamisation du service. Moins de temps perdu, moins d'hésitation, moins d'aller retours, moins de paperasserie, des réponses plus rapides et plus

efficaces aux demandes de travail, donnent au personnel une meilleure image de sa propre efficacité.

En général l'agent de maintenance doit s'adapter en permanence à des changements de matériels et de technologies parmi les machines qu'il manipule. La GMAO est le vecteur complémentaire d'une élévation du niveau culturel et des qualifications. De nouveaux comportements orientés rigueur et précision verront petit à petit le jour chez les utilisateurs dont la GMAO augmentera l'autonomie et l'auto-responsabilisation. Rendre visibles les objectifs de l'entreprise dans le département maintenance, sensibiliser par exemple aux coûts de la panne, voilà ce qu'il faut attendre de la GMAO.

La GMAO permet aussi de se démarquer de la concurrence et d'améliorer l'image de marque de l'entreprise.

6.7 Remplacer les outils de gestion de maintenance existants

Avant même de parler d'informatisation, la maintenance s'est dotée de procédures et d'outils pour réaliser ses travaux. Il existe le plus souvent, au préalable à l'informatisation, une procédure manuelle qui permet de réaliser une intervention de maintenance.

Cette procédure est plus ou moins étendue à l'ensemble des travaux, y compris les grands arrêts.

Il existe au moins un plan de graissage des équipements. Pour certains équipements, un plan d'inspection est en vigueur. Les interventions de routine sont bien connues par le personnel de maintenance. Les informations décrivant les équipements sont consignées sur des fiches triées et stockées dans des bacs appropriés. Un registre regroupe les pièces de rechange disponibles. Dans les meilleurs cas, ces fichiers et ces procédures sont informatisés.

Entre plusieurs usines d'une même entreprise, des variantes existent quant au mode de fonctionnement des différents départements de maintenance et leurs procédures. Il se peut que des pièces de rechange identiques soient stockées dans deux usines d'un même groupe sous des noms différents.

On fait régulièrement appel à la sous-traitance pour couvrir un manque temporaire de personnel. Le projet d'informatisation de la maintenance est souvent présenté comme le moyen d'harmoniser et de donner de la cohérence aux différentes approches de la gestion de la maintenance. Il devient alors un cadre général pour la conception, la définition, le support, le monitoring et l'optimisation des stratégies et politiques de maintenance.

On va se servir de la GMAO pour définir un mode de fonctionnement et des procédures, les informatiser et les mettre en œuvre au niveau de chaque personne, cellule, groupe puis département, enfin usine. On va ensuite chercher à faire communiquer cet outil avec les autres

outils informatisés de l'entreprise, de façon à ce qu'il y ait communication et partage de l'information et que la maintenance soit désenclavée.

En particulier, certaines entreprises attendent un rapprochement entre la maintenance et la production au niveau des procédures de maintenance, d'inspection et de surveillance d'exploitation :

- couvrir la gestion des équipements en maintenance et inspection : routine, surveillance, grand arrêt, gestion de la modification ;
- garantir la traçabilité technique et les aspects réglementaires (inspection) en gérant avec un même produit les fonctions maintenance et inspection ;
- couvrir les différents types d'équipements : fixes, tournants, électricité et instrumentation ;
- garantir la traçabilité de l'analyse du risque et des mesures de sécurité des interventions.

C'est l'occasion pour un groupe possédant plusieurs usines de faire supporter la GMAO par un produit unique pour le groupe et interfacé avec les autres systèmes informatiques site et groupe. Sous-jacent à ce projet, on souhaite arriver à maîtriser les coûts de maintenance. Mais on attend aussi la maîtrise et la conservation du savoir-faire maintenance (y compris de la partie soustraite).

6.8 Les bonnes pratiques (best practices)

Sont considérés comme « bonnes pratiques de maintenance » :

- la gestion des travaux au moyen d'ordres de travaux pour assurer une traçabilité parfaite des événements survenus ;
- la préparation ainsi que la planification au préalable de l'intervention en vue d'optimiser l'utilisation de toutes les ressources ;
- la gestion de la criticité des équipements, avec déclinaison du préventif et ajustement des paramètres de gestion de stocks de pièces de rechange pour les équipements critiques ;
- la mise en place de procédures pour prédire la vie de l'équipement par l'observation de son comportement (prédictif ou prévisionnel) ;
- l'optimisation des pièces de rechange en liaison avec les nomenclatures des équipements ;
- l'exploitation de l'historique des équipements et l'analyse des pannes ;
- l'ajustement permanent du programme de maintenance préventive en fonction des observations tirées de l'historique ;
- l'analyse des performances et le pilotage de la maintenance au moyen d'un tableau de bord.

La GMAO va devoir fournir des solutions aux besoins de maintenance qui supportent ces meilleures pratiques. Elle va être un cadre automatisé qui va accueillir certaines fonctionnalités

existantes indispensables ou spécifiques d'un métier particulier notamment en matière de sécurité de normes ou de traçabilité.

En utilisant un produit intégré, on va remplacer, renforcer et améliorer les fonctionnalités existantes et progressivement promouvoir les best practices.

6.9 L'homogénéité

Pour réussir, la GMAO doit être un outil structurant qui conduit les différents utilisateurs à adopter et parler un langage commun. C'est le moment de remplacer une multitude de micro solutions locales ou individuelles par une solution globale unique valable pour tous.

Il faudra donc organiser les données et leur gestion de façon commune entre entités et entre sites. La GMAO va devoir constituer un projet fédérateur qui permette de bâtir une « culture maintenance » commune et facilite les échanges d'expérience au niveau du personnel des différentes entités ainsi que les changements de titulaires de poste. Cette culture consolidée rend aisé et naturel le partage des informations relatives aux installations intra- et intersites. Elle est la base pour suivre et améliorer les indicateurs clés de la fonction maintenance avec une définition commune.

6.10 S'interfacer ou s'intégrer

La gestion de la maintenance ne peut pas rester en dehors des autres outils informatisés que la société utilise (composante achats, gestion de magasin, gestion des arrêts, contrôle des coûts, contrôle de gestion, comptabilité, suivi des projets d'investissement, PGI).

Faut-il simplement s'interfacer ou s'intégrer aux autres outils informatisés de la société ? Il existe autant de réponses que de situations : chaque cas est toujours un cas particulier. Notons simplement une certaine aversion du personnel de maintenance à utiliser un outil de gestion trop général :

- qui peut être considéré à plus ou moins juste titre comme étranger à la problématique de la maintenance ;
- qui peut apparaître comme un outil inquisiteur ;
- qui peut s'avérer comme extrêmement exigeant en matière d'informations à saisir et donc conduire à une charge de travail supplémentaire pour le personnel de maintenance.

En sens inverse, la Direction pourra exiger un outil intégré pour une meilleure maîtrise des activités et des coûts de maintenance.

7. Les modes d'informatisation

7.1 Progiciel ou logiciel spécifique

En matière d'informatisation de maintenance, deux attitudes extrêmes sont possibles :

- Soit souhaiter informatiser l'existant tel qu'il est, sans rien y changer. Pour un existant quelque peu complexe, construit à force d'habitudes, une telle démarche conduit quasi inévitablement au développement de logiciels spécifiques. Après une analyse fonctionnelle générale et un dossier de spécifications, l'informatisation peut être confiée au service informatique ;
- Soit vouloir chercher à s'améliorer en profitant de la démarche d'informatisation. L'organisation et les méthodes de maintenance seront redéfinies en parallèle ou en accord avec son informatisation. L'informatisation devient alors une occasion du changement quand elle n'en est pas en vérité le support : les progiciels sont porteurs de méthodes, voire de modèles d'organisation de la fonction maintenance. Prendre un progiciel, c'est avoir reconnu dans ce progiciel, le modèle le plus proche du type de maintenance que l'on désire et le mettre en œuvre.

Quel que soit le processus d'informatisation adopté, on ne saurait informatiser une fonction sans en attendre les avantages suivants :

- l'intégration la plus complète des flux et des informations pour éviter la redondance et les ressaisies d'information ;
- la cohérence de l'information : faire en sorte que l'information ne soit saisie qu'une seule fois ;
- l'automatisation des contrôles : vérifier que l'information n'est modifiée que par une seule personne à la fois. Il est donc impossible d'en générer des erreurs dues à des mises à jour simultanées d'informations ;
- la sécurisation des accès : une gestion fine des autorisations supporte le contrôle des accès à l'information.

7.2 Les progiciels de gestion intégrée (PGI)

De l'analyse de l'informatisation récente des entreprises, on tire deux grandes tendances :

- Soit l'on choisit les meilleurs outils du marché et du moment pour chaque métier (best of breed) et l'on accompagne ce choix du développement de toutes les interfaces nécessaires : c'est l'approche outils métiers ;
- Soit l'on choisit une solution intégrée par un PGI, avec développement de certains outils spécifiques métier : c'est l'approche processus entreprise.

La maintenance doit être considérée comme un besoin métier, relativement périphérique face aux domaines stratégiques des PGI. La plupart des PGI inclut à l'heure actuelle des modules de GMAO.

L'avantage est que le module est intégré aux autres fonctions de l'entreprise. L'inconvénient est que, faisant partie d'un outil global, il n'a pas toujours été conçu avec pour objectif principal la maintenance et n'est, peut-être, pas l'outil le plus performant en la matière.

8. Analyse des différents modules fonctionnels d'un progiciel de GMAO

[3], [5], [16]

Tous les progiciels de GMAO ont en commun la même structure modulaire proposant les mêmes fonctions. Mais, selon les logiciels, les fonctions remplies sont diversement dénommées, diversement réparties et diversement organisées. Nous présentons dans ce volet les modules fonctionnels communs à l'ensemble des progiciels de GMAO.

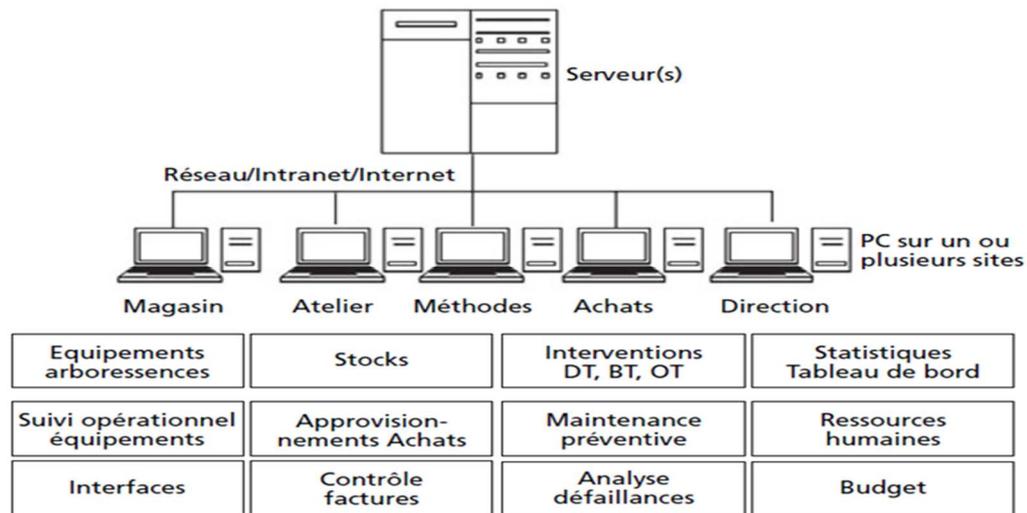


Figure 3.4 : Exemple de structure modulaire d'une GMAO.

Les modules analysés sont les suivants :

8.1 Module « Gestion des équipements »

Il s'agit de décrire et de coder l'arborescence du découpage allant de l'ensemble du parc à maintenir aux équipements identifiés et caractérisés par leur DTE (dossier technique équipement) et leur historique, puis à leur propre découpage fonctionnel. À partir du code propre à l'équipement, le module doit permettre de :

- pouvoir localiser et identifier un sous-ensemble dans l'arborescence ;
- accéder rapidement au « plan de maintenance » de l'équipement ;
- pouvoir trouver ses caractéristiques techniques, historiques et commerciales à partir du DTE ;
- pouvoir localiser un ensemble mobile, trouver son DTE et son historique (gestion multi-site) ;
- connaître ses consommations en énergie, en lubrifiants, etc. ;
- connaître la liste des rechanges consommés ;
- connaître le code des responsables exploitation et maintenance de l'équipement ;
- accéder aux dessins et schémas relatifs à l'équipement contenus dans un logiciel de gestion documentaire (hors DTE) ;
- lister la nomenclature des pièces détachées.

8.2 Module « gestion du suivi opérationnel des équipements »

À travers le module de suivi des performances d'un équipement, il s'agit de retrouver les indicateurs de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et le taux de rendement synthétique TRS si la TPM (Total Productive Maintenance) est envisagée ou effective.

Le choix des indicateurs prédétermine la nature des saisies nécessaires. Celles-ci doivent pouvoir se faire « au pied de la machine » et en temps réel, aussi bien en ce qui concerne les demandes que les comptes rendus.

8.3 Module « gestion des interventions »

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

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

❖ Pour les DT, demandes de travaux

La demande de travail ou DI est la communication d'un besoin entre le demandeur et la maintenance.

Une DI doit autant que possible, identifier de manière précise le bien à maintenir (équipement, appareil, etc.) en panne car 30 % d'erreurs sont courantes dans les communications informelles.

Elle doit définir le moment de la panne et horodater son envoi en vue d'une évaluation de la réactivité maintenance.

Elle doit comprendre :

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

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

L'OT concentre diverses informations sur le ou les équipements concernés, le travail qu'il y a à faire sous la forme d'une gamme ou d'une liste de tâches élémentaires, les ressources chargées de

l'exécution, les coûts estimés des travaux, les coûts des travaux déjà réalisés, les imputations à des centres de coûts. Le module doit permettre :

- l'insertion de gammes de maintenance préétablies ;
- les réservations d'outillages, de moyens spéciaux, de pièces de rechanges, etc. ;
- l'affectation des ressources ;
- le regroupement de la gamme de maintenance avec des plans, des pictogrammes et des schémas extraits d'un logiciel de gestion documentaire ;
- l'insertion automatique de procédures de sécurité liées à certains secteurs ou à certains équipements ;
- l'intégration d'un groupe de travaux à un gestionnaire de projet, avec graphismes Gantt et PERT.

❖ **Pour les comptes rendus d'intervention**

L'objectif de comptes rendus d'intervention est de mettre en historiques les petites interventions qui perturbent le bon fonctionnement des installations afin d'obtenir des Paretos des causes et temps de pannes par machines ou par causes.

Chaque matin ou chaque soir le technicien effectue ses comptes rendus pour les interventions effectuées la veille ou le jour même.

Il doit comprendre :

- Le demandeur : nom, prénom, avec inscription automatique de : n° de pause, n° de téléphone ou de radio ;
- Le code et la description du poste matériel ou machine qui est en panne avec son emplacement défini par :
 - ✓ Sélection avec la souris dans l'arborescence ;
 - ✓ Lecture d'une étiquette et saisie du code.
- Le code du symptôme ou du besoin à choisir dans une liste spécifique à l'équipement (bien) (voir la procédure « Demande d'intervention ») ;
- La date et l'heure de réalisation ;
- Un descriptif complémentaire et facultatif en texte libre qui sera la seule saisie manuelle nécessitant de taper sur le clavier ;
- Le code panne ou code cause, selon le logiciel ;
- Le code action : il peut être très simple : réparé définitif, réparé provisoire, réglage, formé l'utilisateur, réenclenché, etc. ;
- La durée de l'intervention ;
- Le nom de l'exécutant ;
- La durée de l'arrêt de l'équipement (Bien) concerné ;
- Les pièces, matériel sorti obtenu par recherche dans la nomenclature du matériel ou par le catalogue magasin. Attention l'OT a peut-être été déjà créé lors de la sortie magasin ;

- Le statut de la demande qui est « terminé ».

❖ **Pour la gestion des travaux externalisés**

Le module doit permettre une gestion semblable aux procédures de préparation et d'ordonnancement internes :

- émission de DTE (demande de travaux externalisés) pour les prestations ponctuelles ;
- création de contrats-type (clauses techniques, économiques et techniques, plan de sécurité) qu'il suffit d'adapter à chaque commande.

8.4 Module « gestion du préventif »

Le module permettra de gérer la maintenance systématique à travers un planning calendaire par équipement, les dates étant prédéterminées ou déterminées à partir d'un relevé de compteur (ou d'une mesure dans le cas de la maintenance conditionnelle). Le déclenchement sera automatique, par listing hebdomadaire des opérations prévues dans la semaine. Chaque opération sera définie par sa gamme préventive.

Le module devra aussi permettre un déclenchement « manuel d'opportunité », par exemple par anticipation d'une opération préventive à la suite d'un certain arrêt fortuit.

8.5 Module « gestion des stocks »

Les stocks de maintenance recouvrent les applications suivi des stocks (comptabilité financière et flux physique de mouvements de stock) et gestion des stocks (recherche de la taille optimale, épuration, mutualisation, politique de réapprovisionnement), qui existent en dehors de la maintenance proprement dite, mais qui sont également couvertes de façon pertinente par le progiciel de GMAO.

Le système repose sur le « fichier des articles » en magasin comprenant les « lots de maintenance » par équipement et sur les mouvements entrées/sorties du magasin. Une fiche article doit comprendre :

- le code article défini par l'organisation interne, son libellé et sa désignation technique ;
- le code article du ou des fournisseurs et le code fournisseur (+ fabricant éventuellement) ;
- le code du gisement en magasin ;
- les codes des articles de substitution, en cas de rupture ;
- le rattachement aux équipements possédant cet article ;
- le prix unitaire et le prix moyen pondéré automatiquement calculé ;
- les quantités en stock, commandes en attente ;
- la méthode de réapprovisionnement et ses paramètres (stock de sécurité, stock maxi, etc.) ;
- les dates des derniers mouvements ;
- l'historique des consommations.

Les outils d'analyse du stock en nature et en valeurs :

- classement des articles en magasin par valeurs et par taux de rotation ;
- la valeur des stocks par nature et par périodes (mois par mois) ;
- la liste des articles « dormants » ;
- la liste des cas de ruptures de stock (demandes non satisfaites).

Il importe de vérifier certaines potentialités du module :

- la possibilité ou non d'actualisation automatique des paramètres en fonction des consommations ;
- la possibilité d'avoir le profil des consommations et le tracé de la courbe ABC en valeurs ;
- les possibilités relatives aux transactions du magasin : réceptions provisoires ou définitives, retours au fournisseur en cas de non-conformité (avec l'écran de la commande), etc. ;
- l'édition de pièces réservées sur une préparation (numéro d'OT pour l'imputation) ;
- la présence d'un écran d'inventaire comprenant les différents critères d'article ;
- la possibilité d'effectuer des recherches et des analyses multicritères.

