

**REPUBLIQUE DU SENEGAL**  
**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP**



G.M. 0014

**ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE**  
**Centre de Thiès**  
Département Génie Mécanique

**Projet de fin d'études**  
En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Conception

**Titre : « ETUDE DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE  
A METAL-AFRIQUE »**

Auteur : Amara DIALLO  
Directeur interne : Paul DEMBA  
Directeur externe : Amadou THIAM

Année : 2004-2005

## **DEDICACE**

A MON PERE

A MA MERE

A L'AMI DE MON PERE MORO CAMARA

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

## REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui de près ou de loin nous ont apporté leur soutien technique, moral et logistique. Plus particulièrement :

- à mon directeur interne **Dr. PAUL DEMBA**, pour avoir accepté de m'encadrer à ce sujet pratique. Votre compréhension et votre disponibilité m'ont permis de surmonter les nombreux obstacles que nous avons eus à rencontrer.

- à mon directeur externe **M. AMADOU THIAM**, Ingénieur-conseil à METAL-AFRIQUE.

Nous vous remercions aussi pour votre amabilité et pour l'ensemble des informations et des conseils que vous n'avez cessé de nous donner.

- à **M. ZABER**, Directeur Général de METAL-AFRIQUE

- à **M. DIANE DIAGNE**, Ingénieur Responsable de la Maintenance de METAL-AFRIQUE

- à **M. MAHMOUD**, Le chef du département sécurité de METAL-AFRIQUE

- à **M. ALY**, Le chef de la production de METAL-AFRIQUE

- à **M. BÂ**, Le chef de la division des ressources humaines de METAL-AFRIQUE

- à **M. THIAM**, Adjoint du Responsable de la maintenance de METAL-AFRIQUE

- à **M. FOUFOU**, Responsable de la gestion des stocks de METAL-AFRIQUE

- à l'ensemble du personnel de l'usine pour son accueil chaleureux, son encadrement et sa disponibilité.

- à toute la direction de METAL-AFRIQUE pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer un stage au sein de l'entreprise.

## SOMMAIRE

Ce présent rapport retrace tout le chemin parcouru dans le cadre du projet de fin d'étude initié par l'Ecole Supérieure Polytechnique en partenariat avec METAL-AFRIQUE.

Le stage a pour but de poser les premiers jalons vers la mise en place d'une démarche de management Qualité ISO 9001 versions 2000.

Ce projet a été mené en étroite collaboration avec les acteurs de la maintenance et se déroule dans le cadre d'une étude de la maintenance préventive et d'une proposition d'un plan d'action.

Ce rapport est composé de cinq (5) chapitres. Il s'agira tout d'abord de donner les définitions et types de maintenance à partir des Normes AFNOR autrement dit la structure générale de la maintenance.

Le second chapitre traitera de la maintenance appliquée à Metal-AFRIQUE.

Pour le troisième chapitre, il sera abordé la gestion des stocks à Metal-AFRIQUE et également la procédure de la gestion des stocks en générale.

Ensuite le quatrième chapitre fera l'objet d'une évaluation des coûts des machines.

Enfin nous proposons des recommandations pratiques pour remédier à ce fléau qui est néfaste pour la productivité de l'entreprise.

## TABLE DE MATIERE

<b>INTRODCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : STRUCTURE GENERALE DE LA MAINTENANCE.....</b>	<b>2</b>
1.1 Définitions et types.....	3
1.2 Maintenance Préventive.....	7
1.2.1 Dichotomie du processus.....	11
1.2.2 Processus de Maintenance Préventive Systématique.....	11
1.2.2.1 Maintenance Préventive Systématique.....	15
1.2.2.2 Processus de Maintenance Préventive Systématique.....	15
1.2.3 Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle.....	15
1.2.3.1 Maintenance Préventive Conditionnelle.....	16
1.2.3.1.a Maintenance Préventive Conditionnelle des Machines.....	16
1.2.3.1.a.1 Les analyses d'huile.....	16
1.2.3.1.a.1.1 Le lubrifiant.....	17
1.2.3.1.a.1.2 L'analyse des informations apportées par le lubrifiant.....	19
1.2.3.1.a.1.3 Les méthodes d'analyse.....	20
1.2.3.1.a.2 Etude des vibrations.....	21
1.2.3.2 Processus de Maintenance Préventive conditionnelle (1/3).....	23
1.2.3.3 Description des activités du processus.....	25
1.2.3.4 Processus de Maintenance Préventive conditionnelle (2/3).....	26
1.2.3.5 Description des activités du processus.....	28
1.2.3.6 Processus de Maintenance Préventive conditionnelle (3/3).....	30
1.2.3.7 Description des activités du processus.....	30
1.2.4 La sous-traitance.....	34
<b>CHAPITRE II : LA PROCEDURE DE LA MAINTENANCE APPRIQUEE A METAL- AFRIQUE.....</b>	<b>35</b>
2.1 Dichotomie du processus.....	35
2.2 Procédure de Gestion des travaux de maintenance de METAL-AFRIQUE.....	40
2.3 Description du processus de maintenance de METAL –AFRIQUE.....	40
<b>CHAPITRE III: GESTION DES STOCKS.....</b>	<b>40</b>
3.1 LA GESTION DES STOCKS A METAL-AFRIQUE.....	44
3.2 LE PROCESSUS DE LA GESTION DES STOCKS THEORIQUE.....	46
3.2.1 La gestion des stocks.....	46
3.2.2 Dichotomie du processus.....	47

3.2.3	Processus de la gestion des stocks.....	49
3.2.4	Description des activités du processus.....	50
3.2.5	PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT .....	51
3.2.5.1	L'approvisionnement .....	48
3.2.5.2	Dichotomie du processus d'approvisionnement .....	49
3.2.5.3	Processus d'approvisionnement .....	51
3.2.5.4	Description des activités du processus .....	53
	<b>CHAPITRE IV : EVALUATION DES COÛTS DE MACHINES.....</b>	<b>53</b>
4.1	LES COÛTS ENTRETIEN DES MACHINES.....	53
4.1.1	Section Cranteuse-Dresseuse.....	54
4.1.2	Section Tréfilage .....	55
4.1.3	Section Clou .....	56
4.2	Charge du personnel.....	56
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>57</b>
	<b>RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>58</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>59</b>
	<b>ANNEXE</b>	

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 .....	6
Figure 1.2 .....	7
Figure 1.3 .....	8
Figure 1.4.....	12
Figure 1.5.....	14
Figure 1.6.....	19
Figure 1.7.....	22
Figure 1.8.....	25
Figure 1.9 .....	29
FIGURE 2.1.....	32
Figure 2.2 .....	33
Figure 3.1.....	42
Figure 3.2.....	43
Figure 3.3 .....	48
Figure 3.4 .....	49

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 4.1</b> .....	<b>53</b>
<b>Tableau 4.2</b> .....	<b>54</b>
<b>Tableau 4.3</b> .....	<b>54</b>
<b>Tableau 4.4</b> .....	<b>55</b>
<b>Tableau 4.5</b> .....	<b>55</b>
<b>Tableau 4.6</b> .....	<b>56</b>

**LISTE DES ABREVIATIONS**

BL	Bon de Livraison
B.T.E	Bureau Technique et d'Entretien
D.A.M	Demande d'Achat Magasin
G.M.A.O	Gestion de la Maintenance assistée par l'Ordinateur
B.C.M	Bon de Commande du Magasin
C.D.M	Chef de Département Maintenance
GESTPER	programme de gestion de stock qui lance automatiquement une demande de réapprovisionnement pour tout article qui atteint son point de commande
D.A.U	Demande d'Achat Utilisateur
B.S.M	Bon Stock Magasin
B.R.M	Bon de Réception Magasin
B.T	Bon de Travail
D.I	Demande d'intervention
D.T	Demande de Travail

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

Naissant auparavant dans l'informel, aujourd'hui les entreprises ont une organisation structurelle très avancée. En effet, il existe en leur sein des services comme la production, la maintenance, la gestion des stocks, les bureaux d'études, des méthodes, l'ordonnancement, les achats, les commerciaux, l'administratif, etc.... Même si ces fonctions prises individuellement existeront toujours, elles ne se suffisent plus à elles-mêmes.

L'entreprise cherche plus d'innovation, d'efficacité et de créativité. Pour ce faire, il est nécessaire de décloisonner cette organisation en déterminant les interactions entre les services pour des objectifs propres à chaque entreprise en fonction de sa nature, des services et pour apporter plus de valeur ajoutée à ses clients. Ainsi la performance industrielle dépend de la performance de la maintenance mais également de la capacité de l'entreprise à l'exécuter et à la piloter dans un environnement toujours plus complexe.

Ainsi la maintenance corrective existante à METAL-AFRIQUE ne réduit pas convenablement les fréquences des pannes des machines au niveau de l'usine avec un coût de maintenance faible.

Ce besoin de performance a conduit l'entreprise à étudier une politique de maintenance préventive qui répondrait à leurs attentes.

En effet, il s'agit pour ce projet de traiter **l'étude de la maintenance préventive à METAL-AFRIQUE**.

Notre rapport n'a pas pour objectif de conter les recommandations de la norme, mais d'élaborer un planning de maintenance préventive pour remédier aux arrêts récurrents de la production de l'entreprise.

Le présent projet permettra aux acteurs de la maintenance d'avoir une base de travail dans le pilotage de ses processus de maintenance.

Ce rapport comprend essentiellement cinq chapitres à savoir :

- la structure générale de la maintenance.
- la procédure de la maintenance appliquée à METAL-AFRIQUE
- la gestion des stocks
- l'évaluation des coûts des machines à METAL-AFRIQUE

Enfin nous donnons des recommandations à l'entreprise pour assurer une croissance exponentielle de sa production.

# **CHAPITRE I : STRUCTURE GENERALE DE LA MAINTENANCE**

## CHAPITRE I : STRUCTURE GENERALE DE LA MAINTENANCE

La structure générale de la maintenance est la subdivision organisationnelle en sous-ensemble de ce département afin de prévenir et d'empêcher l'interruption des opérations de la production. D'abord nous énonçons les définitions et les types de maintenance. Enfin on développe de manière précise et optimale les différentes formes de la maintenance préventive et leurs procédures formelles d'applications.

### 1.1 DEFINITIONS ET TYPES

Selon la norme (NF X60 010) AFNOR « **la maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé** ».

Cette définition de la maintenance assigne deux buts essentiels distincts, pour un équipement de production donné, de le maintenir en bon état de fonctionnement et de le rétablir dans cet état au cas où il subirait des défaillances.

La définition proposée indique que la première forme de maintenance est l'entretien. Ce mot n'est plus à la mode et c'est dommage car qu'est-ce que nettoyer, lubrifier, graisser, mettre en peinture, etc., sinon entretenir, c'est-à-dire apporter aux matériels les soins primaires pour qu'ils puissent fonctionner convenablement, certes, mais aussi pour les mettre dans les conditions de moindre probabilité de panne.

L'entretien considéré sous cet angle est parfois, bien que ce ne soit pas souhaitable, effectué par le personnel d'exploitation et, pour cette raison, est appelée aussi **maintenance d'exploitation**.

Le fait de placer le matériel dans de bonnes conditions d'exploitations n'élimine cependant pas le risque de panne.

Une première façon de gérer un équipement industriel consiste à attendre que la panne se produise pour intervenir. C'est ce que l'on appelle la **maintenance accidentelle ou maintenance corrective**.

Elle semble s'imposer de soi et paraît peu coûteuse parce que le dépannage remédie rapidement à la faille constatée et immobilise l'équipement de production pendant un laps de temps relativement court.

En réalité, il n'en est rien car le dépannage se contente de rétablir l'outil en fonctionnement sans chercher la cause profonde de la panne qui, de ce fait, a toute chance de se reproduire ultérieurement ; d'ailleurs, très souvent, les dégâts constatés à l'occasion d'une panne auraient pu être limités.

Quand la **maintenance accidentelle** n'est plus en mesure de régler l'indisponibilité fréquente de différentes pièces de l'équipement ou l'indisponibilité globale de l'installation de production.

Ainsi à cette situation, nous appliquons **une maintenance préventive** à son sein. Comme son nom l'indique, cette forme de maintenance cherche à prévoir la panne, puis, en fonction de cette prévision, à intervenir sur la machine avant que la panne ne se produise. On peut émettre un avis sur l'état d'un matériel en fonctionnement de différentes façons.

La première, qui suppose une bonne connaissance du matériel, consiste à évaluer son vieillissement, son usure, donc l'action de maintenance à entreprendre, en fonction de la durée du service presté. En général, ce sont des études statistiques qui permettent de se forger des appréciations de ce genre et, dès lors, de décider d'un échéancier des interventions. En suivant cette démarche, on sait à l'avance que telle pièce sera remplacée ou que tel traitement sera appliqué à échéances fixes successives.

Pour que la méthode soit valable, il faut disposer l'historique des matériels exploités et , comme ce n'est pas toujours le cas, une deuxième façon d'exercer la maintenance préventive revient à planifier, également à échéances fixes, des visites d'inspections aux équipements de production. Ces visites peuvent être programmées lorsque le matériel est en marche ou lorsqu'il est en arrêt ; dans le premier cas, l'état d'une machine est apprécié par les paramètres

fonctionnels (température, pression, puissance absorbée, etc..) dont la mesure est effectuée tandis que le second cas, il est normalement procédé au démontage, partiel ou total, suivi des travaux de révisions qui s'imposent suite aux constats et observations recueillis. Les deux façons qui viennent d'être décrites sur la maintenance préventive n'ont véritablement de portée que dans la mesure où les actions qu'elles comportent sont entreprises à échéances régulières et systématiquement. C'est **maintenance préventive systématique**

La méthode de contrôle et d'intervention a été d'un apport bénéfique dans la maintenance appliquée à l'industrie des procédés ; elle a non seulement permis d'améliorer la sûreté de fonctionnement en diminuant les pannes et imprévus, de réduire les coûts et de prolonger la durée de vie des équipements mais encore d'améliorer la sécurité d'exploitation des installations. A l'inverse de ces arguments, **la maintenance systématique** peut être un véritable handicap pour l'exploitation si elle n'est pas judicieusement planifiée car, elle affecte exagérément la disponibilité des équipements et même le coût des interventions.

**La maintenance systématique** est donc à apprécier surtout en fonction d'une programmation d'arrêts des installations d'exploitées, arrêts dont chacun correspond à l'ouverture d'un chantier de maintenance, préparé de longue date et organisé en conséquence.

C'est **la maintenance d'arrêt**.

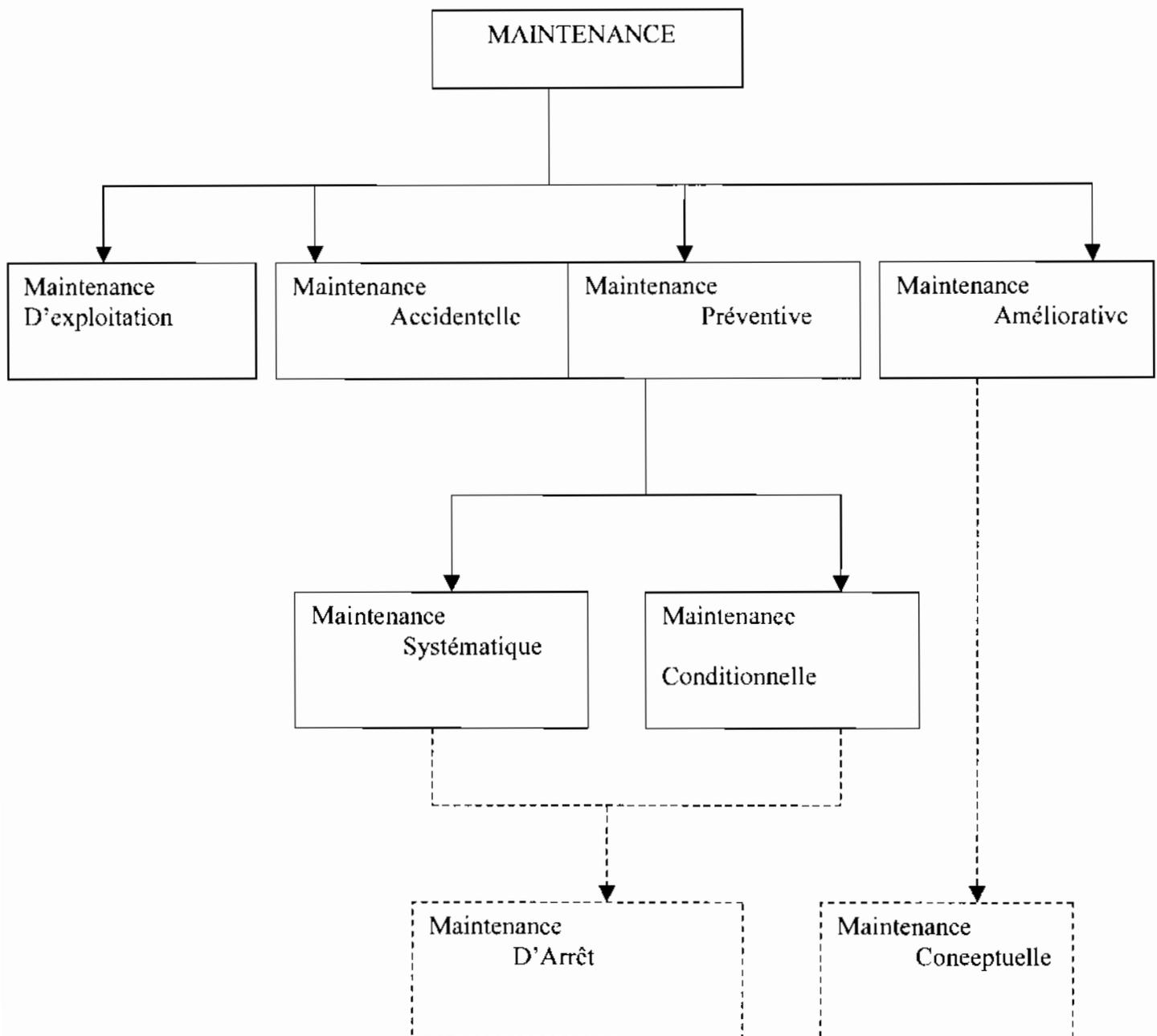
Il existe cependant une troisième façon de mettre en œuvre **la maintenance préventive** ; elle procède d'un diagnostic posé sur le matériel en marche, souvent contenu, pour apprécier l'état et en inférer les interventions qu'il nécessite. C'est ce qu'il est convenu d'appeler **la maintenance conditionnelle ou maintenance prédictive**.