8.6 Module « gestion des approvisionnements et des achats »

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

- le fichier des fournisseurs et des fabricants avec leurs tarifs liés aux quantités ;
- le lancement d'appels d'offre aux fournisseurs ;
- l'édition le bons de commandes standard ou personnalisés, et le suivi des autorisations de dépenses ;
- le contrôle des factures ;
- l'édition automatique des codifications internes et fournisseurs (transcodage);
- le suivi des états de la commande ;
- le suivi des réceptions totales, partielles et des refus ;
- l'estimation de la qualité des fournisseurs par les contrôles de réception et le suivi des délais ;
- l'édition automatique de lettres de relance pour les retards.

8.7 Module « analyses des défaillances »

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

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

La productivité de l'analyse de défaillance comme outil de progrès rend cette fonction de GMAO stratégique : il est indispensable de savoir par qui, quand, comment vont être organisées ces analyses pour tester l'adéquation du logiciel au cahier des charges du module. Ce module est la base de la MBF (maintenance basée sur la fiabilité).

8.8 Module « budget et le suivi des dépenses »

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

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

8.9 Module « gestion des ressources humaines »

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

- la qualification, les habilitations, les diplômes, l'ancienneté dans son échelon actuel, les différentes affectations, l'affectation actuelle, etc. ;
- les formations suivies, demandées et le bilan de compétence ;
- les congés pris, demandés et les récupérations (données nécessaires à la programmation des travaux) ;

- les temps de présence et d'absence (historique des arrêts de travail) ;
- les coûts horaires pour chaque qualification (pour imputation des coûts d'intervention).

Remarquons l'intérêt, pour chaque technicien, de pouvoir accéder par la GMAO, à partir du terminal atelier, à ses propres informations relatives aux reliquats des congés à prendre ou à des informations générales de l'entreprise. C'est un facteur d'acceptation du système informatique.

8.10 Module « tableaux de bord et statistiques »

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

En cas de projet TPM, il faut vérifier la possibilité de former l'indicateur TRS et de visualiser ses variations par périodes.

9. Conclusion

Le pilotage de l'outil de production ne peut pas être dissocié de la maintenance car ce n'est que lorsqu'une machine est en bon état de marche que l'on peut envisager son utilisation. Cela peut apparaître comme une lapalissade ; il est pourtant utile de le rappeler car la fonction maintenance est souvent le parent pauvre du système de production.

Il est important de souligner également le rôle positif des logiciels de GMAO qui permettent de collecter et de structurer les informations relatives aux pannes en vue de leur exploitation. Ceci n'est qu'une étape vers une politique de maintenance efficace. Il y a lieu de compléter ce travail d'archivage par une exploitation rationnelle des informations afin de faire le bon choix en termes de maintenance.

Chapitre IV:

Démarche de mise en place d'une GMAO

1. Introduction

Après avoir défini le périmètre d'un système de GMAO, dans le chapitre trois, nous allons consacrer ce chapitre au projet GMAO. Nous aborderons, tout d'abord, quelques notions liées à la gestion d'un tel projet, puis nous présenterons une démarche classique de mise en place d'une GMAO, une démarche qui permettra de développer une terminologie spécifique à ce type de projet au niveau d'une entreprise industriel.

2. Contexte du projet GMAO

2.1 Types de GMAO [11]

À l'heure actuelle, on constate que la tendance est d'utiliser les progiciels de GMAO dans deux domaines voisins :

- la maintenance des équipements, des matériels, des installations, des bâtiments appartenant à l'entreprise : dans de telles conditions, la maintenance est perçue comme un poste de dépense ;
- l'activité de service après-vente, qui consiste à effectuer des prestations ou à livrer des pièces pour la maintenance d'équipements ou de bâtiments appartenant à un client : l'activité de maintenance étant facturée, la maintenance est alors un centre de profits.

Ces deux domaines vont conduire à des besoins et à des structures de bases installées notablement différentes.

2.2 Facteurs de réussite

La mise en place d'une GMAO doit résulter d'un véritable besoin et pas seulement de la volonté d'avoir une GMAO pour répondre à une attente client ou normative, sinon sa mise en place risque d'être douloureuse et même d'échouer rapidement. Il s'avère que face aux difficultés rencontrées beaucoup d'entreprises n'utilisent qu'en partie les possibilités de leur outil de GMAO faute de n'avoir pu accompagner et motiver sa mise en service. Le succès du système de GMAO sera assuré si :

- le système construit doit être techniquement utilisable ;
- la GMAO doit être utile à l'organisation ;
- la GMAO doit être utile à l'utilisateur et donc réellement utilisée.

2.3 Les conditions indispensables [11]

Les conditions indispensables à une informatisation réussie sont connues :

- *le soutien effectif de la direction générale* : une impulsion suffisante doit être donnée par la direction générale au début du projet. Celle-ci doit bien comprendre toutes les implications du progiciel et surtout promouvoir l'implication du middle management. Elle doit supporter la conduite du changement ;

- la modification de l'organisation et des modes opératoires, en vue de tendre les flux (d'information, de décision, de matières). Ces changements sont souvent les plus délicats à réaliser car ils remettent en cause les postes, les relations, les pouvoirs dans l'entreprise.

N'oublions pas que l'on a choisi un progiciel en espérant simplifier l'existant et rationaliser les processus ;

- la formation avant, pendant et après l'implantation du système informatisé. Avant, c'est une sensibilisation de l'ensemble du personnel à l'utilisation de l'informatique avec un panorama des contraintes et avantages d'une implantation informatique. Après, c'est une formation de détail destinée à aider à l'implantation des fonctions du progiciel afin d'en assurer une utilisation efficace ;

- la progressivité dans la mise en place des fonctionnalités du progiciel : c'est une particularité de la GMAO ;

- le temps nécessaire au recueil et à la constitution des données techniques de base qui ne doit pas être sous-estimé.

2.4 Les trois fronts de la GMAO [12]

La GMAO doit être tout d'abord au service des utilisateurs. Cela ne sert à rien d'avoir un beau système de GMAO s'il n'est pas utilisé. On s'aperçoit qu'un système informatique n'est pas utilisé c'est plus souvent pour des problèmes humains ou de management que pour des raisons techniques.

Toute informatisation touche :

- les tâches : toujours ;
- les modes opératoires : le plus souvent ;
- les structures : quelquefois et de plus en plus souvent.

On ne devrait plus faire une informatisation sans une vision des processus de fonctionnement de l'entreprise. La démarche processus a un impact direct sur l'organisation. Elle a aussi un impact sur les ressources humaines. Le système de GMAO ne portera ses fruits que si l'on observe la rigueur nécessaire dans la saisie des informations. On obtient la véritable valeur ajoutée par la contribution de chacun : l'implication des hommes est donc un facteur clé. Les parties prenantes du projet seront donc :

- le plan informatique (infrastructure informatique et applications) ;
- l'organisation ;
- les ressources humaines.

L'équipe de mise en œuvre sera obligatoirement conduite à travailler sur ces trois fronts. Cette remarque est malheureusement trop souvent ignorée par des équipes de mise en œuvre à

dominante exclusivement informatique, alors qu'elle apparaît de plus en plus clairement comme le facteur principal de succès.

Sans réorganisation et sans adhésion des ressources humaines, on perd la majeure partie des points de retour d'investissement. L'informatisation est le levier des deux autres fronts. On s'en sert souvent pour introduire des changements d'organisation et peser sur la culture, en tout cas remotiver les ressources humaines.

2.5 Le passage au mode projet

Les véritables raisons qui vont rendre le mode projet inévitable sont la perspective de réels changements organisationnels et de risques importants de dérapage, en particulier sur la constitution des données.

❖ Le mode projet présente des avantages

- un passage en mode projet implique un changement de rôles et de responsabilités et une clarification ;
- il permet de développer la transversalité en réduisant la segmentation des tâches et en resserrant les relations entre membres de l'équipe ;
- il permet de développer l'autonomie et la responsabilisation ;
- la gestion du risque peut être rattachée à la direction.

❖ Mais il a aussi des inconvénients

- des coûts supplémentaires ;
- une culture et une organisation avec lesquelles nous ne sommes pas toujours familiers ;
- l'impression d'une rupture plutôt que d'un passage en douceur.

2.6 Les acteurs de projet de GMAO [12]

Un projet de GMAO, comme la plupart des projets informatiques, est donc une imbrication de plusieurs acteurs qui ont chacun des rôles et des responsabilités (figure4.1) :

- la direction ;
- les utilisateurs du département maintenance et des autres départements concernés ;
- le pilote, qui joue le rôle du maître d'ouvrage (MOA) ;
- le réalisateur, qui joue le rôle du maître d'œuvre (MOE).

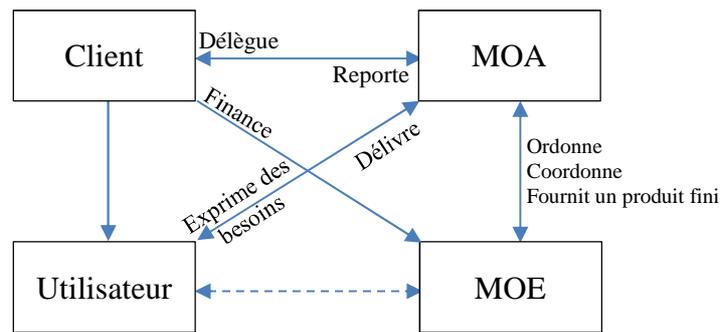


Figure 4.1 : Les acteurs du projet de GMAO.

2.6.1 La direction

La direction est le futur propriétaire de l'ouvrage, l'acquéreur, le commanditaire du projet. Il est encore appelé le client ou sponsor ou parrain. Il représente le bailleur de fonds. Principal client du projet, c'est souvent le patron de la maintenance, quelquefois la production ou la fonction la plus intéressée au projet (rarement la fonction informatique). C'est aussi celui qui prend le plus grand risque, en cas d'échec du projet.

La direction doit :

- aligner les objectifs de la GMAO avec ceux de l'entreprise ;
- planifier les efforts de développements à accomplir en accord avec les priorités de gestion du département ;
- maîtriser le processus d'acquisition du progiciel ;
- veiller à ce que la plate-forme de développement et l'équipement soient en accord avec la stratégie informatique ;
- respecter la qualité du processus de développement et la politique d'assurance qualité dont elle pilote les moyens de contrôle :
- comité directeur ou comité d'organisation ;
- plate-forme la plus standard, normes et normalisation ;
- démarches d'audit ;
- procédures d'approbation.

Ce que l'on attend surtout de la direction, c'est qu'elle prenne ses responsabilités vis-à-vis du pilotage de la réorganisation et de la conduite du changement, qu'elle favorise les actions d'amélioration des processus de maintenance et de ceux qui impliquent la maintenance. Quand le moment sera venu de former les utilisateurs à la GMAO, la direction devra prévoir et s'organiser pour réellement libérer du temps au profit des ressources (figure 4.2).

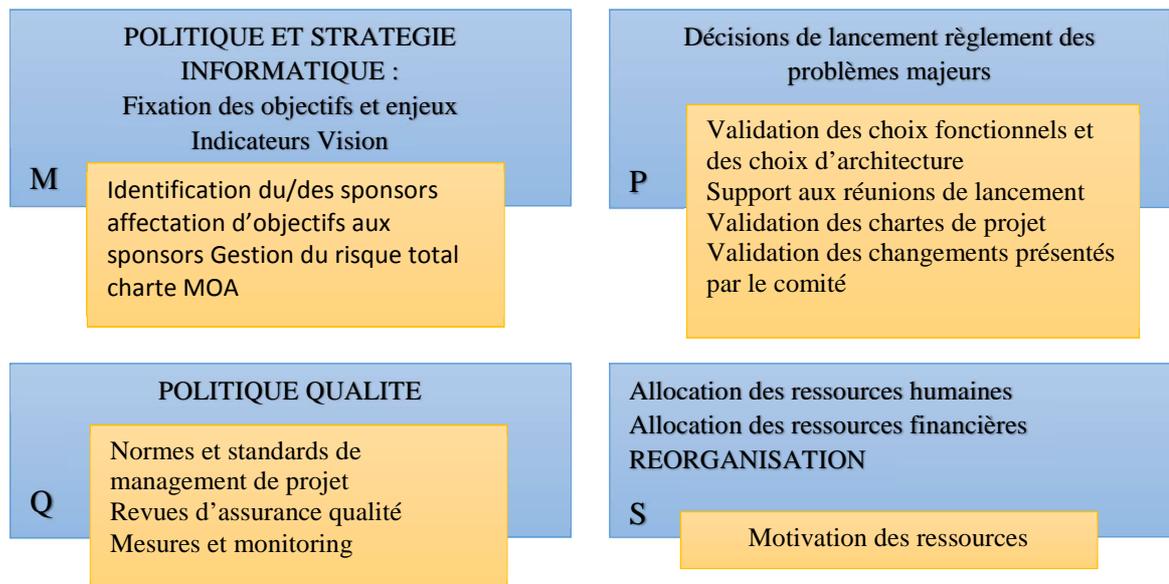


Figure 4.2 : Problématique de la direction.

2.6.2 L'utilisateur

L'utilisateur est celui qui fait tourner le futur système : le terme utilisateur regroupe donc toute la population du département maintenance, ainsi que sans doute une partie de la production. Il examine la GMAO du point de vue de la facilité d'emploi, de la souplesse, des résultats d'utilisation (figure 4.3). Parmi les utilisateurs, plusieurs rôles sont observés :

- ❖ **L'utilisateur impliqué dans la mise en œuvre :** fait nommément partie de l'équipe de projet. Il exprime ses besoins, en formalise les exigences et contraintes vis-à-vis du métier de maintenance. Sa participation à la redéfinition des processus est essentielle. Quand il ne participe pas à l'élaboration de tous les processus, il est appelé à se prononcer sur la validation des nouveaux modes opératoires et procédures à chaque choix fonctionnel. Il participe au maquettage, au prototypage et aux développements. Il est le plus à même de définir les jeux de rôle et les scénarios de test. L'accomplissement des tests d'acceptation implique sa présence active. Lors de la recette, il est amené à exprimer les réserves ou entériner les produits délivrés.

- ❖ **L'utilisateur/fournisseur de données :** C'est celui qui est le plus impliqué dans le choix et la constitution des données : il en détermine les sources, il fournit les fichiers en sa possession, participe à la définition des règles de nettoyage et de conversion, complète ce qui manque ou aide à compléter. Il participe aux interfaces pour la récupération des données, leur transmission et la migration.

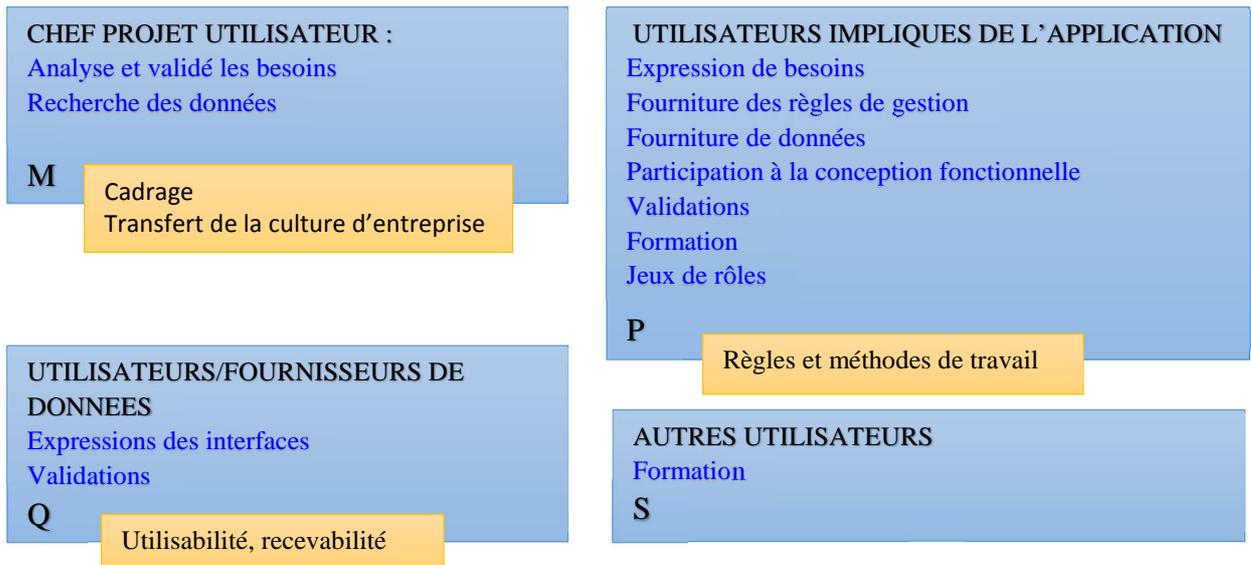


Figure 4.3 : Problématique de l'utilisateur.

2.6.3 Le maître d'ouvrage (MOA)

Le MOA est le pilote du projet. Il est responsable des fonctionnalités du projet, du respect des coûts et délais. Il doit :

- s'assurer que toutes les dispositions sont prises pour que la mission se passe dans de bonnes conditions.
- évaluer et mettre en œuvre les moyens nécessaires en face de ce que l'on vise.

Sa problématique : quel périmètre de projet définir, compte tenu des ressources financières disponibles, des besoins utilisateurs, de la réalisation envisagée ? Ou encore, comment assurer la qualité totale du projet, c'est-à-dire la qualité dans les coûts et délais impartis. La qualité pour un progiciel, c'est non seulement le produit progiciel paramétré, les logiciels spécifiques développés, mais aussi l'ensemble installé comme fonctionnant dans le système d'information de la société. Le rôle du MOA va jusqu'à s'assurer de la qualité des outils de développement et de celle de l'ingénierie de développement (figure 4.4).

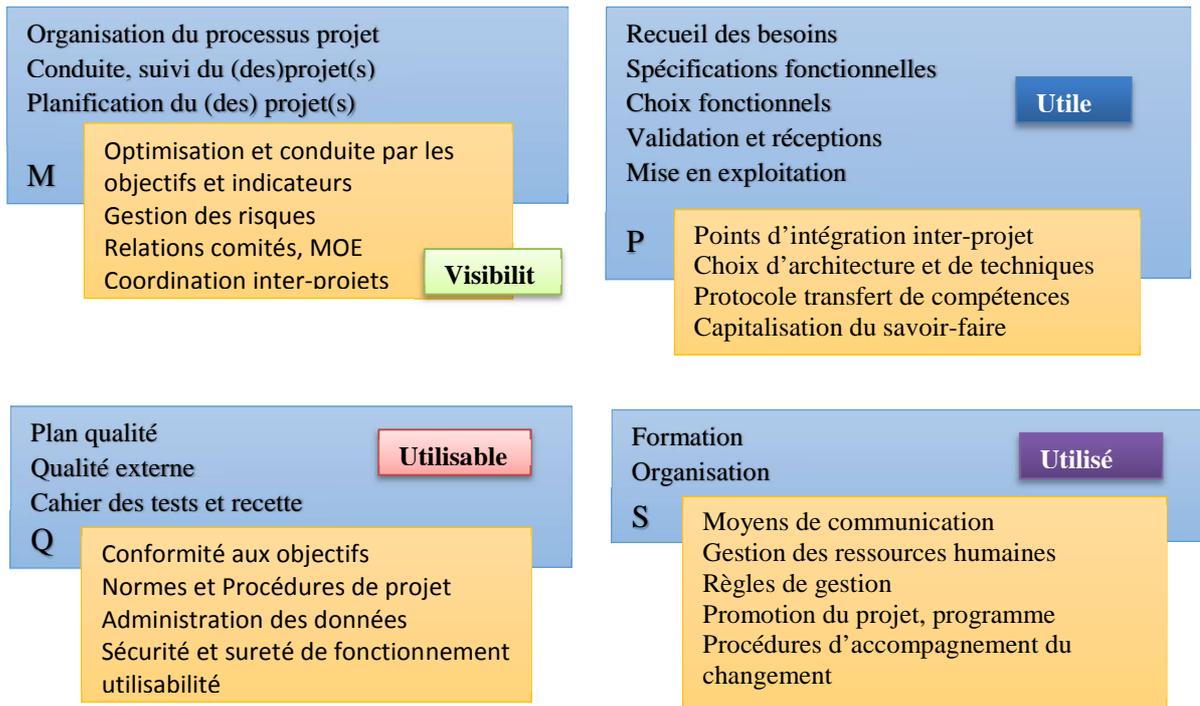


Figure 4.4 : Problématique du MOA.

2.6.4 Le maître d'œuvre (MOE) ou réalisateur

Responsable de la réalisation technique et des engagements contractuels, le MOE agit comme le fournisseur du projet. Il est le garant de la validité des solutions techniques, le responsable de la qualité du produit, mais également du respect des coûts et délais. Sa problématique : comment réaliser le projet dans l'enveloppe financière qu'il a acceptée et dans les délais impartis (figure 4.5).

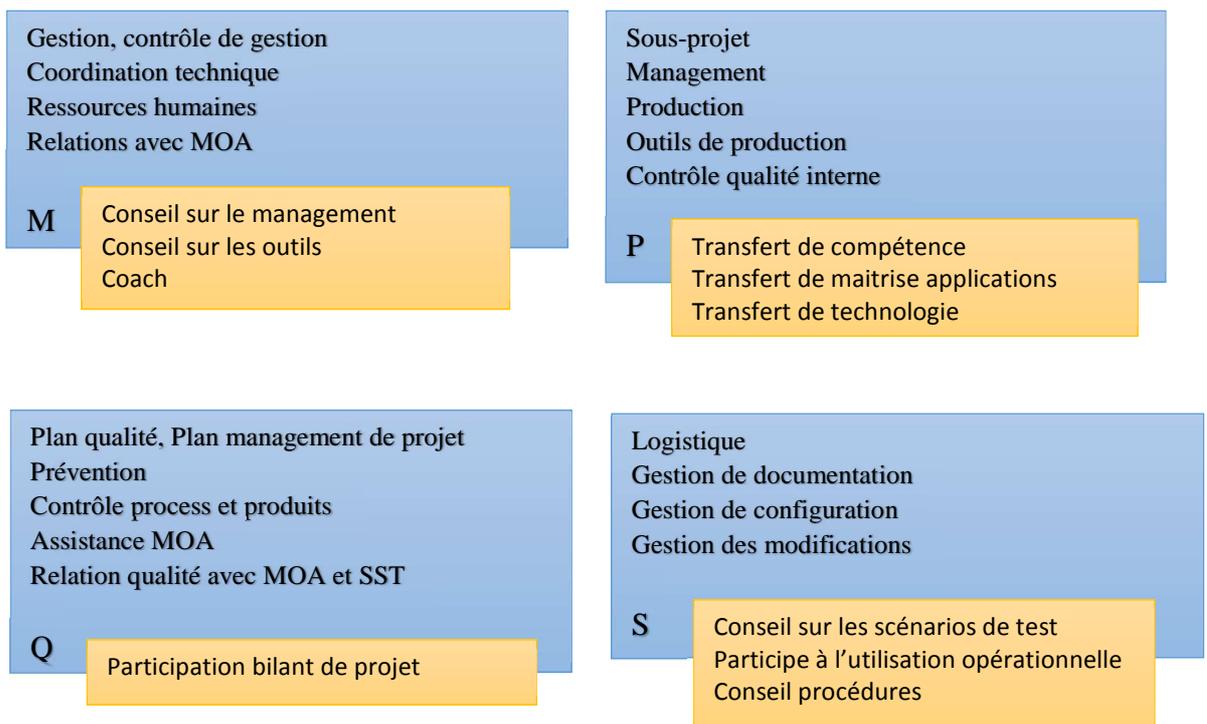


Figure 4.5 : Problématique du MOE.

2.7 Organisation des acteurs du projet [12]

2.7.1 L'équipe de projet

L'équipe de projet est une équipe mixte qui rassemble plusieurs types de compétences :

- Des utilisateurs clés connaissant bien la maintenance ou un module de la maintenance, consultés pour les règles et les processus, chargés de valider le prototype, les développements et le produit final ;
- Des utilisateurs fournisseurs de données, chargés de la rationalisation et de la constitution des données ;
- Un ou plusieurs concepteurs, agents de méthode, chargés de la mise au point des processus et de la rédaction des scripts, voire même de la documentation utilisateur, en général chargés également de recueillir la connaissance du progiciel et de son paramétrage ;
- Expert produit, chargé du paramétrage, qui doit transférer sa connaissance du produit et jouer un rôle de conseil sur les choix fonctionnels ;
- Le consultant spécialiste des processus et de l'organisation de la maintenance, intervenant au moment de la redéfinition des processus ;
- Le (les) informaticien(s), intervenant dans la migration des données ;
- Le responsable qualité accompagnant le maître d'ouvrage dans le respect et la mise en œuvre de la politique de qualité ;
- Des experts métiers, consultés pour la résolution des problèmes délicats, mais jouant également vis-à-vis des processus, le rôle de « père technique » ;
- Le (les) chef(s) de projet, chargé de mesurer en permanence la performance et le respect des objectifs.

2.7.2 Le comité directeur

Comprend des membres de la direction, des représentants de l'encadrement des utilisateurs, le MOA et le MOE. Il a pour rôle la vérification, le contrôle du développement et de la bonne exécution du plan projet. Il se réunit tous les uns ou deux mois, lors de points de contrôle majeurs ou bien sur convocation exceptionnelle.

2.7.3 Le comité de pilotage

C'est une instance commune MOA/MOE pour le pilotage opérationnel du projet. Il effectue les missions suivantes :

- Veiller au respect des engagements contractuels des partenaires ;
- Contrôler et suivre l'avancement du projet ;
- Etudier les modifications contractuelles et préparer la décision du comité directeur ;
- Suivre le tableau de bord qualité ;

Il se réunit une fois par semaine ou tous les quinze jours en fonction des phases du projet.

3 Démarche de mise en place d'une GMAO [12], [16]

3.1 Phase 1 : Choix d'un progiciel de GMAO

Face à cette volonté d'informatisation, le service maintenance, est amené à préciser les quatre points suivants :

- D'où il part : analyse et mesure de l'existant, non pas faite dans le but de procurer une photo parfaitement exhaustive de la maintenance et de lui donner une note d'appréciation, mais plutôt de véhiculer une image où, non seulement les acteurs de la maintenance se reconnaissent, mais qui peut être appréhendée par quelqu'un d'extérieur à cette fonction maintenance ;
- Où il veut aller : définition de la cible attendue, sous forme de modèles et de projections descriptifs de la maintenance informatisée que l'on souhaite atteindre ;
- Ce qu'il peut faire : recensement des disponibilités budgétaires, des contraintes et limites d'environnement, de délais, d'organisation et de matériel ;
- Comment il envisage d'y aller : quel projet (organisation de projet, ressources humaines et financières, planning, maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre) lui permettra d'atteindre la cible escomptée avec un risque maîtrisé.

3.1.1 Préalables

Si l'entreprise est résolue à acheter un progiciel existant sur le marché, elle doit adopter une démarche circonstanciée dans la recherche de ce package. Elle doit en effet savoir que si elle tient absolument à reproduire son mode de travail existant dans un progiciel, elle risque de ne pas le trouver, ou d'être conduite à des développements spécifiques trop lourds. Elle risque également, en se cristallisant sur ses processus, de passer à côté des bonnes pratiques qui ont été enrichies dans les progiciels. Il lui faut donc rester prudente dans son expression de besoins et ne pas chercher à décrire trop précisément son existant si celui-ci est amené à évoluer du fait du choix du progiciel qui va être fait. En revanche, elle doit identifier très précisément ce qui constitue le cœur de son métier et les processus en relation avec ce cœur de métier, processus dont la défaillance nuirait très certainement à ses résultats. Enfin, à travers une approche relativement globale de l'expression des besoins, l'entreprise doit mettre en évidence les interfaces avec l'existant, en s'évertuant à les minimiser, ce qui n'est réellement possible qu'à condition que les processus soient entièrement réalisés dans chacun des modules, sans les ruptures de flux que trop d'interfaces engendreraient (figure 4.6).

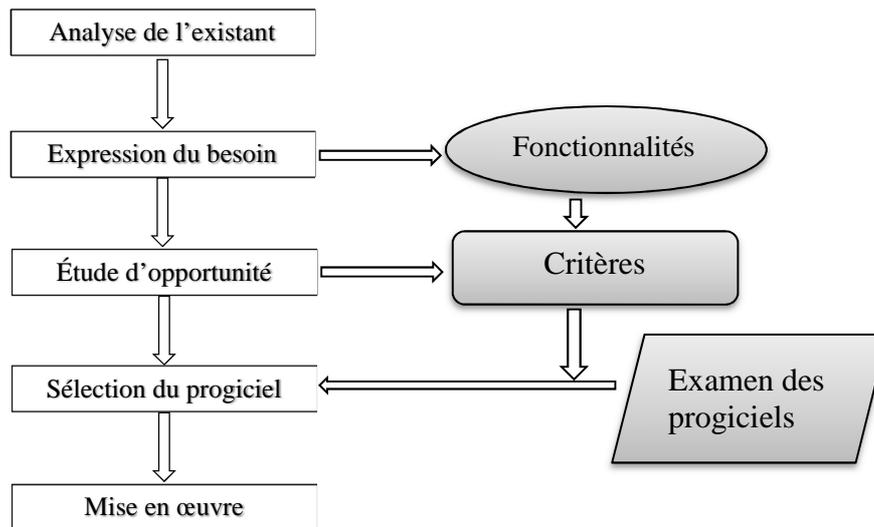


Figure 4.6 : Démarche d'informatisation de la maintenance.

❖ L'analyse de l'existant

L'analyse de l'existant permet de représenter l'organisation de la maintenance :

- ce qui s'y passe ;
- ce que l'on y fait ;
- comment cela fonctionne ;
- quelles en sont les performances et comment on les évalue.

Premier problème de langage : le mode littéraire sied peu à ce genre d'exercice. On fait souvent appel pour ce faire à des techniques simplifiées de modélisation des flux physiques (circulation des équipements réparables, des pièces de recharge, des outils) et des flux d'information (papier, téléphone, information orale, informatique, tout support pour véhiculer des informations telles qu'ordres de travaux, comptes rendus d'intervention, fiches d'équipement...).

❖ La grille d'analyse

Une grille d'analyse très simple peut être constituée par la mise en évidence, dans la fonction maintenance (figure 4.7) :

- d'activités générales de gestion (ressources, budget, performances) ;
- d'activités de conduite (enregistrer, préparer, planifier, documenter, suivre) ;
- d'activités d'exécution (inspecter, intervenir, réparer, tester, graisser).

Une fois localisées ces activités, il est très aisé de modéliser les flux externes, c'est-à-dire les informations échangées avec les autres fonctions de l'entreprise (mise à disposition de la production, planning d'interventions, chiffres clés de la maintenance, fiches de pointage du personnel...).

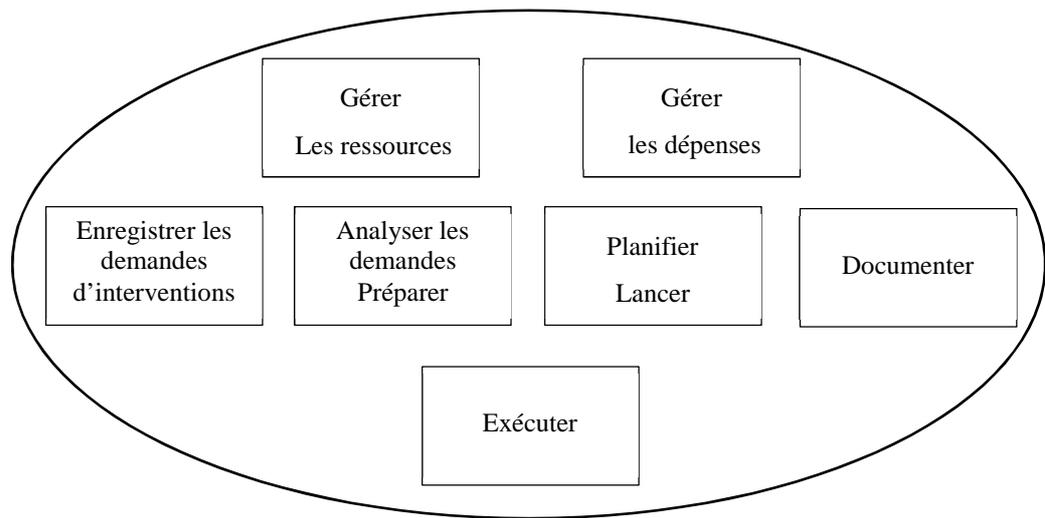


Figure 4.7 : Détermination des activités.

Il faut également modéliser les flux internes entre les activités en reprenant ce qui entre et ce qui sort par activité.

b. L'expression des besoins

Plusieurs techniques d'expression des besoins ont été appliquées au besoin de la maintenance en matière d'informatisation. Nous citons ici la technique d'expression fonctionnelle du besoin et sa projection sur des modèles généraux. L'expression fonctionnelle du besoin en maintenance est une technique qui découle des théories de l'analyse de la valeur et de la norme X 50100 d'expression fonctionnelle du besoin. Elle consiste à considérer le système d'information (SI) de maintenance comme une boîte noire et à analyser en groupe de travail quelles sont les différentes fonctions de l'entreprise qui font appel ou entrent en relation avec ou grâce à cette boîte noire (Figure 4.8).

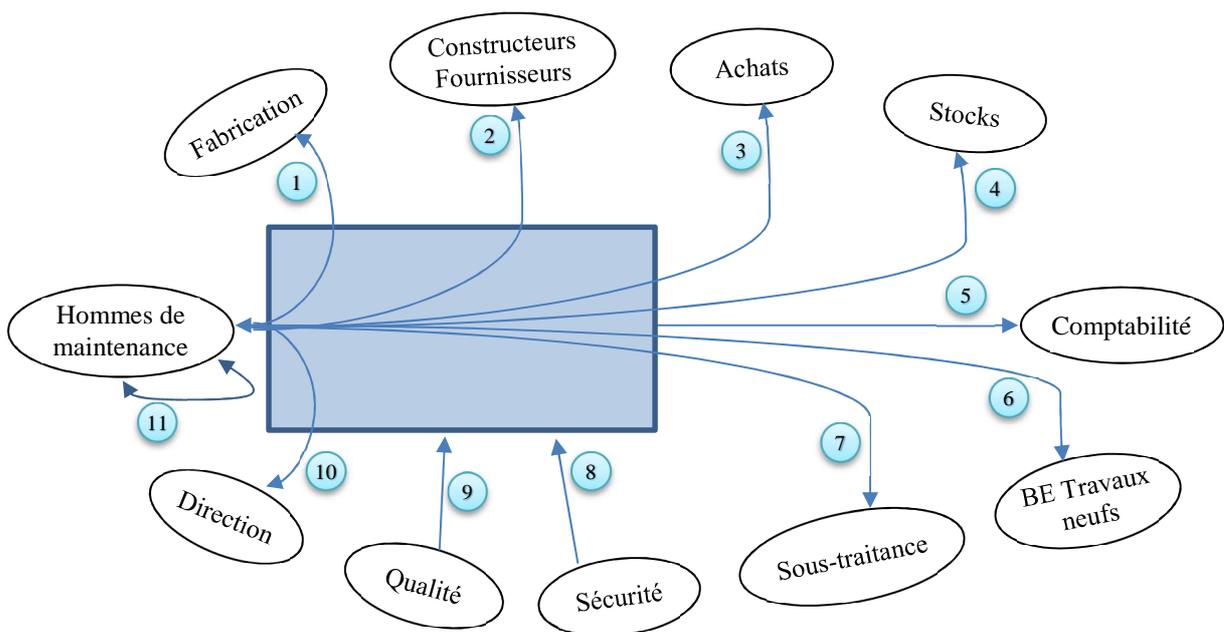


Figure 4.8 : L'analyse fonctionnelle -la pieuvre-.

On exploite la « pieuvre » ainsi créée en listant les différentes transactions qui sont susceptibles d'apparaître entre deux bulles et qui doivent être supportées par la boîte noire. On peut ensuite définir plus précisément dans ce canevas ce que doit couvrir chacune des transactions listés pour répondre à un besoin de maintenance. Pour simplifier ou accélérer l'expression de besoins, des modèles généraux ont été créés décrivant, sous forme de synoptique, les principales fonctionnalités et enchaînements de la GMAO. Ils représentent une compilation de ce que la plupart des systèmes de GMAO du marché offrent à l'heure actuelle. Ces modèles sont aisés à comprendre même pour des non-initiés car ils sont calqués sur la chaîne logique des activités de maintenance. Présentés en groupe de travail comme identifiant l'ensemble des possibles de la GMAO, ils permettent aux acteurs de la maintenance de projeter rapidement leurs besoins (figure 4.9).