La maintenance conditionnelle se fonde sur le diagnostic des matériels à l'aide de moyens non destructifs, détecte les anomalies structurelles ou fonctionnelles et déduit l'état d'usure ou de détérioration dans lequel il se trouve. Les techniques de diagnostics invoquées sont nombreuses ; à titre exemple, on mentionnera la radiographie, l'analyse vibratoire, la

thermographie, l'échographie et l'analyse chimique. Les informations ainsi collectées par la maintenance conditionnelle venant s'ajouter à celles fournies par la maintenance systématique, alors il est possible de décider des interventions de maintenance en meilleure connaissance de cause, notamment en confortant la **maintenance d'arrêt**, et donc de minimaliser les interruptions de production, ce qui est le but ultime recherché.

Les différentes formes de maintenance qui viennent d'être analysées représentent les approches méthodiques et complémentaires actuelles de la maintenance industrielle considérée dans son ensemble. En effet, à l'occasion de travaux de maintenance, il peut arriver que des anomalies de conception, généralement minimales, soient mises en évidence ou encore que l'on trouve un intérêt à apporter de petites modifications aux matériels pour en accroître le rendement, la facilité d'utilisation, la sécurité d'exploitation, etc. Dans les deux cas, il s'agit de petits travaux neufs qui normalement devraient dépendre du constructeur ou de l'entreprise d'ingénierie mais qui, en pratique, sont pris en charge par le service de maintenance; on parle alors de **maintenance améliorative** dont l'importance quantitative est sans doute très limitée dans l'ensemble des actions de maintenance mais qui offre qualitativement l'avantage de contribuer à une meilleure conception des équipements et des installations. La promotion du progrès technologique se fonde partiellement sur une bonne réciprocité d'information entre le constructeur et l'exploitant et qu'à cet égard, la maintenance est par excellence la fonction de transfert adéquate.

En résumé, on peut donner une vue synthétique des formes sous les quelles se pratique la maintenance.



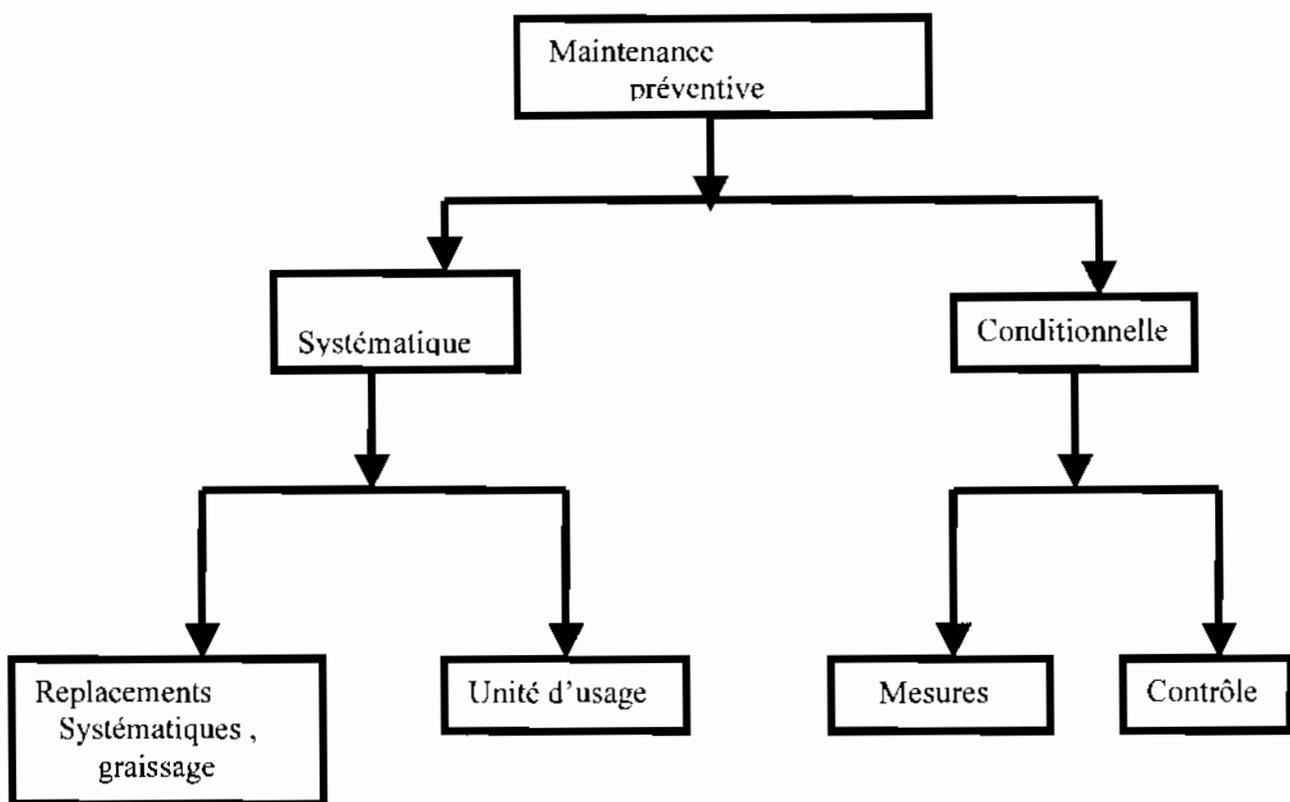
**Figure1.1 STRUCTURE FORMELLE DE LA MAINTENANCE**

## 1.2 LA MAINTENANCE PREVENTIVE

Cette maintenance est effectuée selon les critères prédéterminés afin de réduire :

- La probabilité des pannes des équipements de l'usine
- La dégradation des services rendus

On distingue traditionnellement trois types de maintenance préventive : il s'agit de la maintenance préventive systématique, de la maintenance préventive conditionnelle ou de la maintenance préventive prédictive.



**Figure1.2 : division de la maintenance préventive**

Cette division nous permet d'élaborer le processus de la maintenance préventive avec une carte qui donne une étude dichotomic de la procédure.