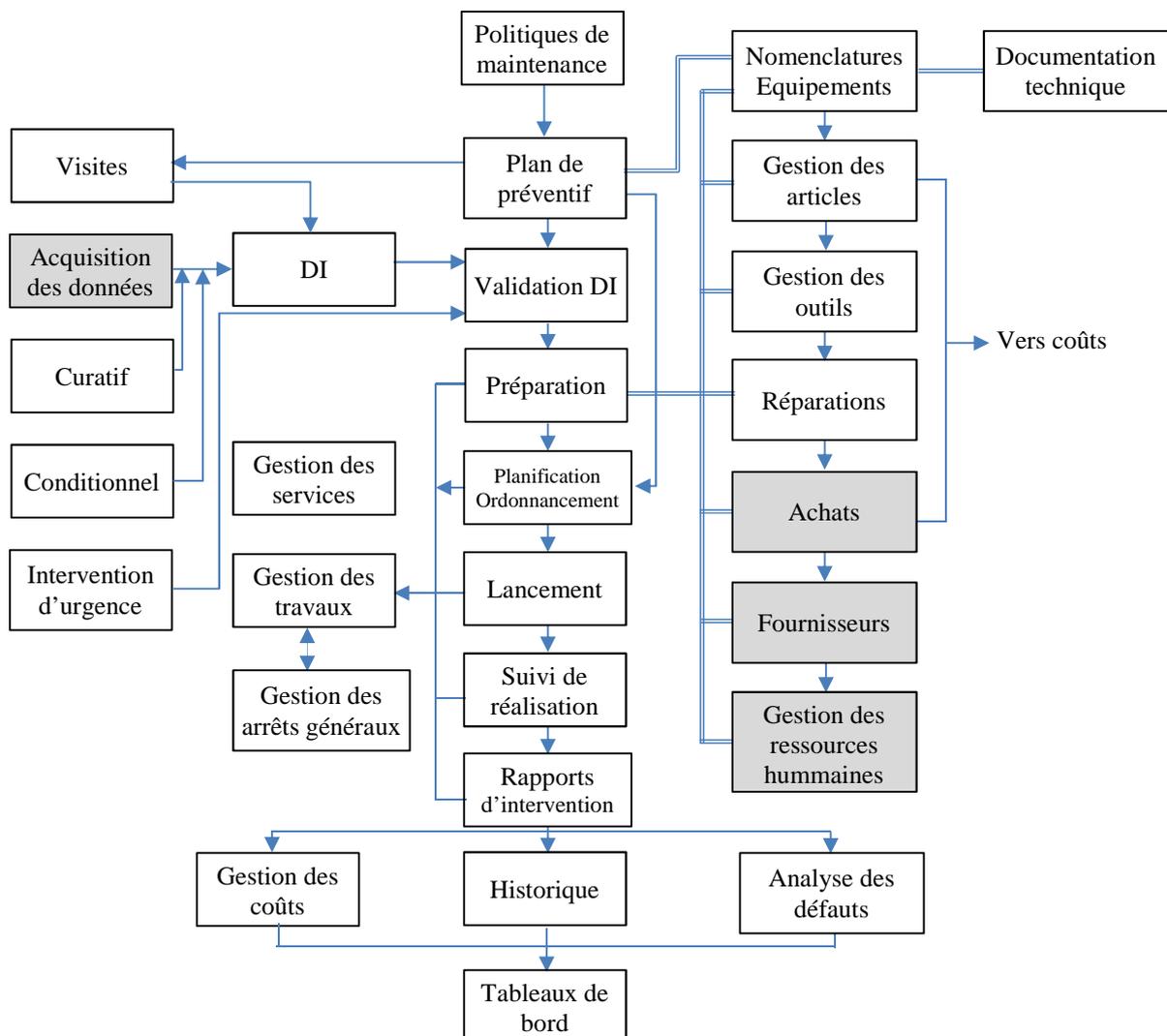


Figure 4.9 : Modèle général du système GMAO.

A la fin de ces deux étapes un cahier des charges¹ sera établi. Il s'agit d'un document final qui sera soumis aux soumissionnaires et qui intégrera toutes les exigences de l'entreprise.

3.1.2 La sélection du progiciel

Dans sa démarche de choix d'une informatisation de sa maintenance, l'entreprise est à présent armée pour sélectionner le progiciel qui lui convient le mieux. Elle possède, en effet :

- une modélisation de ses flux principaux, obtenue à travers l'analyse de son existant ou le reengineering de ses processus ;
- une définition des objectifs de cette informatisation ;
- une estimation du projet et de son retour d'investissement ;
- une liste de critères de sélection : techniques, fonctionnels, commerciaux.

La définition des critères de choix

Nous avons classé les critères en trois rubriques :

- **les critères techniques** : Par lesquels, on va mesurer la capacité du progiciel à être installé dans un environnement informatique. On va mesurer également son ergonomie.

Parmi ces critères, nous citons :

- * la sécurité et l'intégrité des données ;
- * la convivialité : la facilité d'utilisation du progiciel ;
- * les saisies et contrôles ;
- * la manipulation des données et les sauvegardes ;
- * les communications ;
- * les éditions : documents qui seront produits et imprimés pour être transmis à l'extérieur ;
- * les échanges avec les applications externes.

- **les critères fonctionnels** : Par lesquels, on va apprécier la couverture fonctionnelle du progiciel, sa capacité de satisfaire les besoins de la maintenance tels qu'ils ont été exprimés dans l'expression des besoins et formalisés dans le cahier des charges.

- **les critères commerciaux** : Par lesquels, on va tenter de s'assurer de la faisabilité économique de l'opération, de la pérennité de la solution et enfin de la possibilité de trouver, à des conditions acceptables, l'assistance dont on aura inévitablement besoin pour installer le progiciel.

3.2 Phase 2 : Mise en œuvre du progiciel

Nous avons développé dans la première phase la démarche de choix, traduite par un recensement des besoins, des objectifs attendus, un cahier des charges, une sélection de critères, une analyse et un dossier de choix. Le projet a été prédimensionné. Il a été possible de juger de l'ampleur de la tâche. Nous allons exposer dans cette partie la méthodologie classique adoptée pour conduire le projet. Cette méthodologie repose sur l'enchaînement des étapes suivantes :

- * préparation ;
- * analyse et conception ;

- * réalisation ;
- * mise en production et déploiement.

3.2.1 La préparation

C'est une étape de planification à l'issue de laquelle l'équipe de projet constituée est en possession d'un périmètre, d'une enveloppe budgétaire approuvée, d'une organisation de projet, d'un planning et de méthodes de conduite et de gestion du projet. La direction doit mettre en place la première équipe, nommer un chef de projet à plein temps, définir les méthodes de travail, définir les responsabilités, annoncer le lancement du projet, communiquer l'organisation et le mode de gestion du projet, constituer un comité directeur. En accord avec la stratégie retenue pour l'infrastructure informatique, la direction doit aussi préparer le site pour l'installation du matériel, du progiciel et des outils bureautiques identifiés pour le projet proprement dit. On doit fournir aux chefs de projet et au management une formation de haut niveau leur permettant d'appréhender l'ensemble des processus et des fonctions concernés. La formation de l'équipe de projet est fonction des modules du périmètre du projet. L'équipe de mise en place doit apprendre à utiliser le progiciel de GMAO. Elle aura par la suite à concevoir la formation des utilisateurs et vraisemblablement à assurer tout ou partie de cette formation.

Les livrables de l'étape de préparation

- * équipe de projet en place et formée ;
- * plan projet approuvé par la direction ;
- * plan d'assurance qualité approuvé par la direction ;
- * Stratégie de communication du projet ;
- * liste des processus à informatiser ;
- * liste de matériels de la plate-forme de développement.

3.2.2 Analyse et conception

Dans cette étape, on reprend l'analyse des besoins, on conçoit les nouveaux processus de fonctionnement de la maintenance en accord avec les fonctionnalités standard du progiciel, on met en évidence les écarts entre le fonctionnement désiré et ce que peut faire le progiciel et on documente l'ensemble des futurs processus. C'est au cours de cette étape que sera effectuée la tâche primordiale de redéfinition des processus ou tâche de reconception, au cours de laquelle seront revus les processus fondamentaux de la maintenance et où s'opérera une rationalisation d'organisation et de fonctionnement, au moins sur le papier.

Les livrables de l'étape d'analyse et conception

- * Document de l'analyse des besoins ;
- * Liste des processus du futur système (par secteur ou par département) :
 - Description des processus ;

- Rapprochement du progiciel ;
- Bénéfices attendus ;
- Changements du mode opératoire existant ;
- * Liste des interfaces, description sommaire
- * Bordereaux de présentation des données.

4. Conclusion

Les logiciels de GMAO permettent d'optimiser la gestion technique et administrative de l'ensemble des opérations de maintenance d'une entreprise. Ces logiciels automatisent les opérations principales de gestion des stocks de pièces de rechange, optimisent les approvisionnements, éditent les bons de sortie, permettent d'établir un budget prévisionnel en fonction de la fréquence des interventions, etc.

Un module de GMAO est souvent intégré dans les progiciels de gestion intégrée (PGI) L'intérêt des PGI par rapport aux logiciels GMAO dédiés fait l'objet de débats ; par exemple, on peut se demander si le module « maintenance » d'un PGI ne sera pas trop généraliste et peu adapté pour une entreprise donnée. Dans ce cas, cette entreprise va pouvoir rechercher une GMAO « métier » et devra l'intégrer dans le processus existant.

Enfin il ne faut pas oublier que la mise en place d'une GMAO impliquera une maintenance informatique de la gestion de la maintenance. Cette maintenance informatique sera d'autant plus délicate et demandera plus de moyens que le système sera complexe et généralisé, comme c'est le cas pour les PGI (ERP).

Chapitre V:

Etude de cas

1. Présentation de l'organisme d'accueil

Société de Tréfilage et de Fabrication des Produits de Soudage «TREFISOUD » C'est une société par action. Elle a été créée en juin 1998 et elle fait partie du Groupe TPL (*Transformation des Produits Longs*) lui-même issu de la restructuration organique de la société ENTPL opérée en 1998.

TREFISOUD est une entreprise qui active dans le domaine de la fabrication et commercialisation des produits tréfilés et produits de soudage. Installée dans la zone industrielle d'El Eulma, elle s'étend sur une superficie totale de quatre-vingt-deux (82) hectares, abritant un bloc administratif, les divisions de fabrication produits de soudage, produits tréfilés acier doux et produits tréfilés acier dur soutenue par une division qui s'occupe des utilités et sécurité industrielle, les laboratoires de contrôle qualité, magasin et aire de stockage.

Date de création : Janvier 1979.

Capital : 550 000 000,00 DA.

Forme juridique : SPA.

Effectif total : 420 personnes.

2. Les principaux produits de TREFISOUD

2.1 Produits tréfilés en acier doux : Ils sont fabriqués au niveau de la division tréfilerie acier doux (TAD)

- * fils tréfilés clairs ;
- * fils recuits et fils recuits retréfilés ;
- * fils cuivrés pour soudage ;
- * fils galvanisés ;
- * fils recuits (pick-up) de bottelage ;
- * grillage triple torsion.

2.2 Produits tréfilés en acier dur : Ils sont fabriqués au niveau de la division produits tréfilés (ACR)

- * fil tréfilés clairs mi dur ;
- * fil tréfilés dur pour armature de précontrainte de béton.

2.3 Produits de soudage : Ils sont fabriqués au niveau de la division produits de soudage (EFS)

La gamme de production comporte vingt-deux (22) types d'électrodes dont les principaux sont :

- * électrodes pour aciers ordinaires ;
- * électrodes pour acier inoxydables et spéciaux ;
- * électrodes pour rechargement dur.

Flux de soudage :

- * flux aggloméré FLX 100 pour soudage des aciers de constructions courantes ;
- * flux aggloméré à grande vitesse de soudage FLX 110.

3. Organigramme fonctionnel de TREFISOUD

La structure principale de la filiale est représentée par son organigramme (Figure 5.1) :

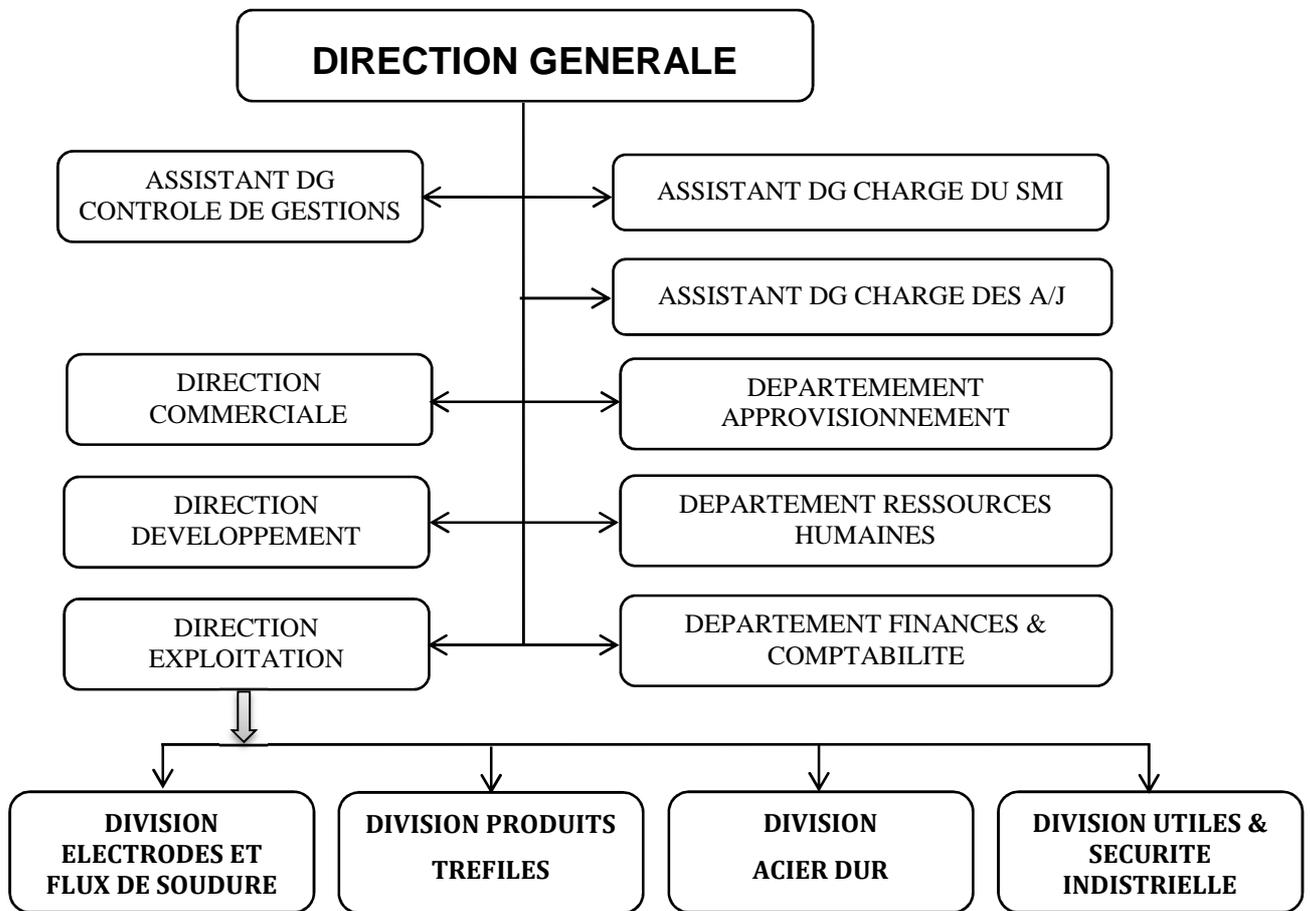


Figure 5.1 : Organigramme fonctionnel de TREFISOUD.

3.1 Division Electrodes et Flux de Soudure (EFS)

Cette division fabrique les baguettes de soudage enrobées pour soudage manuel à l'arc, ainsi que le flux aggloméré pour soudage semi-automatique (produit sous licence ESAB-SUEDE et ce jusqu'en 1984).

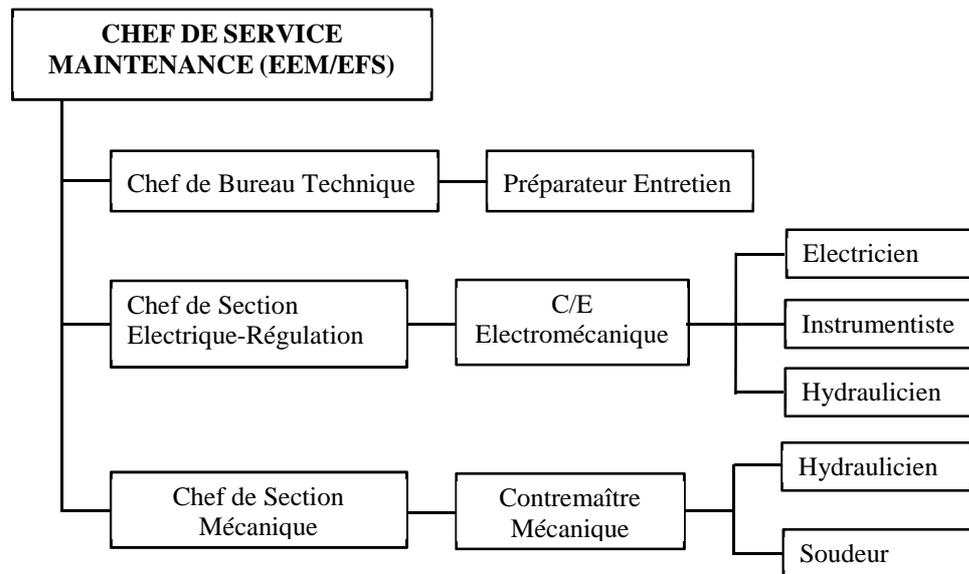


Figure 5.2 : Organigramme de service maintenance (EFS).

3.2 Division produits tréfilés acier doux (TAD)

Cette division fabrique les produits tréfilés clairs, traités, revêtus et grillage triple torsion.

A partir du fil machine diamètre 5.5 ou 6.00 mm lequel a subi une opération de traitement de surface (décalaminage mécanique ou décapage chimique à l'acide sulfurique), on procède à l'opération de tréfilage qui consiste à une réduction de diamètre par étirage à travers des filières à noyau en carbure, selon la destination du produit on a les fils recuits, galvanisés, cuivrés ou clairs.

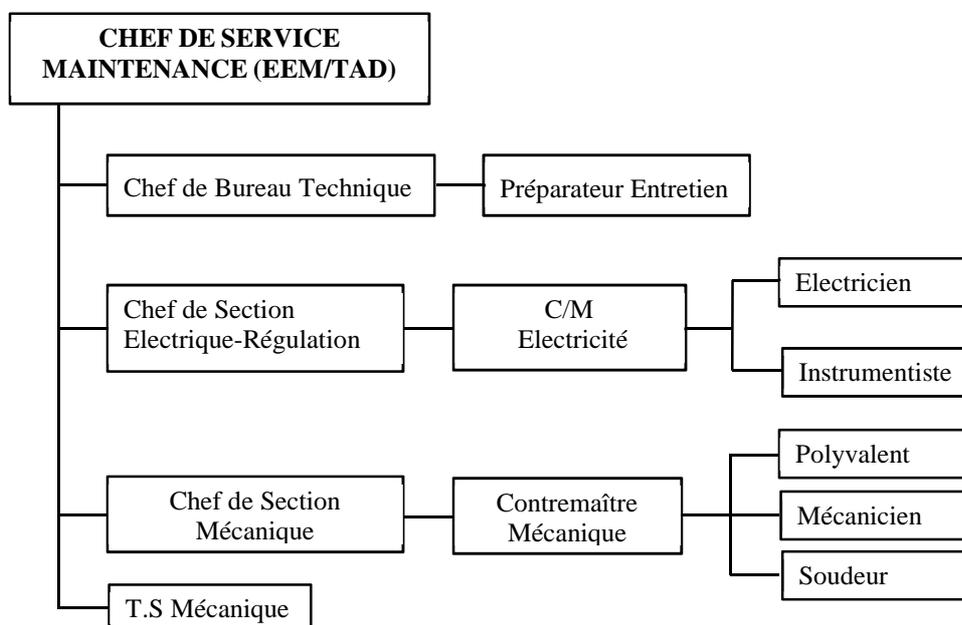


Figure 5.3 : Organigramme de service maintenance (TAD).