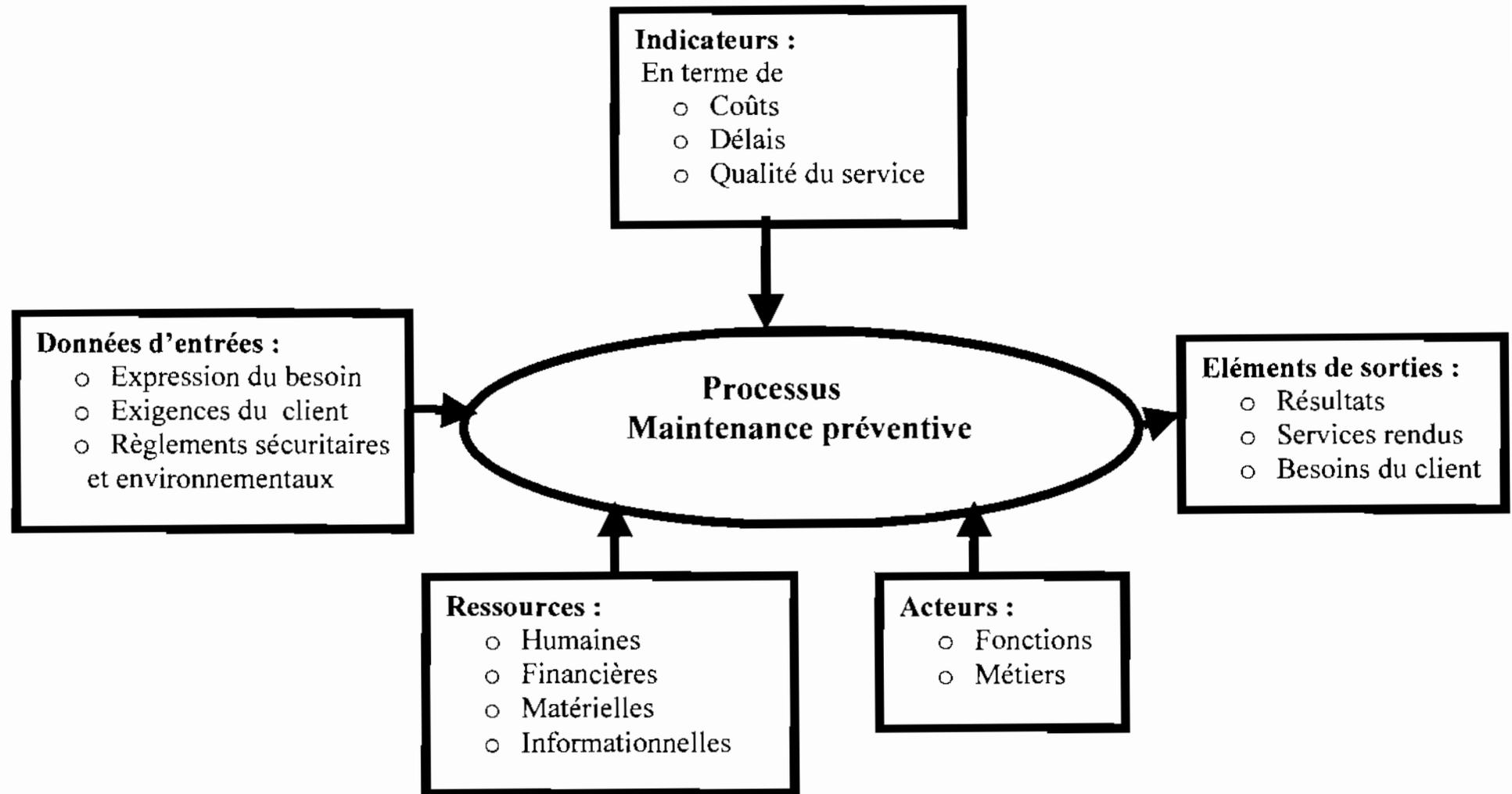


Figure 1.3 : carte de la maintenance préventive

### 1.2.1 Dichotomie du processus :

La dichotomie du processus montre tous les éléments nécessaires pour assurer convenablement la procédure de la maintenance préventive. Enfin cette carte donne les outils et les ressources à utiliser.

❖ **Données d'entrées : (exigences, besoins...)**

Expression du besoin (listes des Travaux Quotidiens, Demandes de Travaux)

Disponibilité des équipes d'interventions.

Disponibilité des pièces de rechanges.

Règlements sécuritaires et environnementaux.

❖ **Eléments de sorties :**

Taux de disponibilité élevé des équipements.

Respect des plannings

Qualités des interventions, des remplacements.

Fiabilité de mesures et de contrôles.

Rapidité des interventions.

❖ **Début (fait déclencheur)**

Echéancier ;

Seuils prédéterminés.

❖ **Acteurs :**

Bureau Technique et d'Entretien B.T.E (ordonnancement, inspection, préparation)

Entretien général

Ateliers d'interventions

Ateliers électricité / régulation

Service Gestion des Stocks et Approvisionnement

❖ **Ressources :**

- **Ressources humaines :**

Agents Ordonnancements , inspecteurs , visiteurs , préparateurs , agents administrateurs , tuyauteurs , mécaniciens , soudeurs , électricien auto , électricien , frigoriste , électronicien , gestionnaire des stocks , magasiniers inventaristes , conducteurs d'engins de manutention , maçons , menuisiers,...

- **Ressources financières :**

Le budget annuel est composé du budget de fonctionnement et du budget d'investissement. Il est calculé sur la base de prévision sur les besoins de chaque service.

- **Ressources matérielles :**

- **Ressources informationnelles :**

❖ **Indicateurs :**

- Coût : coût de la maintenance préventive / coût de la maintenance.
- Taux : temps de maintenance préventive / temps de maintenance
- Qualité du service : moyenne des temps entre deux défaillances d'un système réparable, somme des temps de bon fonctionnement / temps du préventif.

## 1.2.2 Processus de Maintenance Préventive Systématique :

### 1.2.2.1 Maintenance Préventive systématique :

D'après la norme X 60-010, la Maintenance Préventive Systématique est une maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage.

On distingue :

- La maintenance systématique à périodicité préétablie et inamovible
- La maintenance systématique à périodicité affinée par inspection en marche
- La maintenance systématique limitée à des opérations de contrôles afin d'aider au préventif
- La maintenance de ronde consistant à une surveillance régulière du matériel sous forme de « ronde » à fréquence courte entraînant des petits travaux quand nécessaire.
- La maintenance routine (idem)
- La maintenance d'exploitation qui couvre plus largement le champ précédent en élargissant à toutes les opérations à caractère préventif et directement liées à l'opération (et non à l'usure) :
  - . lubrification, graissage,
  - . nettoyages
  - . resserrages
  - . remplacement de charges actives en fin de vie (catalyseurs, absorbeurs)
- La maintenance d'opération qui est effectuée systématiquement à la faveur d'opportunités de la production.

Nous rappelons que pour maîtriser le comportement d'un équipement : il est indispensable d'en qualifier l'usage : (équipement en 3\*8 heures n'a pas le même comportement que ce même équipement utilisé ailleurs en appui et sollicité que une fois par an).

L'unité d'usage devient alors un paramètre de base permettant de quantifier l'utilisation d'un équipement. Concernant les installations c'est l'échéance qui est utilisé comme paramètre de base à travers des remplacements systématiques. Seulement pour les équipements dont la maintenance se fait en état d'arrêt, les jours à retenir sont discutés entre Responsable de la production et maintenance.

### 1.2.2.2 Processus de Maintenance Préventive Systématique

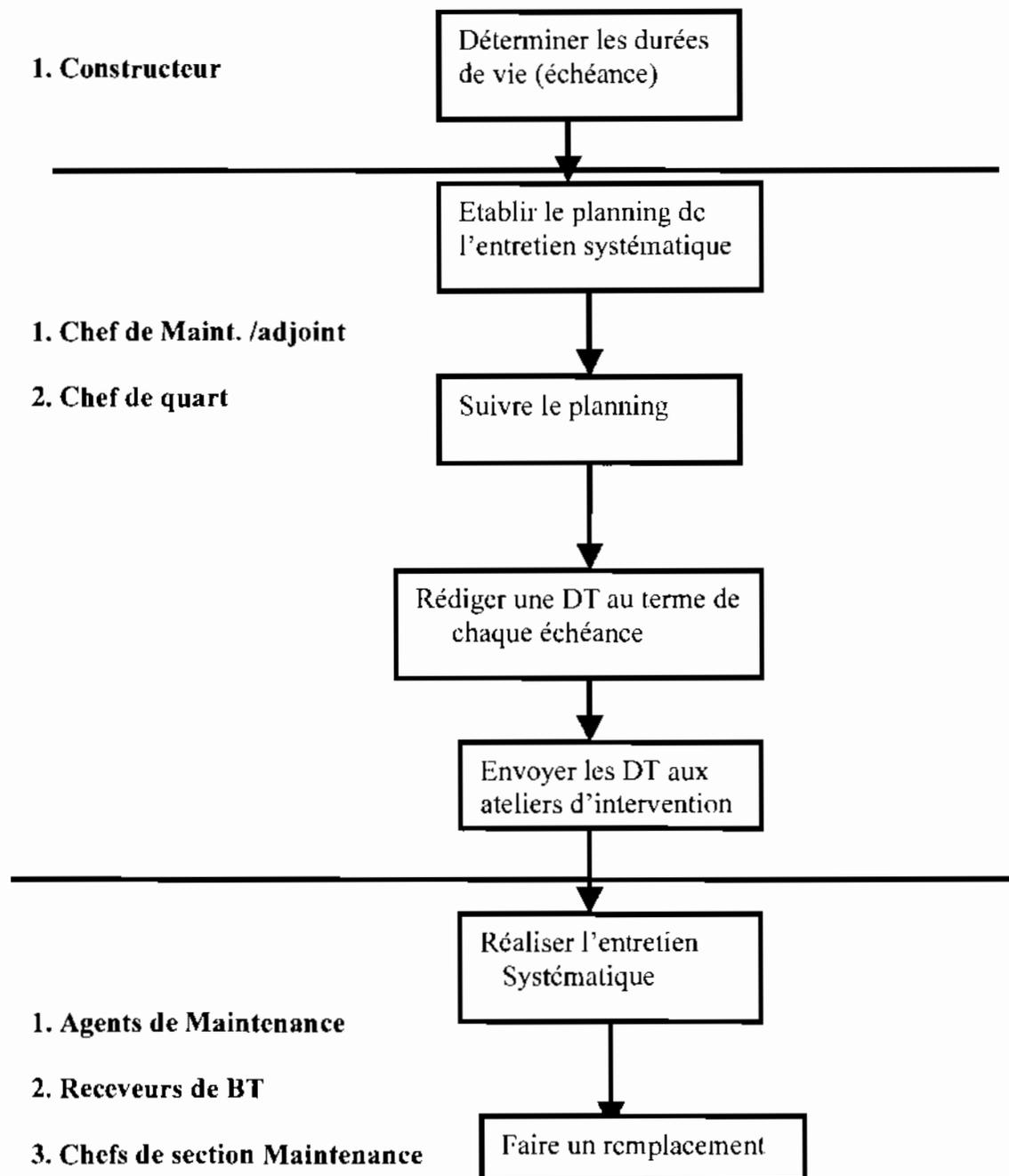


Figure 1.4: processus de maintenance préventive systématique

**Déterminer la durée de vie :**

Les durées sont en majorités déterminées conformément aux spécifications des constructeurs. Ce qui n'est pas optimum du point de vue économique.