3.3 Division utiles & sécurité industrielle

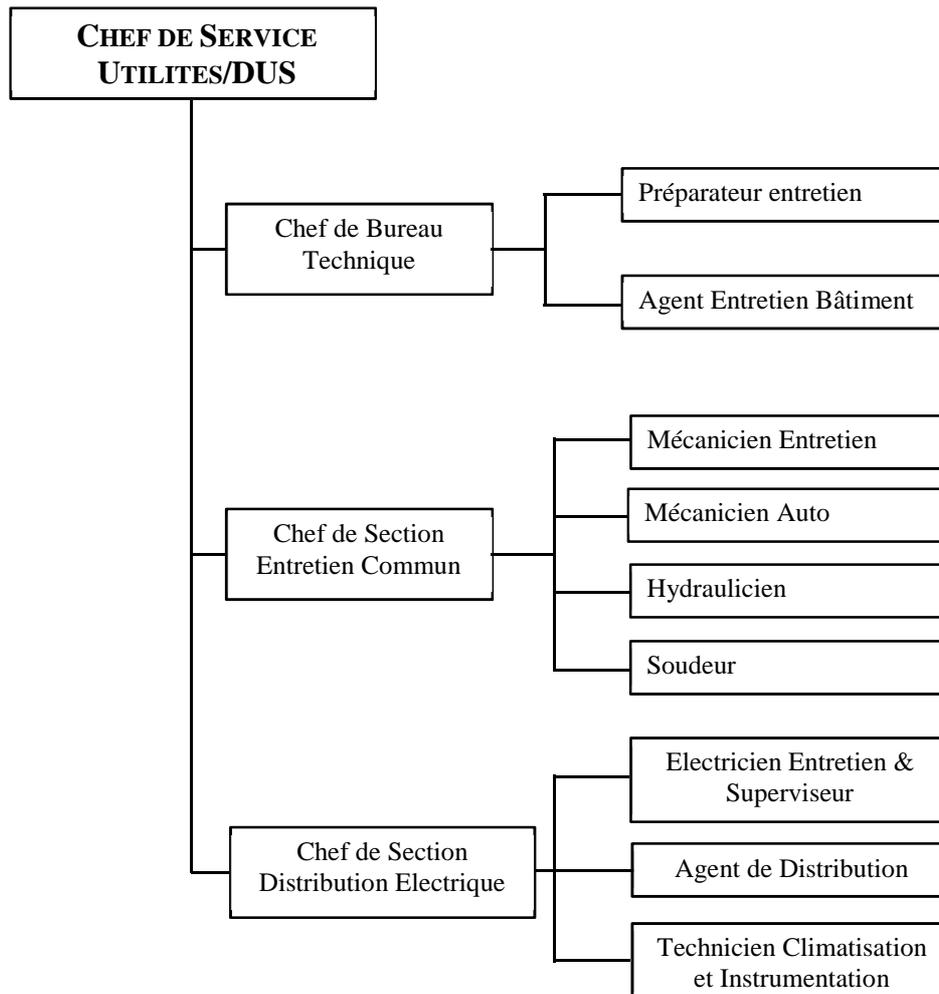


Figure 5.4 : Organigramme de service maintenance (DUS).

3.4 Présentation le processus de maintenance de TREFISOUD

Des procédures de travail permettent de mettre en application le processus et d'en vérifier l'efficacité, grâce à un suivi des indicateurs.

La procédure maintenance préventive et curative définit la manière d'entretenir tous les équipements de l'entreprise pour assure leurs disponibilités et préserver leurs bon état de fonctionnement afin de garantir la réalisation des programmes de production.

Les séquences de mise en œuvre de cette procédure se résument comme suit :

Tous les équipements de la production servant pour la fabrication des produits de l'entreprise ainsi que les équipements des ateliers annexes sont soumis à un entretien régulier, et ce, selon des plannings d'entretien établis par les différents services d'entretien des divisions.

Cet entretien est basé sur une planification d'entretien préventif annuel global, décliné en planning mensuel. Sur ce planning d'entretien préventif figure toutes les installations programmées pour entretien, les délais et les moyens.

Pour chaque installation, un dossier d'entretien est établi où sont regroupés les documents suivants :

- fiche historique de l'installation ;
- un calendrier mensuel préventif regroupant :
 - * un planning de graissage ;
 - * un planning des travaux programmés sur la base de gamme opératoire et des résultats des visites réalisées.

Pour chaque intervention sur installation, un ordre de travail, selon la spécialité et la nature de l'intervention programmée, est établi par le bureau technique, où les informations suivantes doivent être reportées :

- les travaux d'entretien à réaliser ;
- les pièces de rechange à remplacer ;
- le nombre et la spécialité des intervenants.

L'ordre de travail est transmis par le bureau technique à la section de maintenance chargée de l'exécution des travaux programmés.

Toute opération d'entretien préventif est exécutée par un personnel qualifié.

Après la réalisation des travaux, l'ordre de travail renseigné est signé conjointement par le service entretien et le service fabrication.

L'approbation de l'ordre de travail par le service fabrication confirme la réparation et la disponibilité de l'installation pour répondre à la fabrication du produit.

L'ordre de travail validé est remis au bureau technique, afin qu'il procède aux :

- renseignement de la fiche historique des équipements et l'installation ;
- établissement de la liste des intervenants et suivi ;
- classement du dossier de l'installation et de l'ordre de travail.

Pour les interventions d'entretien préventif de longue durée, le service de la production est informé pour prendre les dispositions et les mesures nécessaires dans la programmation et l'ordonnancement de la fabrication.

Par ailleurs, si une panne survient sur les installations, le service maintenance intervient sur place pour réparer, et ce, après réception d'une demande de travail de dépannage formulée par le service production.

Cette réparation est exécutée par un personnel qualifié, et, donne lieu à un ordre de travail renseigné par le service entretien

Cet ordre de travail contient les informations suivantes :

- la nature de la panne ;
- le personnel ayant réalisé l'exécution de ce dépannage ;
- la date et la durée de l'intervention.

Après réception de l'installation, suite à la panne, l'ordre de travail validé par le service production et le service maintenance est transmis au bureau technique pour analyse et classement.

Enregistrements : Demande de travail, Ordre de travail, Fiche historique.

4. La modélisation du service de maintenance

Nous proposons un modèle SADT pour améliorer le service de maintenance de TREFISOUD. Ainsi, nous détaillons les étapes de la création du modèle SADT dans le chapitre deux. La préparation pour créer le modèle SADT commence par la création du contexte général, dans ce domaine, il faut choisir le but et le point de vue, par exemple, notre but est la mise en place d'une gestion de la maintenance par ordinateur pour l'amélioration de la politique de Maintenance. Le service de maintenance exécute le programme de maintenance (maintenance corrective et préventive), les acteurs dans ce service sont (voir Figure 5.5) :

- ↳ Directeur du service ;
- ↳ Chef de service de maintenance ;
- ↳ Chefs d'ateliers ;
- ↳ Contremaitres & Opérateurs.

Ce service participe à la satisfaction de client (services de production) car la productivité de la société dépend directement du bon fonctionnement des machines. Les acteurs qui participent à la mise en œuvre de la maintenance préventive, sont le directeur du service, le chef de service, chefs d'atelier, les opérateurs ainsi que les contremaitres qui fournissent des données nécessaires à l'élaboration du programme de maintenance.

Les acteurs impliqués dans la maintenance curative sont les contremaitres, les chefs d'atelier et les opérateurs.

Ensuite, la création de diagramme A-0 qui nous aide à poser le cadre général du service de maintenance. On y retrouve les entrées, les résultats obtenus suite à l'activité du service, les contraintes à respecter et les ressources disponibles.

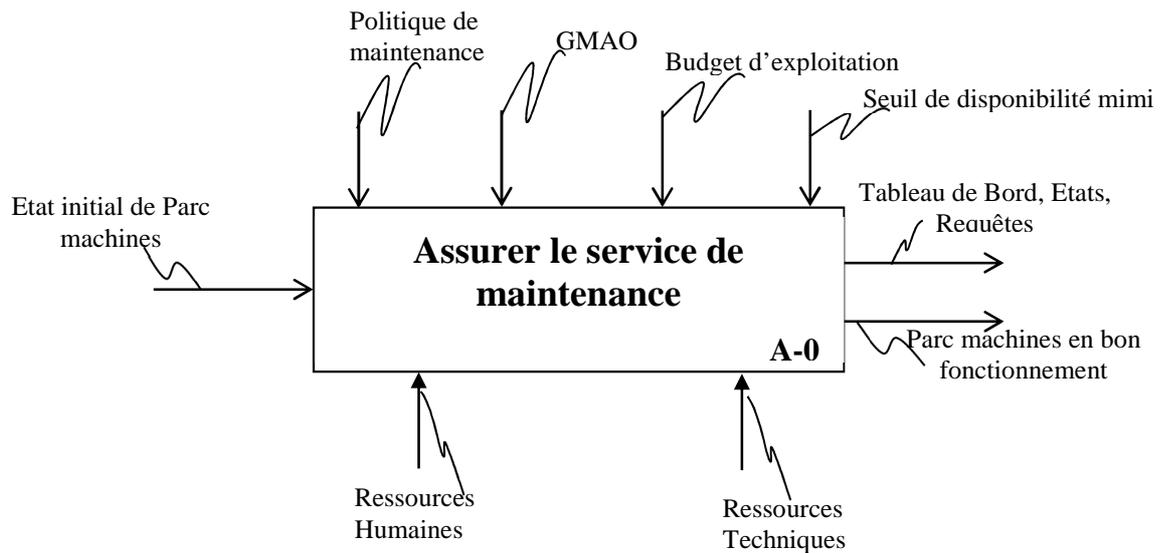


Figure 5.5 : Modèle SADT - Diagramme A-0.

4.1 Diagramme A0

Le diagramme A0 modélise les activités principales du service de maintenance. Ce diagramme contient quatre activités qui présentent l'organisation du service de maintenance, la mise n'œuvre de l'activité de maintenance, le suivi des résultats et l'amélioration des performances.

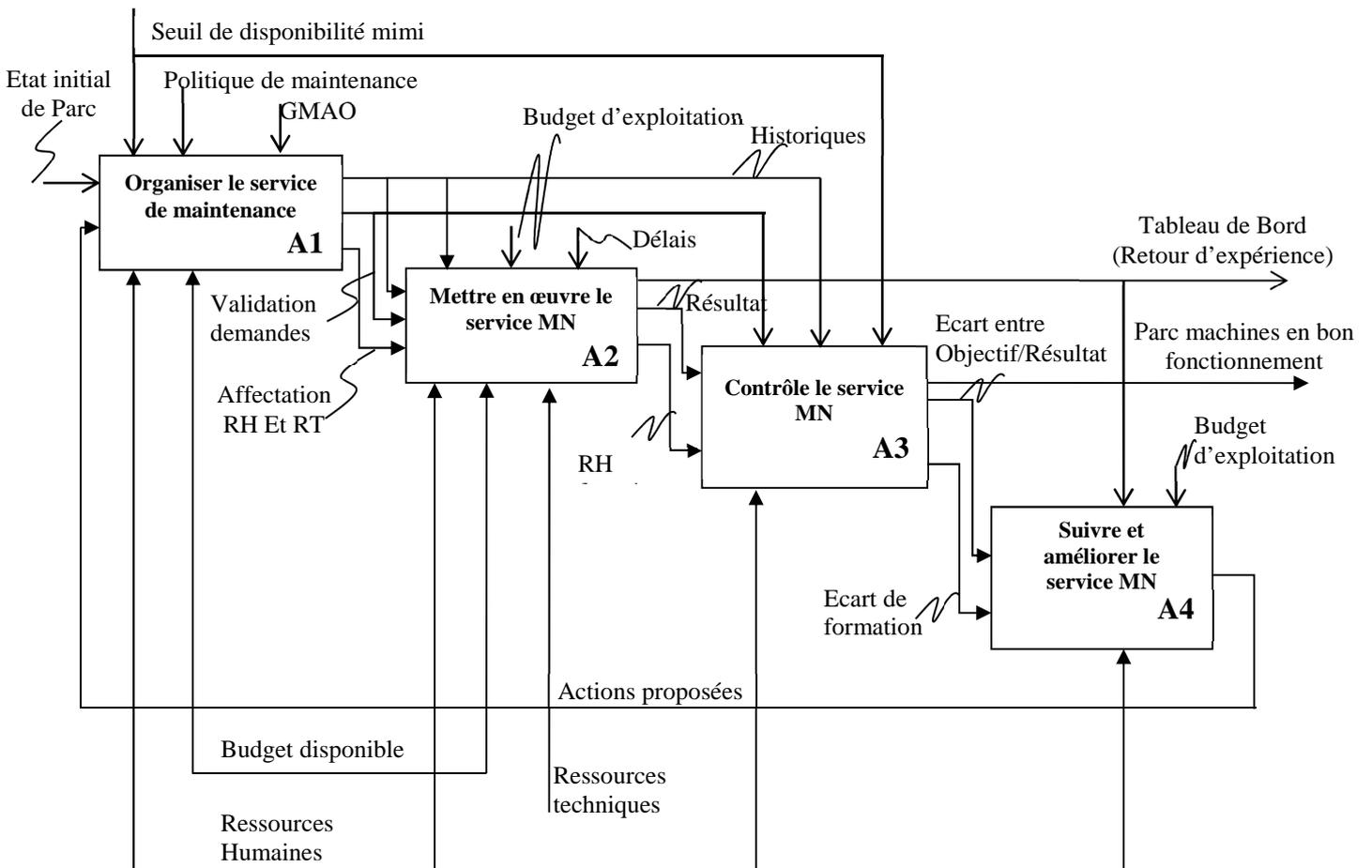


Figure 5.6 : Modèle SADT - Diagramme A0.

4.2 Diagramme A1

Le diagramme A1 présent l'organisation du service de maintenance composé à son tour de trois activités :

- 1) planifier les actions de maintenance ;
- 2) définir et allouer les ressources humaines et techniques ;
- 3) définir les dépenses.

De plus, quand on détermine l'état initial de TREFISOUD qui indique toutes les informations actuelles (quantité, position dans la maintenance préventive, état des composants, ...etc.). En même temps, on envoie des informations pour commencer l'activité définir et allouer les ressources humaines et techniques. Le programme de maintenance défini prend en compte le seuil de disponibilité mini. Le résultat de cette étape est l'affectation des ressources humaines et techniques, des demandes d'achat pour les composants manquants et des demandes de formation pour les ressources humaines. En revanche, avant de mettre en œuvre ces demandes, il faut définir les dépenses.

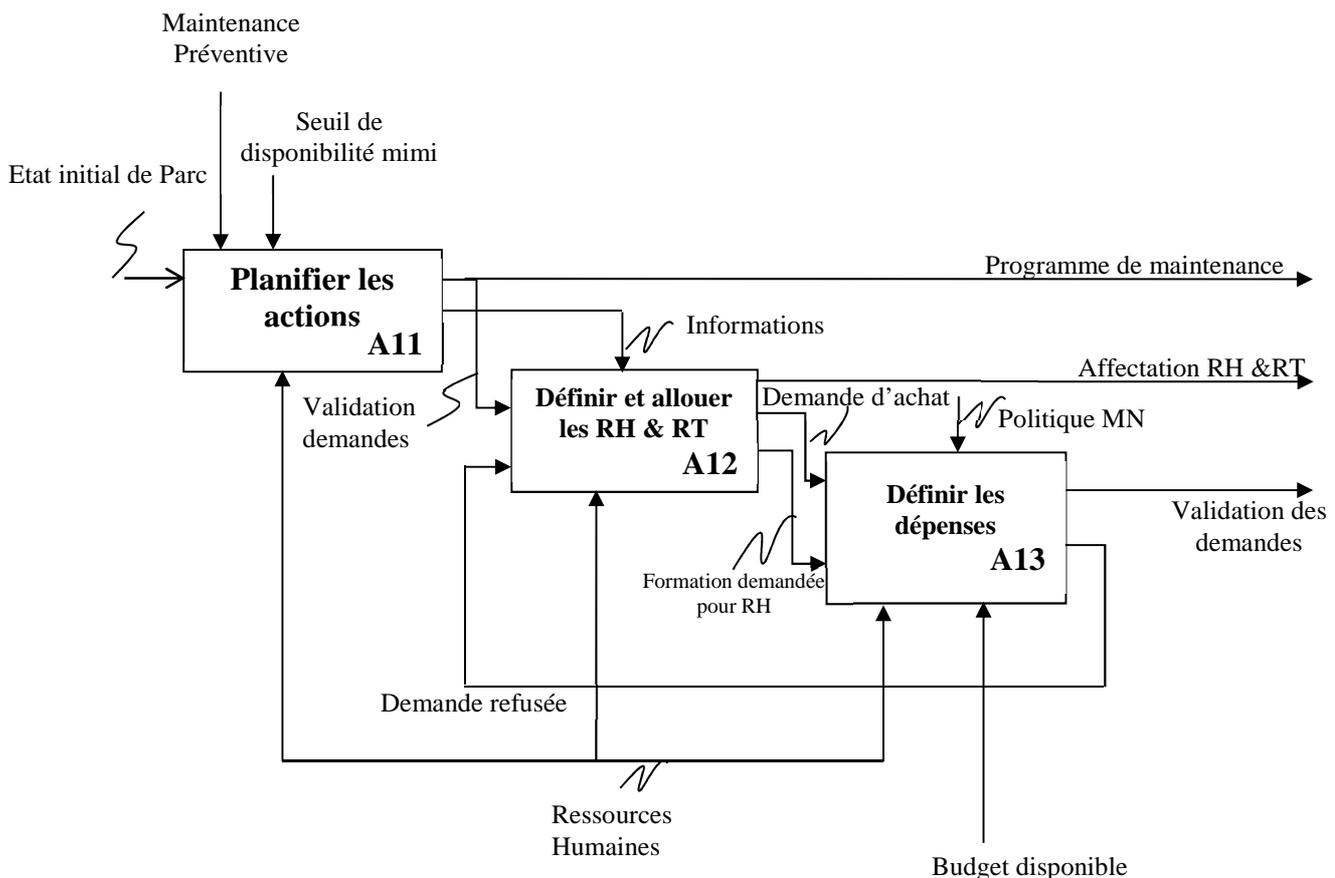


Figure 5.7 : Modèle SADT - Diagramme A1.

4.3 Diagramme A2

Ce diagramme explique la mise en œuvre du service de maintenance (exécuter). Il contient quatre boîtes. En utilisant le programme de maintenance comme donnée d'entrée, le seuil de disponibilité mini comme contrainte de contrôle, le résultat sera la réalisation de la maintenance. Une autre donnée de sortie de cette activité est l'état des outils employés pour effectuer les opérations de maintenance. Ces outils doivent être vérifiés afin d'être prêts pour une nouvelle intervention. Les résidus désignent les déchets générés par l'activité de maintenance.

On exécute l'activité de mise en œuvre de la formation des ressources humaines, suite à l'affectation des ressources et à la validation des demandes de formation. Cette activité est contrainte par le budget d'exploitation de TREFISOUD. Le résultat de cette activité est représenté par des ressources humaines formées qui permettront d'obtenir le niveau de qualité du travail demandé.

Enfin, la dernière activité est la mise en œuvre d'achats. Cette activité est déclenchée par les demandes d'achat. Le résultat est la disponibilité des ressources techniques les contraintes sont le budget d'exploitation et le délai d'achat.

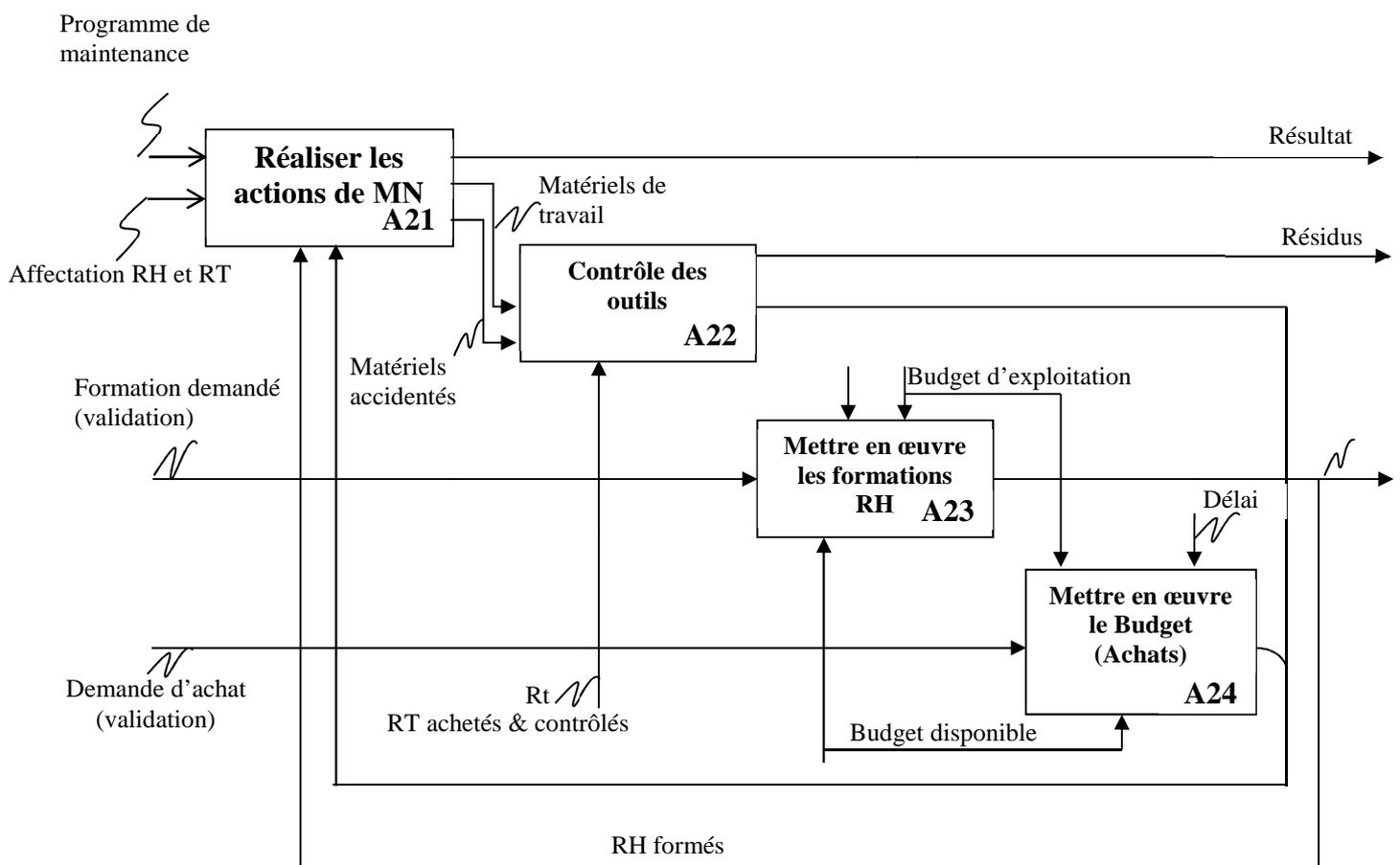


Figure 5.8 : Modèle SADT - Diagramme A2.

4.4 Diagramme A3

Le diagramme A3 présente les activités de contrôle du service de maintenance. Il contient deux cases. La première est le contrôle des actions de maintenance. On prend en compte le nouvel état de la maintenance réalisé comme donnée d'entrée, l'écart entre les objectifs atteints et les résultats obtenus comme information de sortie et le programme de maintenance comme donnée de contrôle. Cependant, en commençant avec les ressources humaines formées comme entrée pour faire la deuxième activité dans ce diagramme, le contrôle de la qualité de la formation des ressources humaines. Le résultat sera l'écart entre les formations obtenues et les formations prévues. Les contraintes sont la validation des formations prévues et le programme de maintenance.

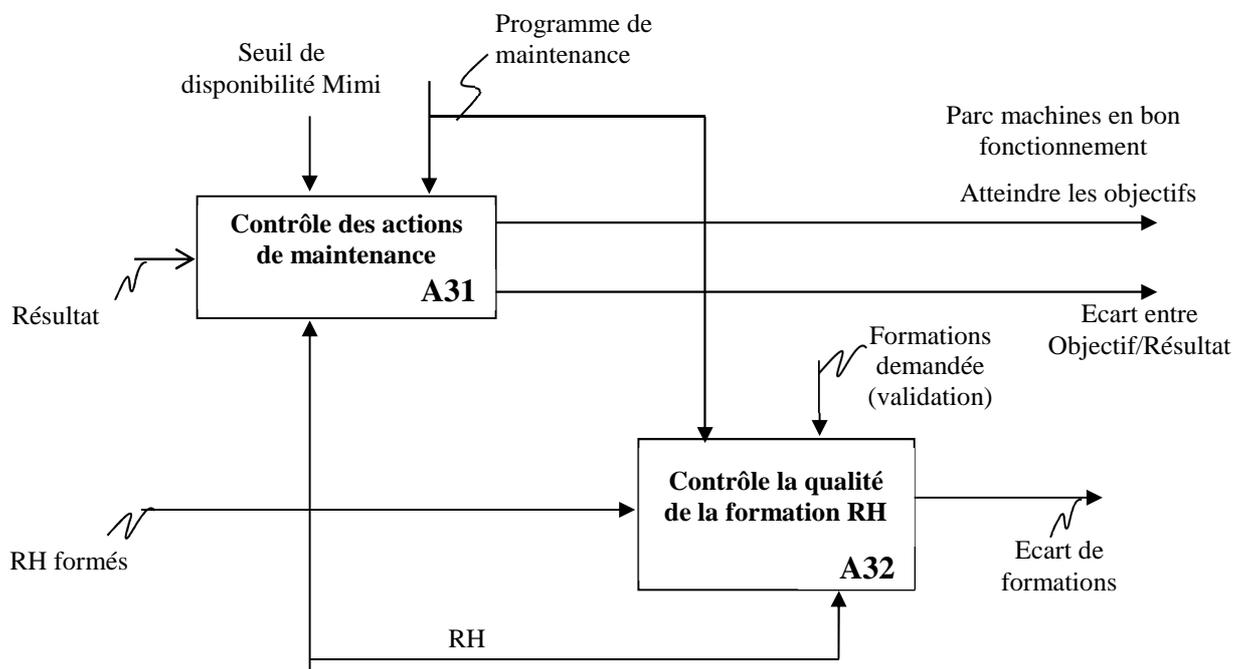


Figure 5.9 : Modèle SADT - Diagramme A3.

4.5 Diagramme A4

Ce diagramme explique les activités de suivi et d'amélioration du service de maintenance. La donnée d'entrée de cette activité est l'écart de la formation et l'écart entre Objectifs/Résultat. Nous considérons également le tableau Bord et le budget d'exploitation comme des contraintes pour la proposition des actions correctives. Les données de sortie de cette activité sont les actions correctives et préventives proposées.

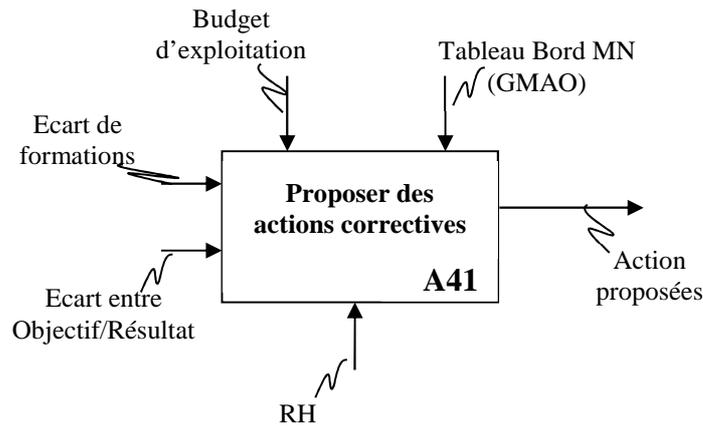


Figure 5.10 : Modèle SADT - Diagramme A4.

5. La mise en place d'un GMAO (Développée localement)

5.1 Environnement du travail

Dans cette partie, nous avons étudié le choix des outils matériels et surtout les outils logiciels du développement.

5.2 Environnement matériel

Nous les mentionnons les caractéristiques de l'ordinateur sur lesquelles nous avons développé l'application parce qu'elles peuvent donner une idée sur les conditions du travail.

L'application a été développée sur un ordinateur P4 qui se caractérise par :

Processus : Intel ® P4

Mémoire installée (RAM) : 2.00 Go

Type de système : système d'exploitation 32 bits.

Disque dur : 80 Go.

Ecran : 17 pouces.

5.3 Environnement logiciel

Nous avons énuméré au cours de cette partie les différents outils utilisés tout au long de ce projet pour l'étude et la mise en place de notre application.

a. Système d'exploitation

Nous avons utilisé comme système d'exploitation :

- Microsoft Windows XP.
- Service pack 2.

b. Outil de modélisation MERSE

5.4 Environnement de développement intégré :

Nous avons choisi Delphi comme environnement de développement.

5.5 Outil d'administration de la base de données

- ❖ **Access** : pour le module de gestion de stock.
- ❖ **SQL Server** : pour le moule de gestion de maintenance.

5.6 Les interfaces graphiques

L'interface graphique est une partie très importante pour la réalisation d'une application convenable et conviviale offrant un certain plaisir à l'utilisateur.

Voici maintenant un ensemble de captures d'écrans sur les principaux points d'entrées de l'application :

A. L'interface pour le module Gestion de stock

Le module « Gestion de Stock-Inventaire - Flux » est étroitement lié au module article.

Les fiches de stocks sont automatiquement mises à jour lors de différentes saisies (réceptions de fournitures, enregistrements de mouvements, consommations sur ordres de travail « OT »).

But du module

Le module Affichage Historique Stock et Achat permet à l'utilisateur de chercher et de visualiser les transactions de stock et achat accomplies et archivés.

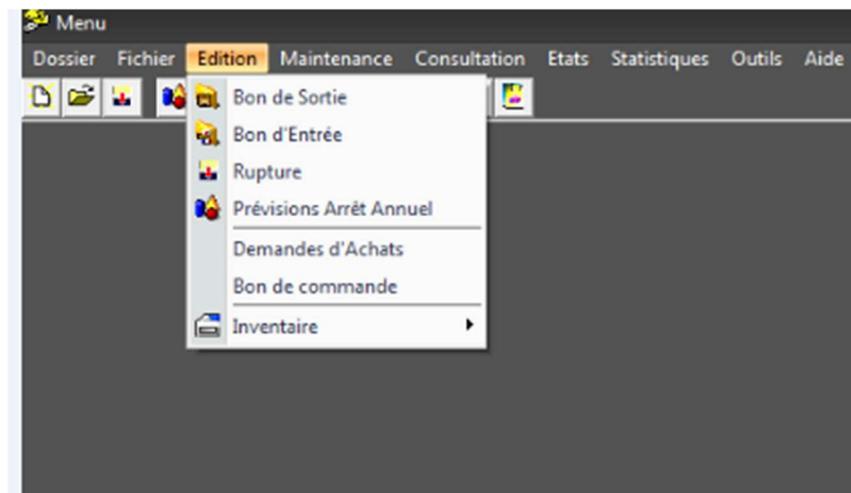


Figure 5.11 : Fenêtre module Gestion de stock.

A.1- Fenêtre Bon de Sortie Matériels :

Toute opération qui nécessite des articles de stock conduit, d'une manière ou d'une autre, à une sortie de ces articles depuis leurs gisements. Ce module sert donc à tracer les sorties effectuées pour un besoin tel qu'un ordre de travail et en tirer des statistiques de consommation.

Fiche_Sortie

Numéro BSM: 23025 Date: 31/07/2015 Type Sortie: 3 Num Ordre: 1552

Imprimer Fermer

Code Article	Qte Com	Qte Liv	Ecart	Désignation	Unité	Prix Unitaire	Total
02516001K	12	10	-2	ENCRE NOIRE POUR MAR	0	260,82 DA	2 608,19 DA
02516003M	30	30	0	ENCRE POUR MARQUAGE	0	2 710,68 DA	81 320,52 DA

Reserve:

Montant Total HT: **83 928,71 DA**

 TREFISOUD	BON DE SORTIE MAGASIN				N°: 23025
					Date: 31/07/2015
Numéro d'équipement: Désignation: Code de section: Numéro d'ordre: 1552 Du:					
Code Article	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Total
02516001K	ENCRE NOIRE POUR MAR	0	10	260.82 DA	2 608.19 DA
02516003M	ENCRE POUR MARQUAGE	0	30	2 710.68 DA	81 320.52 DA
Arrêtez le présent BSM à la somme de: QRLabel12				Montant Globale	83 928,71 DA
Reserve:					
Circulation	Magasinier	Chef d'atelier	Bureau Technique	DAS/Soutien	
Nom :					
Date :					
Visa					

Figure 5.12 : Fenêtre Bon de Sortie Matériels et l'état d'impression.

A.2- Fenêtre Bon d'Entrée Matériels :

Le but de ce module est de vous permettre de recevoir des articles d'un fournisseur externe.

Un arrivage peut avoir lieu à la suite de commandes ou non.

 TREFISOUD	BON D'ENTREE MAGASIN				N°: 230260	
					Date: 24/08/2015	
N° Commande:			Date:			
Bon de Livraison:			Du:			
Facture N°:			Du:			
Code Article	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant HT	
02516002L	ENCRE BLANCHE POUR M	0	15	380,00 DA	5 700,00 DA	
Arrêtez le présent BEM à la somme de:				Total HT	5 700,00 DA	
QRLabel27				TVA	969,00 DA	
				Total TTC	6 669,00 DA	
Circulation	Magasinier	Chef d'atelier	Bureau Technique	DAS/Soutien		
Nom :						
Date :						
Visa						

Figure 5.13 : Fenêtre Bon d'Entrée Matériels et l'état d'impression.

A.3- Fenêtre Bon de commande :

The screenshot shows a software window titled 'Fiche_BonComande'. It contains several input fields and a table. The fields include 'Num Commande' (100), 'Date Commande' (09/10/2015), 'Description' (fdgdgd), 'Nature d'intervention' (Mécanique), 'Installation', 'Préstataire' (BENKARA), 'Facture' (242), and 'Date Payment' (10/10/2015). An 'Observation' field contains 'gbgb'. Below these is a table with columns: CodeTr, DescrTr, Qte, Un, Prix, Total. The table has two rows: (123, fbfb, 12, 0, 12,00 DA, 144,00) and (124, vdsvs, 10, 0, 10,00 DA, 100,00). At the bottom, summary fields show 'Montant Total en HT: 244,00 DA', 'TVA 17%: 41,48 DA', and 'Montant Total en TTC: 285,48 DA'. A row of navigation icons is at the very bottom.

Figure 5.14 : Fenêtre bon de commande.

A.4- Fenêtre Demandes d'Achat

The screenshot shows a software window titled 'Fiche_Demande_Achats'. It contains several input fields and a table. The fields include 'Numéro DA' (12451), 'Type' (1ø Dotation), 'Date' (17/07/2015), 'Demandeur', and 'Réponse' (Demande non tra). Below these are 'Delai' (12) and 'Periode' (Semaine). The 'Objet de la demande' field contains 'Révision Géné'. Below is a table with columns: N°, Code Article, Désignation, Unité, Quantité, Solde, Observation. The table has two rows: (1, 02516001K, ENCRE NOIRE POUR MAR, 4, 12,) and (2, 02516002L, ENCRE BLANCHE POUR M, 0, 10,). At the bottom, there is a 'Commentaires' field, 'Imprimer' and 'Fermer' buttons, and a row of navigation icons.

 TREFISOUD	<h2>DEMANDE D'ACHAT</h2>	N°: 12451
		Date: 17/07/2015

Personne à contacter: BELHOUL

Délai: 12 Semaine

Objet: Révision Génè

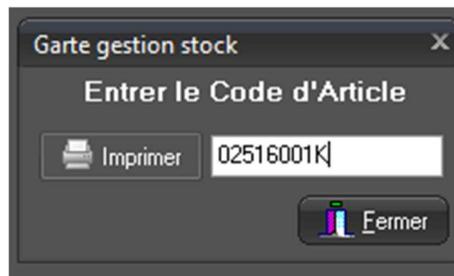
Type: 1

N°	Code Article	Désignation	U.M	Quantité	Observation
1	02516001K	ENCRE NOIRE POUR MAR	4	12	
2	02516002L	ENCRE BLANCHE POUR M	0	10	

Circulation	Emetteur	Gestion stocks	Achats	Conditions de Réceptions & Pièce Jointes	
Nom :	BELHOUL				
Date :	17/07/2015				
Visa					
CODE UNITES DE ME SURE (UM)					
Lot : lot	Millimètre : MM	Mètre linéaire : Ml	Gramme : GR	Tonne : T	Litre : l
Jeu : jeu	Millimètre cube : Km3	Mètre carré : M2	Kilogramme : KG	Mille Tonnes : KT	Cent Litre : 4l
Pièce : PI	Centimètre : CM	Mètre cube : M3	Cent Kilos : c		

Figure 5.15 : Fenêtre demande d'achats et l'état d'impression.

A.5- Fenêtre Carte de gestion de stock par article



 TREFISOUD	Carte de Gestion de Stock	Code Article 02516001K
---	----------------------------------	---

Désignation: ENCRE NOIRE POUR MARQUAGE Référence: Code Famille: 025 Date D. Entrer: 04/09/2015	Unité Appro: 4 Unité Gestion: 0 Code Magasin: 0 Date D. Sortie: 03/09/2015
---	---

Type.Mvt	Date	Num.Bon	Qté	Prix.U	Total.Mvt	Anc.Stock	Nov.Stock	Montant.Stock
Sortie	31/07/2015	23025	10	260.82	2608.19	1150	1140	297333.43
Sortie	31/07/2015	12546	15	894.77	13421.63	315	300	268432.5
Sortie	01/08/2015	2103	15	894.77	13421.63	300	285	255010.88
Entrer	03/08/2015	2365	5	892.8	4463.98	285	290	258910.87
Entrer	08/08/2015	12305	10	891.37	8913.7	290	300	267410.88
Sortie	10/08/2015	74021	10	891.37	8913.7	300	290	258497.18
Entrer	11/08/2015	25160	8	887.57	7100.6	290	298	264497.17
Entrer	14/08/2015	251302	15	882.42	13236.29	298	313	276197.18
Entrer	15/08/2015	452130	810	256.77	207979.73	313	1123	288347.21
Sortie	03/09/2015	20315	23	256.77	5905.6	1123	1100	282441.61
Entrer	04/09/2015	10325	50	260.82	13040.94	1100	1150	299941.62

Circulation		Chef d'atelier	Bureau Technique	DAS/Soutien
Nom :				

Figure 5.16 : Fenêtre Carte de gestion de stock par article et l'état d'impression.