**Etablir le planning de l'entretien systématique :**

Le planning est calé d'une part par rapport aux durées de vie de certaines composantes stratégiques des équipements par exemple les roulements, l'huile, les galets, etc. Et d'autre part par rapport au planning des arrêts programmés de la production dans le but de minimiser les heures d'arrêts.

**Suivre le planning**

Le bureau technique et d'entretien en général avec ses sections de l'ordonnancement et de l'inspection suivent particulièrement les plannings de l'entretien préventif, chacun en ce qui le concerne.

**Rédiger les DT au terme de chaque échéance**

A chaque échéance des DT sont rédigées par le bureau technique et d'entretien pour la réalisation de l'entretien préventif. Nous notons tout simplement que les DT sont visées par le Chef de Département Maintenance avant d'être envoyées au niveau des ateliers d'intervention.

**Envoyer les DT aux ateliers d'intervention :**

Les DT sont envoyées par ordonnancement aux ateliers d'intervention pour l'exécution de l'entretien préventif

**Entretien du préventif réalisé :**

Les équipes d'intervention une fois en possession des DT, se mobilisent pour exécuter l'entretien. Du matériel de rechange est sorti du magasin sous le numéro de la DT pour la réalisation de l'entretien.

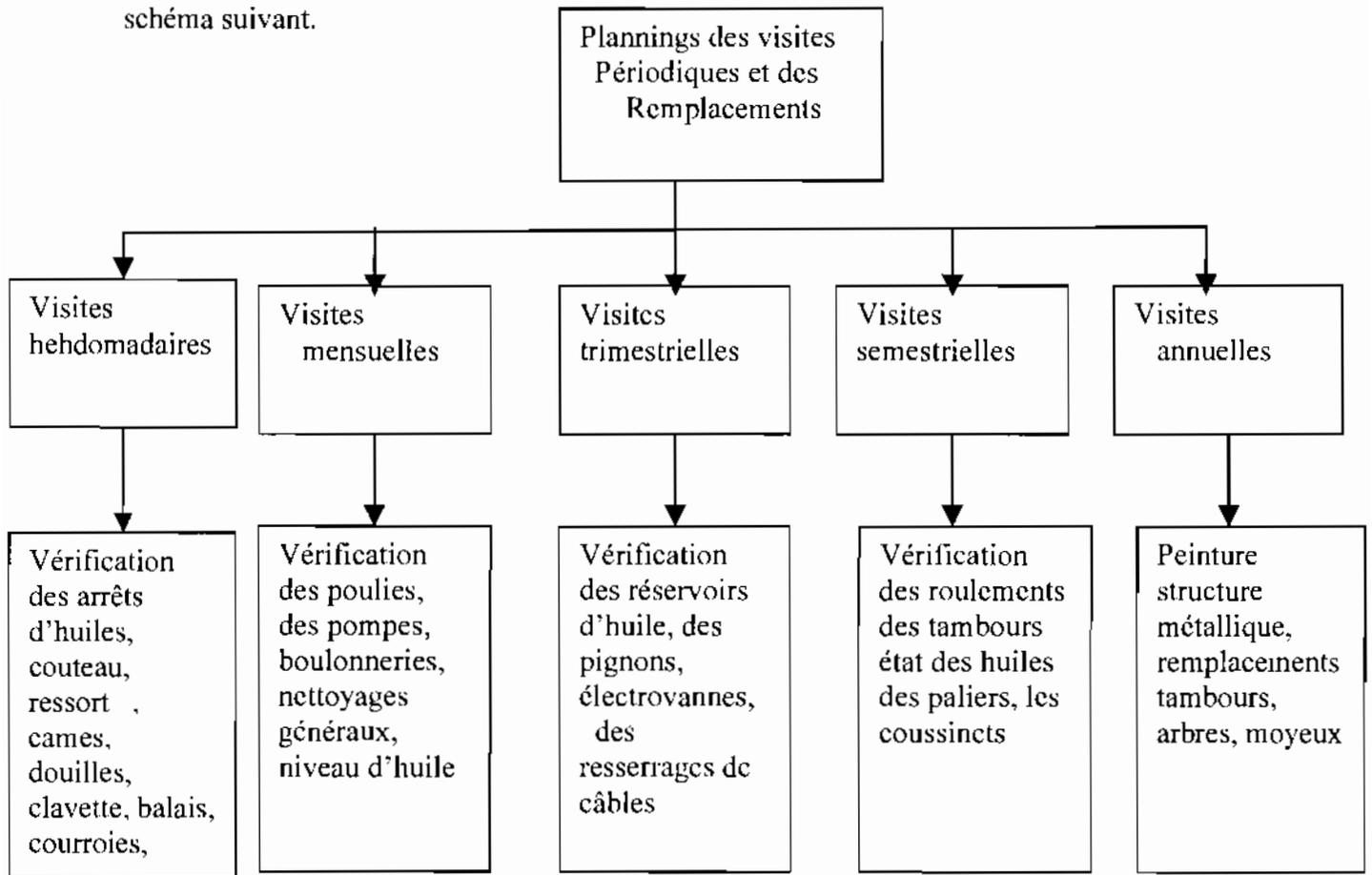
**Refaire le remplacement, le préventif**

Si après contrôle, on constate une non-conformité alors il faut refaire le remplacement jusqu'à ce que les mesures et les contrôles confirment la bonne remise en état.

**NB**

**Pour les pièces dont on ne maîtrise leur durée de vie c'est-à-dire qui ont une durée de vie indéfinissable, il est donc souhaitable d'avoir à chaque fois ces pièces de rechanges au niveau du stock pour éviter l'arrêt de la production.**

Comme nous venons de le dire plus haut la maintenance préventive est essentiellement basée sur des plannings de visites périodiques et de remplacements. A titre d'exemple au niveau de **METAL-AFRIQUE** les plannings de l'entretien systématique devraient se traduire par le schéma suivant.



**Figure I.5 : planning des visites**

### **1.2.3 Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle :**

#### **1.2.3.1 Maintenance Préventive Conditionnelle :**

Quand on parle de maintenance préventive conditionnelle, il faut penser avant tout aux observations, relevés ou mesures simples que l'on peut effectuer facilement. Ces observations peuvent faire tout d'abord appel aux sens : vue, toucher, odorat, ouïe. Elles servent donc de première alarme. L'estimation et l'évaluation de l'anomalie constatée peuvent être alors précisées avec des moyens plus scientifiques. La température, la pression, le débit sont mesurés par des appareillages courants, situés à demeure sur les équipements, ou par des appareils de mesures portatifs ; ils peuvent être hautement significatifs de la dégradation d'un équipement ou du service qu'on attend de lui. Les mesures effectuées peuvent être physiques chimiques, réalisées en continu ou discontinu. Les résultats peuvent être en lecture directe ou disponibles après déchargement dans l'ordinateur.

Nous avons :

- mesure de vibrations sur les parties tournantes,
- mesure d'épaisseur,
- mesure de température,
- mesure de vitesse,
- mesure de dureté,
- contrôle d'alignement,
- contrôle de ressuage.

Dans son application, c'est au niveau de la mesure que nous avons observé le plus de dérives : les mesures sont bien des fois effectuées sans vigilance particulière principalement en utilisant des matériels de mesure et d'essai non contrôlés et étalonnés ; le niveau de confiance et de fiabilité sont alors bien appauvri.

#### **1.2.3.1. a Maintenance Préventive Conditionnelle des Machines**

La mesure et le suivi de paramètres par les moyens définis dans les paragraphes précédents, peuvent donner des indices intéressants sur l'état des machines. Mais lorsqu'il s'agit des machines vitales fonctionnant en continu, des techniques plus élaborées sont nécessaires, pour juger avec plus de précision leur état de dégradation.

Nous allons parler de ces moyens qui sont :

- Les analyses d'huile
- L'étude des vibrations

### 1.2.-3-1.a.1 Les analyses d'huile

Les analyses d'huile sont utilisées à deux fins à savoir de juger la possibilité d'espacer les vidanges (d'où une économie) mais également de juger l'état de dégradation des pièces lubrifiées.

#### 1.2.-3-1.a.1.1 Le lubrifiant

Son rôle est en effet multiple :

- lubrification
- refroidissement
- protection contre la corrosion
- nettoyage
- agent d'étanchéité
- transmission d'énergie
- indicateur d'avaries

#### 1.2.3.1. a.1.2 L'analyse des informations apportées par le lubrifiant

Elle est basée sur l'analyse d'échantillons, de la connaissance du matériel et de son utilisation enfin de l'exploitation statistique des résultats. En effet, en service, le lubrifiant se charge d'informations sur la vie du matériel et particulièrement sur les points ci-dessous :

- pollution : par les liquides, les solides et les produits de décompositions
- combustion
- température
- dégradation du fluide : inadaptation du système, niveau de performance, adaptation de la périodicité de vidange
- usure : normale, dangereuse et accidentelle
- corrosion

#### 1.2.-3-1.a.1-3 Les méthodes d'analyse

Elles se reposent sur :

##### L'état du fluide

La détérioration d'un lubrifiant est généralement provoquée par l'oxydation sous l'effet combiné de la température et l'oxygène. Il sera donc intéressant de contrôler régulièrement les principales caractéristiques physico-chimiques soit :

- mesure de viscosité à 40°C (NF T 60-100)
- mesure de viscosité à 100°C (NF T 60-100)
- mesure du point éclair, principalement pour les fluides caloporteurs
- indice d'acide

- mesure du PH pour les fluides aqueux

### **L'état de la pollution**

La pollution, ou contamination d'un fluide, peut être due à plusieurs causes comme l'eau de réfrigération ou condensation, l'huile (lors d'appoints mal effectués par exemple) les fuites internes par mélange de produits différents et les décompositions d'éléments de filtres ou joints par exemple.

Les mesures couramment effectuées sont le dosage d'eau, la spectrométrie d'émission, le comptage de particules et la gravimétrie

### **L'état de l'usure**

Dans le cadre d'un fonctionnement normal, toute machine génère des particules d'usure. Le taux de génération de cette usure va augmenter considérablement sous l'effet conjugué ou non de la dégradation du fluide, de la pollution et des conditions d'exploitation et de charge du matériel.

Les méthodes mises en œuvre pour évaluer cette usure sont : la gravimétrie, la spectrométrie d'émission, la ferrographie à lecture directe et enfin la ferrographie à lecture d'analyse

### **1.2.-3.1.a-2 Etude des vibrations**

Une vibration est la variation, en fonction du temps, d'une grandeur caractéristique d'un mouvement d'un système mécanique, lorsque cette grandeur prend alternativement des valeurs supérieures et inférieures à une certaine valeur moyenne de référence.

Cette grandeur caractéristique d'un mouvement peut être :

- l'amplitude du déplacement  $A$
- la vitesse du déplacement  $v$
- l'accélération du déplacement  $\gamma$

Toute machine en fonctionnement produit des vibrations. Sous l'influence des efforts dynamiques, les structures de la machine émettent des vibrations dont la fréquence est identique à celle des efforts. La mesure globale des vibrations, par des capteurs en des points bien précis de la structure des machines, sera le résultat de la somme des efforts dynamiques. Une perturbation de ces derniers, par suite d'une anomalie, se traduira donc par une variation des vibrations transmises. D'où l'importance d'examen comparatifs tout au long de la vie de la machine, et en particulier des valeurs d'origine (machine neuve ou après réparation ou révision importante). C'est la « signature » vibratoire de la machine.

La mesure des vibrations sur les structures de la machine est fonction :

- **des caractéristiques de ces structures**
- . rigidité, fixation

. localisation des points de mesure

**- des performances du système de mesure :**

. nature et caractéristique des capteurs

. emplacement des points de mesure

. Fixation des capteurs

. performances de l'appareillage de traitement de mesures

**- des caractéristiques du mouvement de la machine :**

. vitesse de rotation

. état des organes et des liaisons de la chaîne cinématique (balourd, alignement, déformations état des dentures d'engrenage, des roulements)

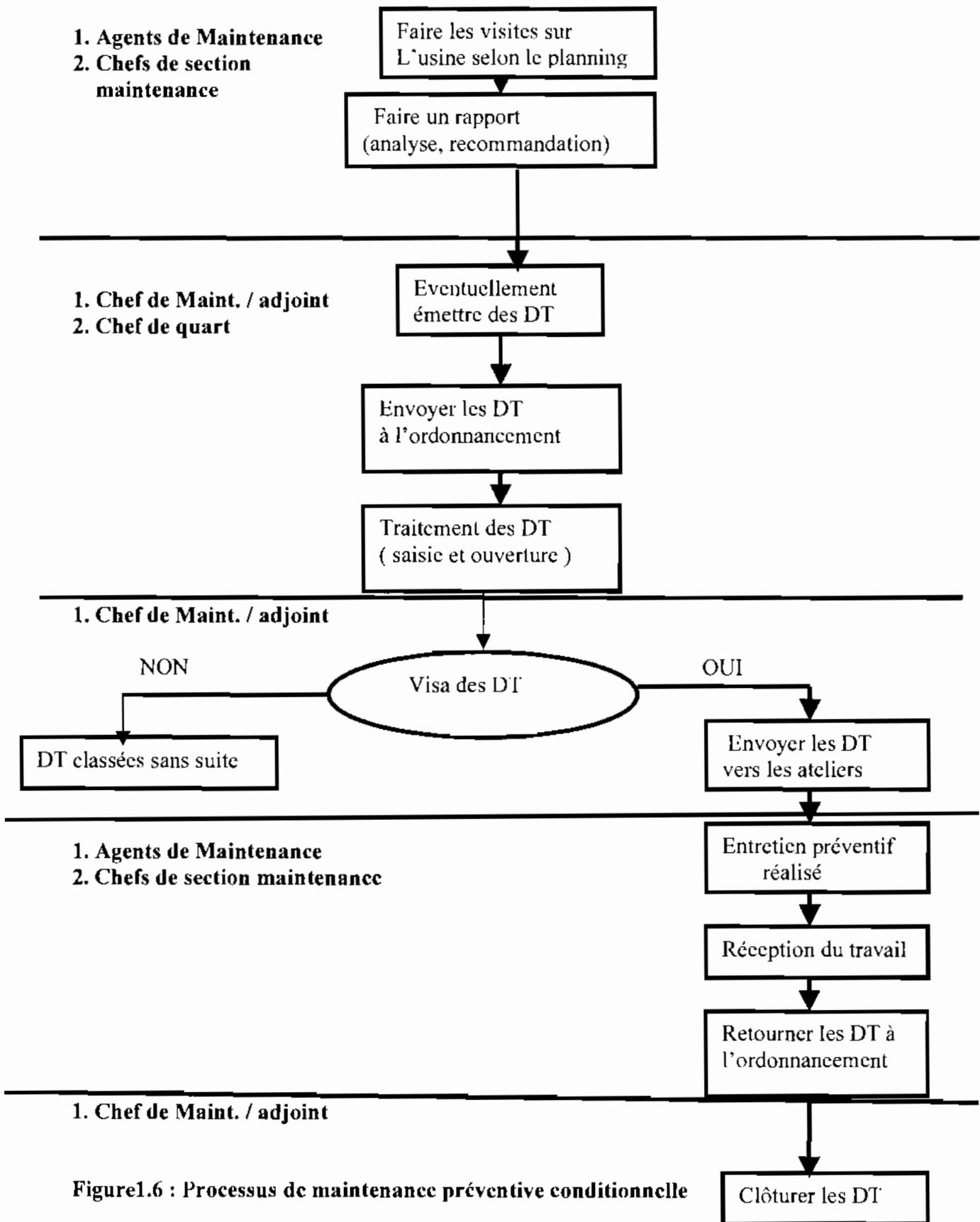
Les vibrations peuvent être périodiques (transmises par un mouvement continu), alors elles sont du type mouvement sinusoïdal avec fréquence fondamentale et fréquences harmoniques superposées. Ensuite elles peuvent être transitoires transmises par un mouvement discontinu mais répétitif à intervalles réguliers. Par exemple un coup, avec un amortisseur plus ou moins rapide de la vibration. Enfin ces dernières peuvent être aléatoires avec fréquence et durée variables.

**RAPPEL** : pour une vibration périodique

On aura le déplacement  $x(t) = F \cos \omega t$  avec  $\omega$  (la vitesse angulaire en radians /seconde) et  $t$  (le temps en seconde)

Soit  $v$  (la vitesse en mètre / seconde)  $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$

**1.2.3.2 Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle :( 1/3)**



**Figure1.6 : Processus de maintenance préventive conditionnelle**

### **1.2.3.3 Description des activités du processus :**

#### **Faire le planning des visites :**

Le planning des visites est établi par le Chef du B.T .E en collaboration avec l'inspection sur la base des visites journalières.

#### **Faire les visites selon le planning :**

Chaque jour les visiteurs de l'inspection font des rondes au niveau de l'usine. Les visites consistent à toucher et à regarder les équipements en vue de détecter les anomalies. Avant de faire les visites, les visiteurs doivent prendre un permis de travail chez le chef de poste gérant la section concernée.

#### **Faire un rapport :**

Après avoir fait les visites, ils retournent à l'inspection. Un rapport de visite est alors établi et faisant office de l'état de lieux de tous les équipements visités.

#### **Diffusion du rapport :**

Le rapport est ensuite diffusé au niveau des services concernés de la maintenance et de la production. Le rapport est éventuellement accompagné par des DT, afin de pouvoir intervenir sur les équipements indexés.

#### **Envoyer les DT à l'ordonnancement :**

Le chef du BTE après avoir visé les DT les transmet à l'ordonnancement pour saisie et ouverture sur le logiciel de gestion de la maintenance assisté par l'ordonnateur.

#### **Traitement et dispatching des DT :**

L'agent ordonnancement saisit et ouvre les DT sur la GMAO, après orientation des DT en mettant le code de l'atelier pilote sous la rubrique prévue à cet effet pour chaque DT.

#### **Visa des DT :**

Les DT passe par le chef de département avant de partir vers les ateliers. Le chef de département de maintenance appose sa signature et retourne les DT à l'ordonnancement.