A.6- Fenêtre pièces de stock entées magasin par article

Fiche_ReqEntrer_Article

✓ Valider 02516001K Fermer

Numéro	Date_Entrer	Qte	Prix	Total
2365	03/08/2015	5	892,80 DA	4 463,98 DA
12305	08/08/2015	10	891,37 DA	8 913,70 DA
25160	11/08/2015	8	887,57 DA	7 100,60 DA
251302	14/08/2015	15	882,42 DA	13 236,29 DA
452130	15/08/2015	810	256,77 DA	207 979,73 DA
10325	04/09/2015	50	260,82 DA	13 040,94 DA

Montant Globale: 254 735,23 DA

Figure 5.17 : Fenêtre pièces de stock entées magasin par article.

A.7- Fenêtre consultation les bons de sorties magasin :

✓ Valider Du: / / Au: / / Fermer

Num BSM	Date de Sortie	Code Article	Quantité	Prix Un	Total
12546	31/07/2015	02516001K	15	894,77 DA	13 421,63 DA
23025	31/07/2015	02516001K	10	260,82 DA	2 608,19 DA
23025	31/07/2015	02516003M	30	2 517,55 DA	75 526,39 DA
2103	01/08/2015	02516001K	15	894,77 DA	13 421,63 DA
523602	05/08/2015	02516003M	15	2 662,28 DA	39 934,24 DA
74021	10/08/2015	02516001K	10	891,37 DA	8 913,70 DA
125362	15/08/2015	02516003M	15	2 710,68 DA	40 660,26 DA

Montant Globale: 200 391,62 DA

Figure 5.18 : Fenêtre consultation les bons de sorties magasin.

A.8- Fenêtre pièces de stock sortie magasin par spécialité

Le but de cette fenêtre est de fournir des détails concernant les articles à saisir dans un arrivage.

The screenshot shows a software window titled "Fiche_Req_SortieSpec". At the top, there is a "Valider" button with a green checkmark, followed by a text input field, and two date pickers labeled "Du:" and "Au:". To the right is a "Fermer" button with a red 'X' icon. Below this is a table with the following columns: "Num BSM", "Date de Sortie", "Code Article", "Quantité", "Prix Un", and "Total". The table is currently empty. At the bottom of the window, there are four navigation buttons (back, forward, etc.) and a "Montant Globale:" label followed by a blacked-out text field.

Figure 5.19 : Fenêtre pièces de stock sortie magasin par spécialité.

B. L'interface pour le module Gestion de maintenance

B.1 Fenêtre fichier machines (équipements)

Le module est utilisé pour définir les principales informations concernant le parc machines.

The screenshot shows a software window titled "Equipement". It contains several input fields and dropdown menus: "N° Inventaire:" (H4521), "Section:" (A.COG), "Désignation:" (Four de Recuit), "Categorie:" (A), "Etat de Machine:" (Bon), "Date de mise en service:" (11/07/2015), "Année de Fabrication:" (02/07/2015), "Numéro de Serie:" (564ML), "Date d'acquisition:" (25/07/2015), and "Nom de Fabrican:" (GCR). On the right side, there are three buttons: "Créer" (green plus icon), "Modif" (blue pencil icon), and "Supprim" (red trash can icon). At the bottom right, there are "Annuler" (red X icon), "Valider" (green checkmark icon), and "Fermer" (blue double arrow icon) buttons. At the bottom center, there are five small circular navigation buttons.

Figure 5.20 : Fenêtre fichier machine.

B.2 Fenêtre fichier Sous-traitant

Le module est utilisé pour définir les principales informations concernant les sous-traitants.

Figure 5.21 : Fenêtre fichier Sous-traitant.

B.3 Fenêtre fichier Ordre de travail (OT)

Cette fenêtre affiche des informations détaillées concernant l'ordre de travail sélectionné.

Figure 5.22 : Fenêtre fichier OT-Reprise.

Vous pouvez saisir la carte salaire pour les intervenants.

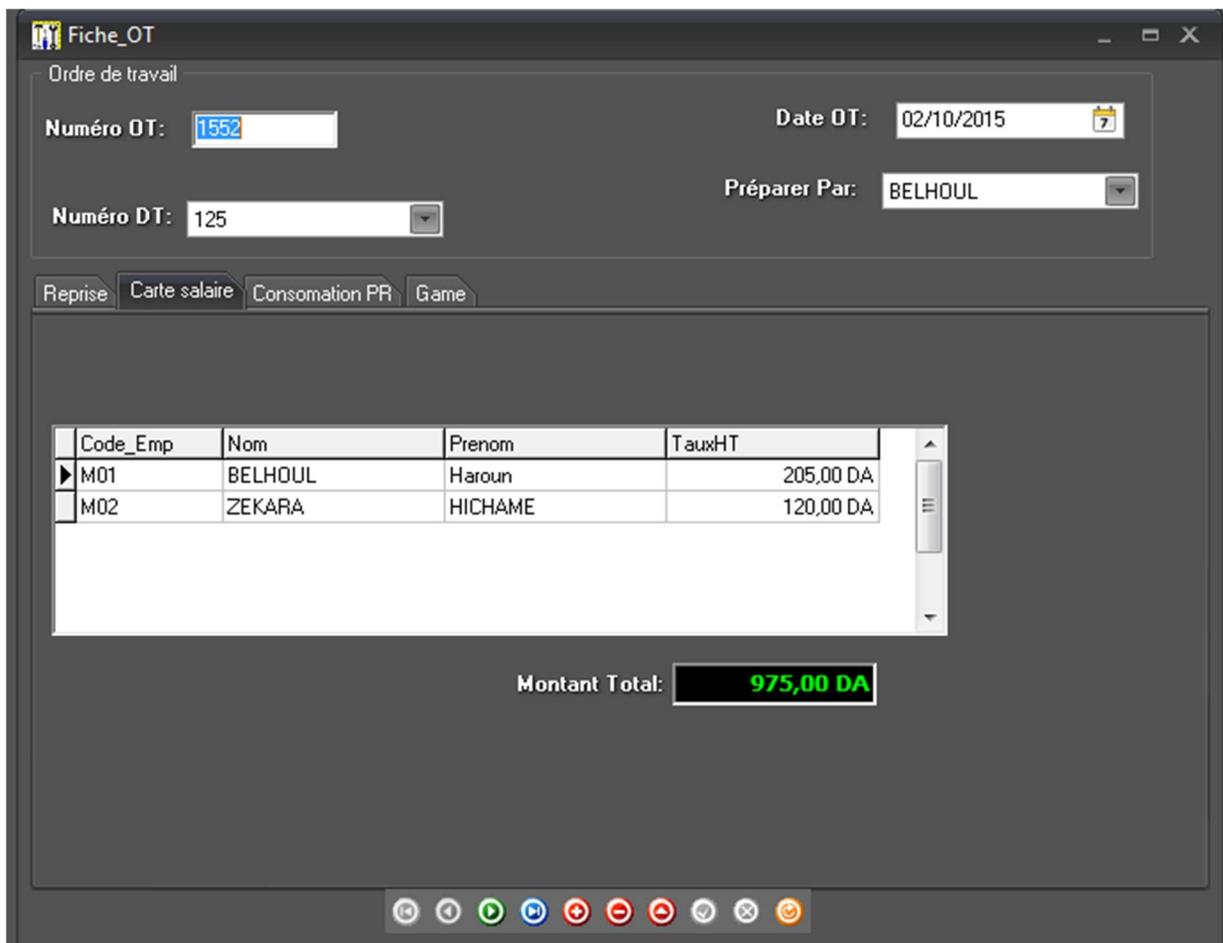


Figure 5.23 : Fenêtre fichier OT- la carte salaire.

Vous pouvez aussi de saisir les pièces de rechange consommée leur intervention.

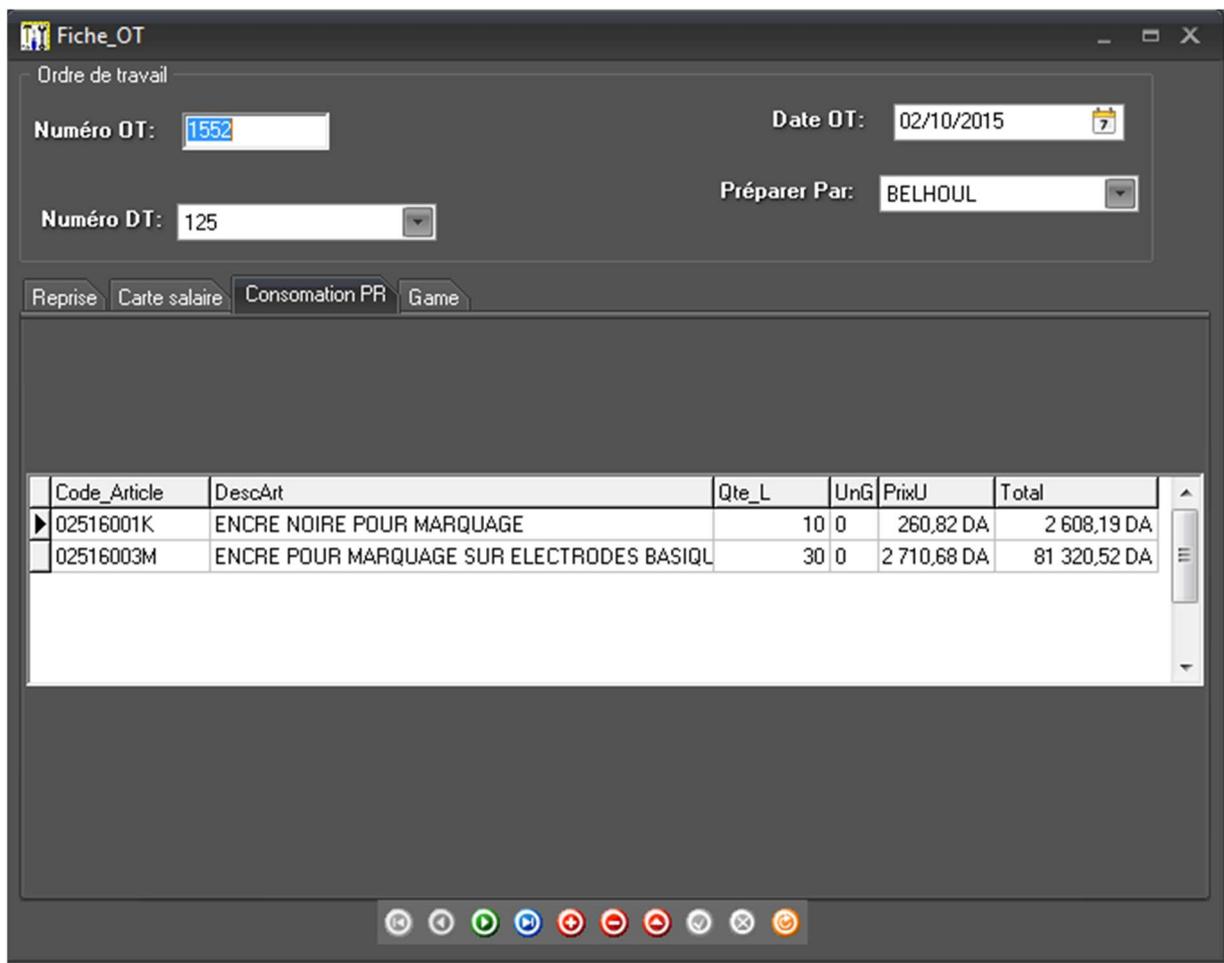
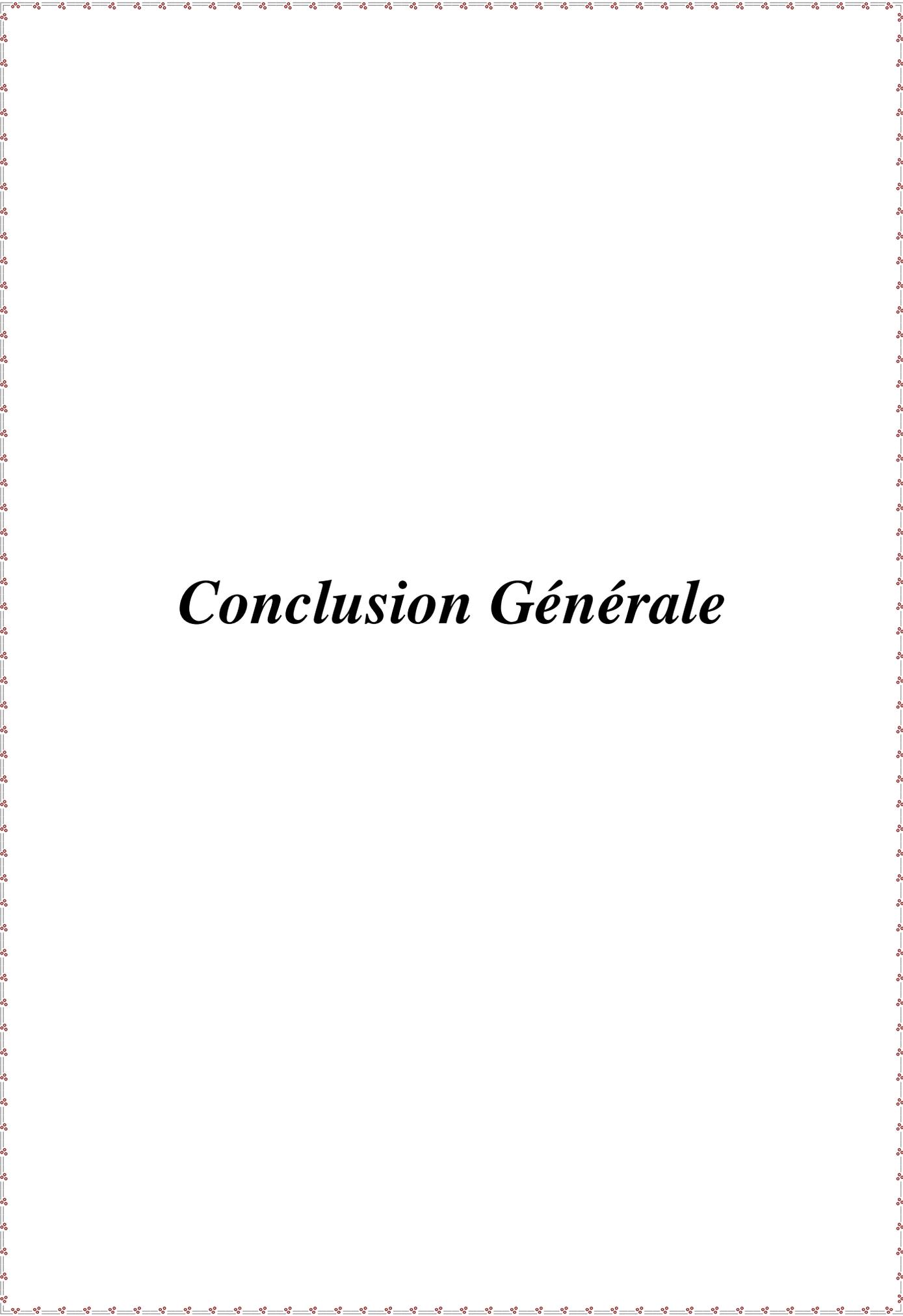


Figure 5.24 : Fenêtre fichier OT- Consommation PR-.



Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'informatisation des procédures de maintenance, en passant par le développement de fichiers informatiques recensant l'ensemble des équipements, des opérations de maintenance, des plans et des schémas, inventoriant les stocks d'outils et de pièces de rechange, etc. L'intégration de ces fichiers et l'automatisation des activités de maintenance deviennent donc possibles et peuvent être réalisées grâce au système de GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur). Les événements de maintenance ont été recensés : la défaillance, la maintenance préventive et la gestion des stocks.

En effet une GMAO est un outil informatique permettant de gérer les ordres d'intervention et contrôler de manière efficace l'inventaire et les données correspondantes. Cet outil inclut les trois tâches de base de gestion de la maintenance, à savoir les tâches essentielles comme la planification et l'ordonnancement, le contrôle, l'exécution des interventions et le suivi, les tâches administratives telles que la gestion de projet et enfin la gestion des données concernant les plans de travail, les documents techniques et les matériaux, etc.

Un système de GMAO peut être conçu localement par une équipe interne de conception de logiciels ou avec un entrepreneur. Si le choix se porte sur une équipe interne, il est important de reconnaître qu'une équipe de professionnels sera chargée de définir les conditions de l'application, des essais et, en définitive, de l'entretien et de la mise à jour du logiciel.

Le personnel de l'entreprise devra consacrer beaucoup de temps à la conception et aux essais du système. Une fois le système conçu, l'entreprise devra s'assurer que le code source est actualisé et protégé. Pour bénéficier d'autres expériences, il sera utile d'étudier la documentation parue sur les systèmes de GMAO locaux ou commerciaux avant de s'atteler à la conception d'un système sur place. Une succession d'étapes liées à la conception locale d'un système de GMAO.

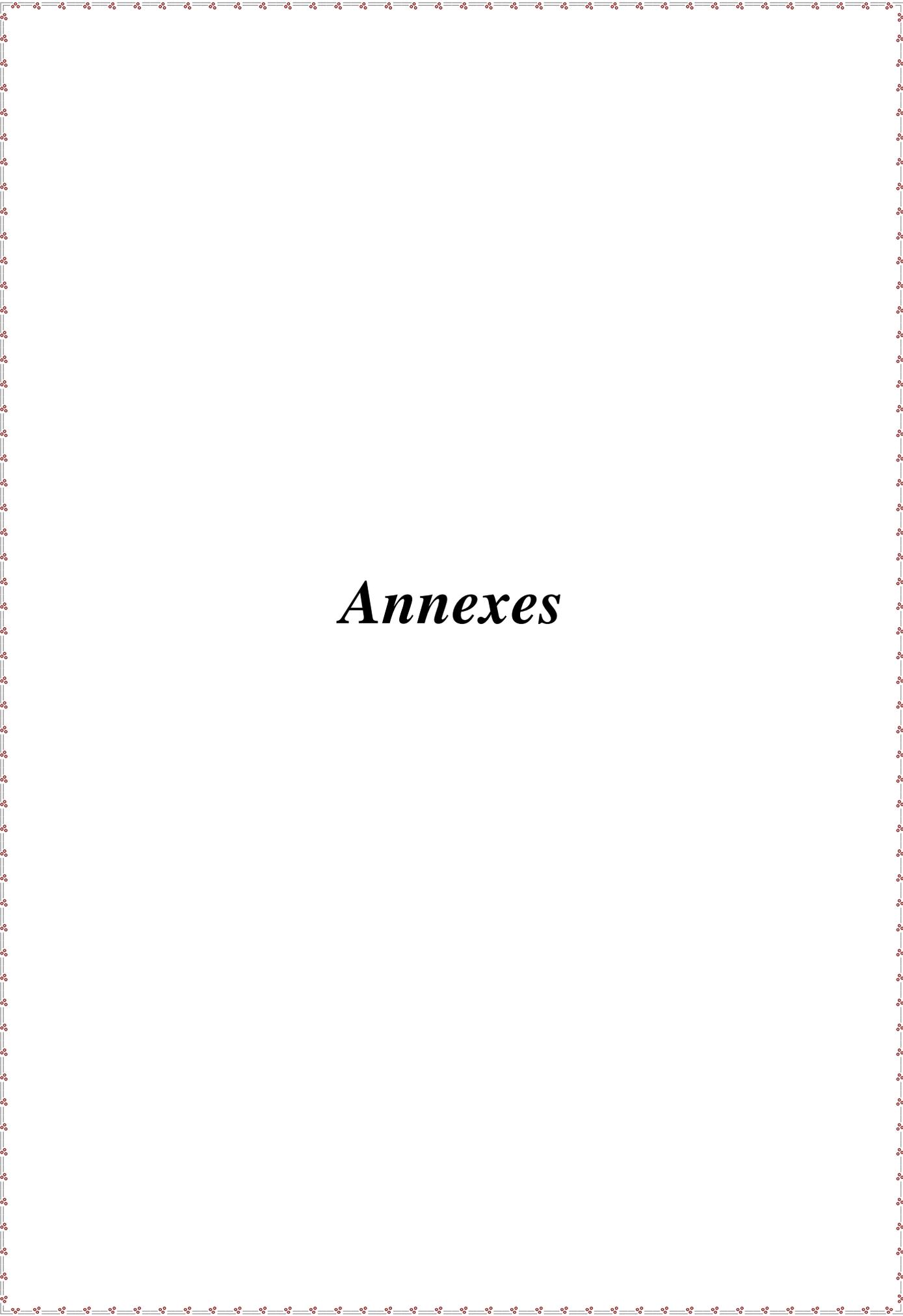
Une fois la conception de base réalisée, la procédure automatisée est activée avec les données d'essai et toute la conception est améliorée en fonction des réactions des utilisateurs du système. Le processus est répété pour toutes les activités ; lorsque toutes les activités sont automatisées, l'ensemble du système fait l'objet d'un essai opérationnel jusqu'à ce que toutes les remarques aient été prises en compte et tous les problèmes résolus.

En règle générale, la décision de concevoir un système de GMAO sur place n'est justifiée que lorsque les systèmes commerciaux ne répondent pas aux exigences spécifiques de l'entreprise

et lorsque la mise en œuvre d'un système commercial oblige à modifier sensiblement la politique de la gestion de maintenance dans l'organisation.

Cette expérience nous a permis de suivre un projet GMAO sur le terrain, et d'apprécier les difficultés rencontrées lors de sa réalisation, des difficultés liées, certes, à l'aspect technique du projet, mais aussi à l'aspect organisationnel qui est souvent le facteur d'insuccès de ce type de projet.

Le projet peut être amélioré, et ce, en lui ajoutant quelques modules ou interfaces pour mieux l'adopter aux besoins de l'utilisateur et pour qu'il soit toujours fiable et au niveau des progrès atteint par l'entreprise TREFISOUD Spa.



Annexes

Annexe 01 : Demande de Travail.

TREFISOUD ---- SPA		Demande de Travail					N°
Origine DT : Service	Cob	Nom Demandeur	Date Etablissement DT	Date demandée	Heure (Urgence)	N° Commande ou DT	
Imputation	Machine	Travail Répétitif (1) Oui Non		Responsable Demandeur		Visa B.T (3)	
Lieu enlèvement				Lieu livraison			
Pièces Quant. (2)	DESIGNATION DU TRAVALI					Documents joints ou code Pièce	
Réponse Bureau Technique / Cellule programmation A.C.S.I							
Date réception	Observation		Accord Responsable		Date solde DT		
(1) Biffer la mention inutile (2) Cas d'une demande de fabrication				COUT USINAGE - MODh X... =DA - MATERIELh X...DA - TOTAL.....h X...DA			

Annexe 02 : L'Ordre de Travail

														شركة الأسلاك وصناعة منتجات التلحيم - العمة - تريفيسود															
														<u>ORDRE DE TRAVAIL</u> N°														Priorité	
Demandeur				N° D.T				N° Cde OU O.T				N° Projet																	
Imputation				Machine				Type Int.				Cause ar.			Cause D'intervention					Cat. Dep.									
Cob			Inst			Désign	Code	F	P	G	V	M	E	H	01	02	03	04	05	Ord.	Extraord.								
														Autorisation D'intervention															
Préparation du travail														Spécialité : Mec, Elec, Hydr, Spe Bat Mach															
N° Phase		Description												Hommes X Heures															
.....																												
.....																												
.....													TOT AL															
DOC émis	BSM													TEMPS D'ARRET FABRICATION PREVUE															
	DT		DA		DUREE PREVUE DE L'INTERVENTION																								
Outillage Spécial				Documentation, Jointe										Consigne de Sécurité															
Préparé par				Date				Visa				Exécution				Spécialités													
												Prévue Le																	
Compte Rendu Exécution				Date		Matricule		Nom				Début		Fin															
.....																		
.....																		
Début Arrêt Fabrication		Fin Arrêt Fabrication		DUREE		TOTAL PAR SPECIALITE																							
Date	Heure	Date	Heure			TEMPS TOTAL																							
Début D'intervention		Fin D'intervention		DUREE		Mise à Disposition																							
Date	Heure	Date	Heure			Maintenance				Demandeur																			
Rupture Stock		De Rechange		DUREE																									
Date	Heure	Date	heure			Visa				Visa																			

Annexe 03 : Demande de mise en Stock.

TREFISOUD EL-EULMA		DEMANDE DE MISE EN STOCK (ou de modification)			N°					
Date d'émission	Nom du demandeur	Service demandeur			Date et signature du chef service					
Désignation détaillée de l'article (en caractères d'imprimerie)					Spécification technique					
N° de plan		Repère			Code matière					
Lieu d'installation				N° de code 						
Prenants		N° ART. INSTALLES			Consom. Prévu. a n	Taux de sécurité	Unité de sortie	Délai Livraison	Prix Unitaire	Prix Total
C. F N° mach.		Mach	Nb. Mach.	Total						
		Service demandeur			Codification			S.G.S		
		Visa : Date :			Visa :		Date :	Visa :		Date :
		Observations								

APPRO -05

Annexe 04 : Demande d'Achat.

شركة للأسلاك وصناعة منتجات التلحيم - العلمة

TREFISOUD

UNITE : EL-EULMA

DEMANDE D'ACHAT N°

Personne à contacter

Poste N°

Emetteur N° COB

D.A N°

UNITE EDG COB INST

Service Emetteur : Date :

Poste	Code Article TREFISOUD	Désignation		Quantité Demandée	U.M	Date Disponibilité Souhaitée	Observations -Fournisseur -Déjà acheté etc.	Visa AGI
visa	Emetteur	Gestion stocks	Achats	Conditions de Réceptions & Pièce Jointes				
Nom								
Date								
Sign.								
CODE UNITES DE MESURE (UM)								
Lot : lot	Pièce : PI	Millimètre : MM	Mètre linéaire : MI	Gramme : GR	Tonne : T	Litre : l		
Jeu : jeu	Cent Pièces : CENT	Millimètre cube : Km3	Mètre carré : M2	Kilogramme : KG	Mille Tonnes : KT	Cent Litre : 4l		
	Mille Pièces : KPI	Centimètre : CM	Mètre cube : M3	Cent Kilos : c				

APPRO : 03

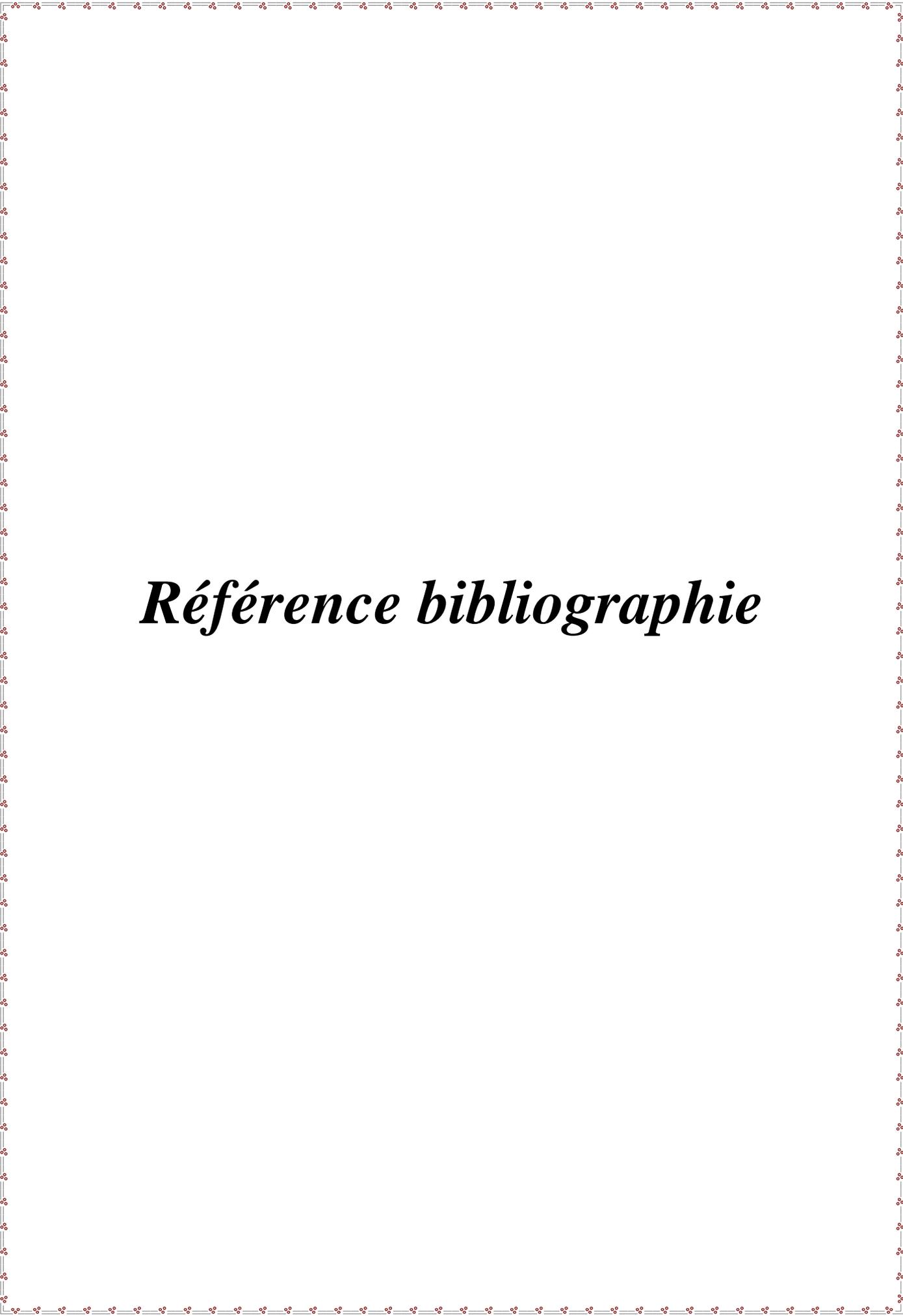
Annexe 05 : Bon de Sortie Magasin.

شركة الأسلاك وصناعة منتجات التلحيم - العلماة - تريفيسود

BON DE SORTIE MAGASIN N°

Nom de l'émetteur	Service	Code article demandé +LC 58 _____ 66	Date sortie demandé (1) 67 _____ 72	Qté demandé (1) 73 _____ 78	Unit _____ 79
Sortie pour 1406 = Consommation normale 1407 = Echange Art. Réparable		Code article livré + LC 5 _____ 13	Date sortie magasin 14 _____ 19	Qté sortie (1) 20 _____ 25	U _____ 26
Désignation		Mag. _____ 27	Gisement _____ 28	Stock à nouveau 29 _____ 35	R G MVT _____ 36
COB débité Machine _____ 44 _____ 46		47 sortie <input type="checkbox"/> 0- Cons Nle sans n code <input type="checkbox"/> 3- Cons trav. Entrep <input type="checkbox"/> 1- Cons Nle sans n code <input type="checkbox"/> 4- Cession inter-unité <input type="checkbox"/> 2- Cons pour production <input type="checkbox"/> 0- Vente extérieure			Visa Magasin Visa G S M Vos
No commande entretien _____ 48 _____ 54		COB EMMETEUR _____ 55 _____ 57	Visa Service EMETTEUR		
Lieu de livraison demandé		Visa du prenent			CODES UNITES 0- Pièces carnet 5- Mètre B- 1000 P 1- jeu 6- M2 C- 100 Kg 2- Boite fût bi 7- M3 D- 100 L dont paquet 8- Gramme E- 1000 L 3- Kilo 9- Tonne F- CM 4- Litre A- 100 P G- MM
CADRE A REMPLIR PAR LE DEMANDEUR (1) A compéter par des zéros à gauche		Cochez le texte choisis (2) A rempli seulement par E.E.M.			CADRE RESERVE AU MAGASIN ET AU GSM

APPRO : 04



Référence bibliographique

- [1] Boulenger, Alain., Aide-mémoire - Maintenance conditionnelle. Editeur : Dunod, 2008.
- [2] Pascal DENIS, Pierre BOYE., Guide de la maintenance industrielle, Edition : Delagrave, 2008.
- [3] Monchy, François., MAINTENANCE Méthodes et organisations 2^e édition, Editeur : Dunod, 2002,2003.
- [4]. Heng, Jean., Pratique de la maintenance préventive : Mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid, Editeur : Dunod, 2011.
- [5] Monchy, François, Vernier, Jean-Pierre., Maintenance : Méthodes et organisations pour une meilleure productivité, Editeur : Dunod, 2012.
- [6] Hammer M et Champy J., Reengineering the Corporation, Harper Business, New York, 1993.
- [7] Davenport T.H., Process Innovation - Reengineering Work through Information Technology, Harvard Business School Press, Boston, 1993.
- [8] Lefrançois P., Méthode de conception de systèmes, note de cours GSO 62911, Université Laval, Québec, 1998.
- [9] Laloux, Guillaume., Management de la maintenance selon l'ISO 9001:2008, Edition : AFNOR, 2009.
- [10] Brandenburg, Hans,Wojtyna, Jean-Pierre., L'approche processus : Mode d'emploi Ed. 2 Editeur : Editions d'Organisation, 2006.
- [11] Frédéric, Marc., Mettre en œuvre une GMAO : Maintenance industrielle, service après-vente, maintenance immobilière 2e édition, Editeur : Dunod, 2003.
- [12] Frédéric, Marc., Mettre en œuvre une GMAO : Maintenance industrielle, service après-vente, maintenance immobilière 2e édition, Editeur : Dunod, 2011.
- [13] Pornon, Henri., SIG : La dimension géographique du système d'information, Editeur : Dunod, 2011.
- [14] Gabriel et Pimor., Maintenance assistée par ordinateur.
- [15] [AFIM 04]
- [16] Vernier, Jean-Pierre., Aide-mémoire - Maintenance et GMAO : Tableaux de bord, organisation et procédures, Editeur : Dunod, 2010.
- [17] Doumeingts G., Vallespir B. et Chen D., Methodologies for designing CIM systems - A survey, Computers in Industry, Vol. 25, No. 3, pp. ,1995.
- [18] Doumeingts G., Breuil D. et Pun L., La gestion de production assistée par ordinateur, Edition : Hermes, Paris, France, 1983.
- [19] Marc St Marseille et Jean-Bruno Lapointe., Gestion des équipements Vers la Maintenance Préventive, La réalisation de ce document a été financée par l'A.S.P. Métal-Électrique, 1997.
- [20] Jean-Marc Gallaire., Les outils de la performance industrielle, Edition : Eyrolles, 2008.
-

- [21] Jean BUFFERNE., Le guide de la TPM : Total Productive Maintenance 2e édition, Editions d'Organisation, 2011.
- [22] Jean Héng., Pratique de la maintenance préventive : Mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid 3e édition, Edition : Dunod, 2011.
- [23] Gillet-Goinard, Florence., Toute la fonction production : Savoirs, Savoir-faire, Savoir-être, Edition : Dunod, 2007.
- [24] Cavagnol, André., Management des organisations, Edition : Gualino, 2009.
- [25] Arnould, Philippe., Guide de la gestion industrielle : Principes, méthodes et outils, Edition : AFNOR, 2008.
- [26] Beunon, Yves., Diagnostiquer la performance industrielle, Edition : Gereso, 2009.
- [27] Nakhla, Michel., L'essentiel du management industriel : Maîtriser les systèmes - Production, logistique, qualité, supply chain ..., Edition : Dunod, 2006.
- [28] Merchadou, Jean-Luc., Maintien en condition opérationnelle : Améliorer la disponibilité et la performance de vos équipements stratégiques, Edition : Dunod, 2012.
- [29] Francastel, Jean-Claude., Ingénierie de la maintenance : De la conception à l'exploitation d'un bien 2e édition, Edition : Dunod, 2009.
- [30] Morley, Chantal., Processus métiers et S.I. : Gouvernance, management, modélisation 3e édition, Edition : Dunod, 2011.
- [31] Sornet, Jacques., DCG 8 - Systèmes d'information de gestion : L'essentiel en fiches, Edition : Dunod, 2014.
- [32] Pillet, Maurice., Gestion de production : Les fondamentaux et les bonnes pratiques 5 e édition, Editions d'Organisation, 2011.
- [33] Blondel, François., Gestion de la production : Comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir 4e édition, Edition : Dunod, 2005.
- [34] Nakhla, Michel., L'essentiel du management industriel : Maîtriser les systèmes - Production, logistique, qualité, supply chain ... , Edition : Dunod, 2006.
- [35] Belaid., Le champion de la programmation DELPHI, Edition : page bleues internationales.
- [36] Belaid, Taouri, Pratique systèmes d'information avec MERISE, Edition : page bleues internationales, 2008.
- [37] S.Boukhedouma, N. Selmoune., Base de données & SGBD, Edition : page bleues internationales, 2008.
- [38] Belaid, Taouri, Introduction aux systèmes d'information, Edition : page bleues internationales, 2008.
- [39] Rosa ABOU, « *Contribution à la mise en œuvre d'une maintenance centralisée : conception et optimisation d'un atelier de maintenance* ». Thèse de Doctorat de l'Ecole Doctorale EEATS, 2003.
-