#### **Envoyer les DT vers les ateliers pilotes :**

L'agent d'ordonnancement transmet les DT aux équipes d'intervention chargées de la section où se trouve l'équipement indexé lors des visites.

#### **Entretien du préventif réalisé :**

Les équipes d'intervention une fois en possession des DT, se mobilisent pour exécuter l'entretien. Du matériel de rechange est sorti au magasin sous le numéro de la DT pour la réalisation de l'entretien.

**Réception du travail :**

La réception dans ce cas n'est pas formelle. Elle se fait quelques rares fois lors de la remise du planning de travail au chef de poste.

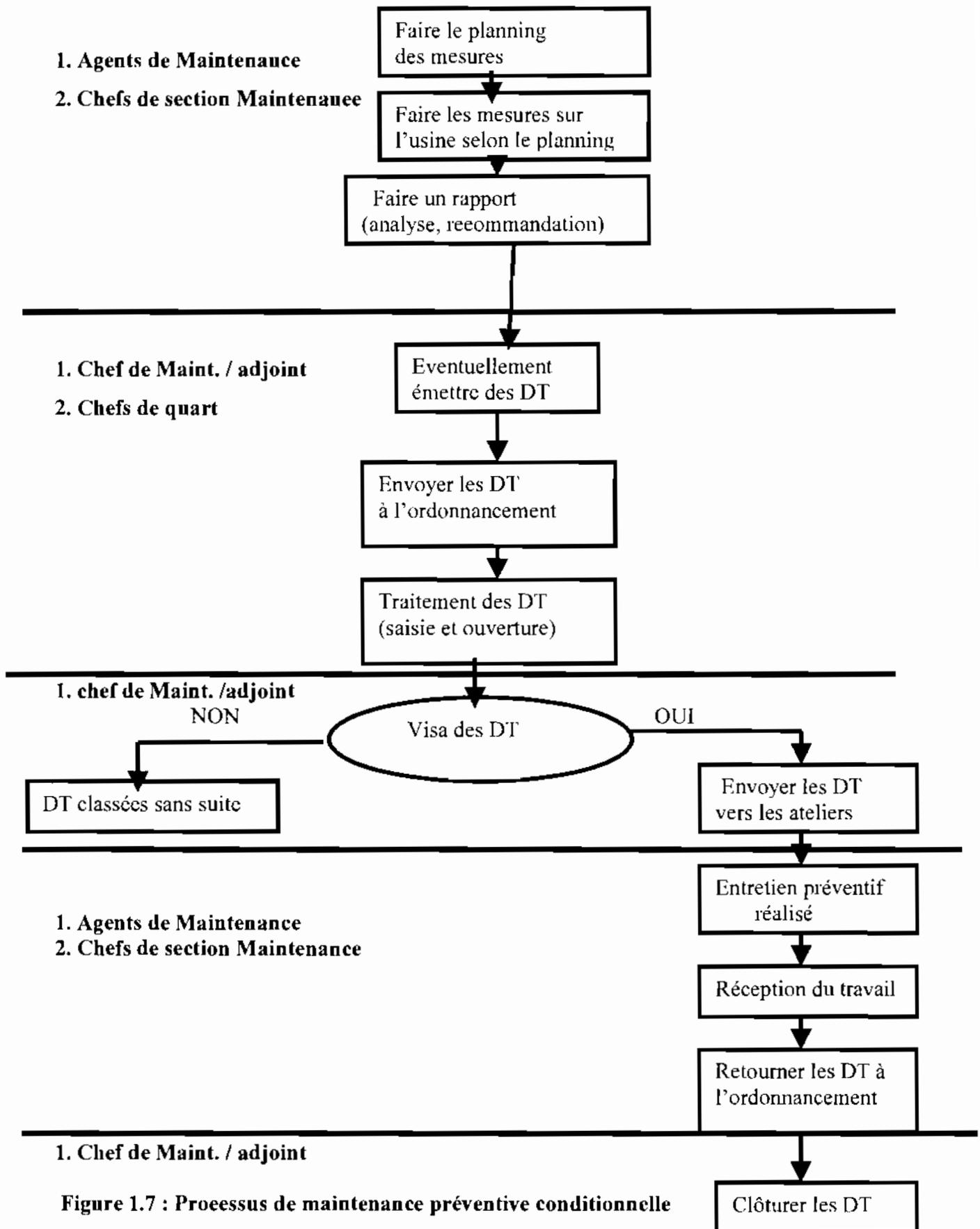
**Retourner les DT à l'ordonnancement :**

Après réception du travail la DT doit être retournée dans les plus brefs délais à l'ordonnancement pour sa clôture.

**Clôturer les DT réalisées :**

Avec les nouvelles technologies de l'informatique, la clôture d'une DT se fait généralement au moyen de la GMAO qui est l'une des caractéristiques de ce logiciel, mais également elle peut être mise dans les archives de l'usine. Cette clôture permet de ne plus sortir des pièces de rechange sous le numéro de la DT clôturée. De même la clôture permet d'évaluer les ateliers et le calcul des coûts de maintenance.

**1.2.3.4\_Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle :( 2/3)**



**Figure 1.7 : Proecessus de maintenance préventive conditionnelle**

### **1.2.3.5 Description des activités du processus :**

#### **Faire le planning des mesures :**

Le planning des mesures est établi par le chef du BTE avec la collaboration des inspecteurs. Le planning des mesures journalières concerne uniquement les mesures vibratoires.

#### **Prise de mesure selon le planning :**

Les mesures de vibration sont effectuées journalièrement sur toutes les machines tournantes. Les autres mesures sont effectuées sur demande.

#### **Analyse des mesures :**

Les mesures une fois déchargées dans l'ordinateur sont exploitées et analysées. Les commentaires et recommandations sur la base de ces analyses sont proférés sur les équipements indexés par les mesures.

#### **Faire un rapport :**

Après les mesures, le visiteur retourne à l'inspection pour décharger les mesures dans l'ordinateur. Après l'exploitation des mesures l'inspecteur établit un rapport sur la base de ces mesures. Les analyses, recommandations et mesures font l'objet du rapport.

#### **Diffusion du rapport :**

Le rapport est ensuite diffusé au niveau des services concernés de la maintenance et de la production. Le rapport est éventuellement accompagné par des DT, afin de pouvoir intervenir sur les équipements indexés.

#### **Envoyer les DT à l'ordonnancement**

Le chef du BTE après avoir visé les DT les transmet à l'ordonnancement pour saisie et ouverture sur le logiciel de GMAO.

#### **Traitement et dispatching des DT :**

L'agent ordonnancement saisit et ouvre la DT sur la GMAO, après orientation des DT en mettant le code de l'atelier pilote sous la rubrique prévue à cet effet pour chaque DT.

#### **Visa des DT :**

Les DT passent par le chef de département avant de partir vers les ateliers. Le chef de département de la maintenance appose sa signature et retourne les DT à l'ordonnancement.

#### **Envoyer les DT vers les ateliers pilotes :**

L'agent ordonnancement transmet les DT aux équipes d'intervention chargées de la section où se trouve l'équipement indexé lors des visites.

**Entretien du préventif réalisé :**

Les équipes d'intervention une fois en possession des DT, se mobilisent pour exécuter l'entretien. Du matériel de rechange est sorti au magasin sous le numéro de la DT pour la réalisation de l'entretien.

**Réception du travail :**

La réception dans ce cas n'est pas formelle. Elle se fait quelques rares fois lors de la remise du planning de travail au chef de poste.

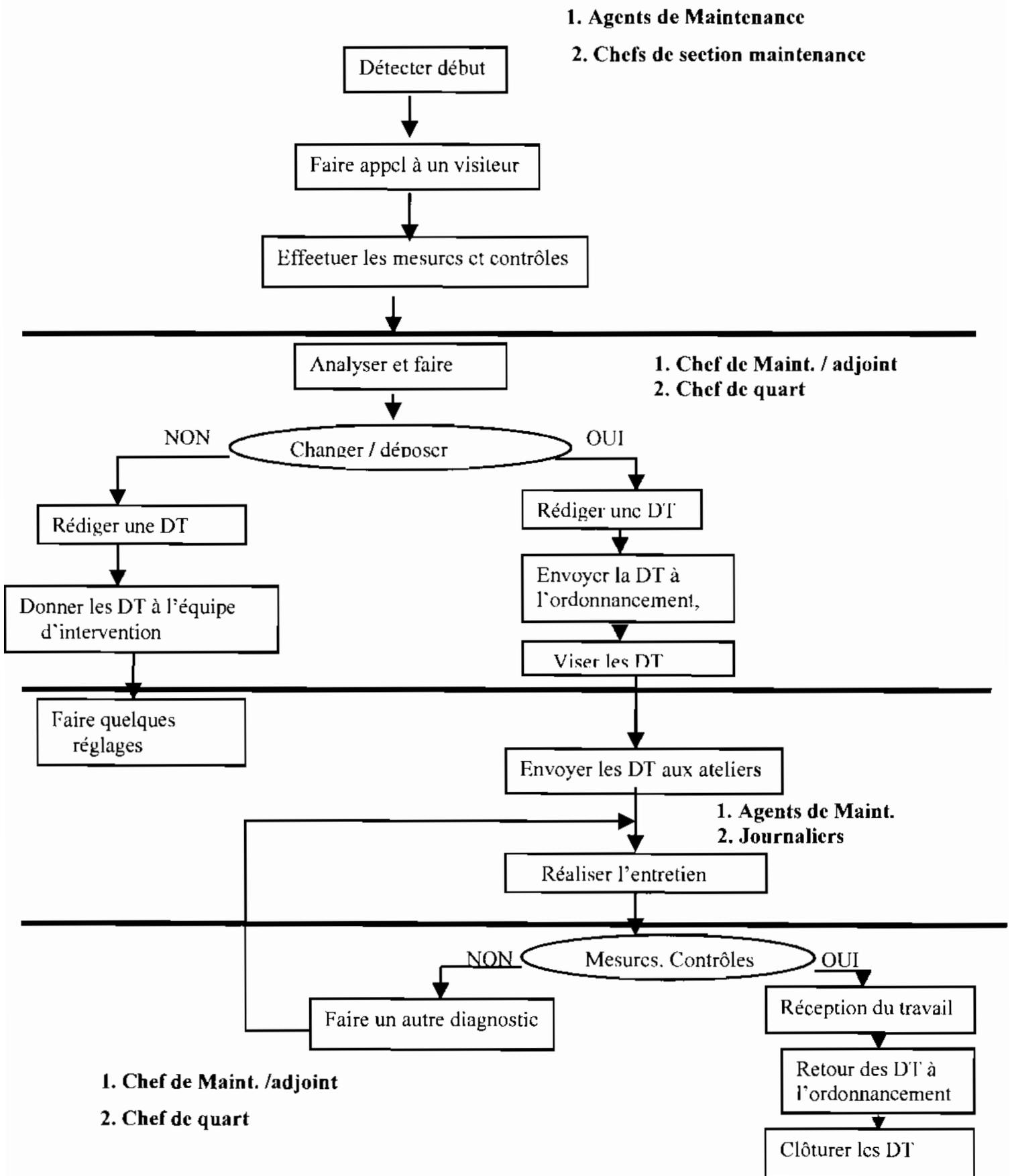
**Retourner les DT à l'ordonnancement :**

Après la réception du travail la DT doit être retournée dans les plus brefs délais à l'ordonnancement pour sa clôture.

**Clôturer les DT réalisées :**

Avec les nouvelles technologies de l'informatique, la clôture d'une DT se fait généralement au moyen de la GMAO qui est l'une des caractéristiques de ce logiciel, mais également elle peut être mise dans les archives de l'usine. Cette clôture permet de ne plus sortir des pièces de rechange sous le numéro de la DT clôturée. De même la clôture permet d'évaluer les ateliers et le calcul des coûts de maintenance.

**1.2.3.6 Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle :( 3/3)**



**Figure1.8 : Processus de Maintenance Préventive Conditionnelle**

### **1.2.3.7 Description des activités du processus :**

#### **Détecter début anomalie :**

Lors des visites et des rondes effectuées par les ateliers d'intervention, les visiteurs et exploitants détectent les débuts d'anomalies, et déclenchent automatiquement un processus de maintenance préventive conditionnelle.

#### **Faire appel à un visiteur :**

Les visiteurs sont contactés par voie de téléphone. Dès fois le demandeur vient personnellement jusqu'à l'inspection pour appeler un visiteur.

#### **Aller sur les lieux avec le matériel nécessaire :**

Le visiteur va sur les lieux pour effectuer un contrôle et/ou prendre des mesures.

#### **Effectuer les mesures, contrôles :**

Une fois sur les lieux les visiteurs fait ses contrôles et/ou ses mesures pour lesquels il a été appelé. Les mesures faites sur demandes sont souvent :

- les mesures de températures ;
- les mesures d'épaisseur ;
- les mesures de vitesse ;
- les mesures de dureté ;
- et parfois les mesures de vibration.

Le contrôle de ressuage est aussi effectué sur demande. Des photos sont très souvent prises pour servir de support et la visualisation des anomalies.

#### **Interpréter et faire des recommandations :**

Après les contrôles ou les mesures, les résultats sont analysés et font suite à des recommandations concernant les équipements indexés par ces mesures et contrôles .

#### **Changer / déposer :**

Les actions proposées par les recommandations varient d'un simple réglage (resserrage des boulons, corriger alignement ...), au graissage, au remplacement jusqu'à la dépose des équipements.

#### **Faire quelques réglages :**

Les réglages consistent souvent à resserrer des boulons, à corriger des alignements, à régler des jeux,... l'agent intervenant doit prendre un permis de travail chez le chef de poste de la section où se trouve l'équipement.

#### **Rédiger une DT :**

Pour pouvoir faire un quelconque travail il faut une DT. Alors le demandeur émet une demande qu'il rédige et fait signer par sa hiérarchie supérieure.

**Envoyer la DT à l'ordonnancement :**

Les DT sont envoyées à l'ordonnancement pour ouverture afin de pouvoir sortir les pièces de rechanges.

**Visa des DT :**

Les DT passent par le chef de département avant de partir vers les ateliers. Le chef de département de la maintenance appose sa signature et retourne les DT à l'ordonnancement.

**Envoyer les DT aux ateliers d'intervention :**

Les DT sont envoyées par l'agent d'ordonnancement au niveau des ateliers d'intervention concernés par la section où se trouve l'équipement indexé par les mesures ou contrôles.

**Réaliser l'entretien préventif :**

Les équipes d'intervention une fois en possession des DT, se mobilisent pour exécuter l'entretien. Du matériel de rechange est sorti au magasin sous le numéro de la DT

Pour la réalisation de l'entretien.

**Mesurer, Contrôler :**

Après l'intervention, l'inspection remesure ou contrôle à nouveau pour s'assurer d'une bonne remise en état de l'équipement. Si les mesures s'avèrent négatives, alors il faut faire un autre diagnostic.

**Faire un autre diagnostic :**

Un autre diagnostic est fait, car d'autres éléments peuvent être endommagés lors de l'entretien préventif. Effet il est fréquent, nous dit-on que des interventions dans le cadre de la prévention entraînent d'autres problèmes. Ou tout simplement un faux diagnostic peut être à l'origine.

**Réception du travail :**

La réception dans ce cas n'est pas formelle. Elle se fait quelques rares fois lors de la remise du permis de travail au chef de poste.

**Retourner les DT à l'ordonnancement :**

Après la réception du travail la DT doit être retournée dans les plus brefs délais à l'ordonnancement pour sa clôture.

**Clôturer les DT réalisées :**

Avec les nouvelles technologies de l'informatique, la clôture d'une DT se fait généralement au moyen de la GMAO qui est l'une des caractéristiques de ce logiciel, mais également elle peut être mise dans les archives de l'usine. Cette clôture permet de ne plus sortir des pièces de rechange sous le numéro de la DT clôturée. De même la clôture permet d'évaluer les ateliers et le calcul des coûts de maintenance.

#### 1.2.4 La sous-traitance :

Tant pour des motifs économiques que pour une maîtrise technique de ses actions, une maintenance moderne ne peut pas se retrancher sur une interne et se doit de travailler avec des entreprises extérieures. Ainsi le département maintenance a des relations avec d'autres entreprises intérieures et ou extérieures à travers la sous-traitance. Cette dernière est motivée par le besoin de réaliser un programme d'entretien dans un délai donné et par rapport à une situation donnée.

Pour s'inscrire dans une démarche de qualité, les relations avec les entreprises extérieures requièrent une double exigence :

- disposer d'un système d'évaluation des entreprises avec lesquelles on travaille ;
- assujettir toute prestation à un contrat.

Au niveau de beaucoup d'entreprises, les agréments sont du ressort de la direction générale.

En effet, c'est à ce niveau que se passent les homologations et les paiements des entreprises prestataires. L'entreprise se charge uniquement de planifier le déroulement des prestations. La section ordonnancement détermine l'opportunité ou non de faire appel à la sous-traitance, en se basant sur les calculs de charges de travail des ateliers, des délais, des coûts et en se basant sur le type d'équipement. En vue de faire un choix optimum. On dit souvent dans le jargon que « **quand faire faire est plus avantageux que faire soi même, alors il faut faire faire.** »

L'approbation du principe de la sous-traitance est tributaire de l'une au moins des trois conditions suivantes :

- Les compétences techniques et les moyens internes de l'usine ne peuvent pas satisfaire aux normes de qualité requise.
- La charge de travail des services ne leur permet pas de faire ses travaux en temps utile
- Il est plus rentable de sous-traiter que de faire soi-même.

La sous-traitance concerne généralement les situations suivantes :

- Les arrêts annuels
- Les petits arrêts
- Les gros chantiers

La sous-traitance se présente sous cinq aspects dans les usines :

- **La location simple de main d'œuvre** : ce type de besoin est généralement exprimé quand il s'agit d'un renforcement ponctuel des équipes disponibles pour réaliser les travaux dans un délai maîtrisé ou en cas d'urgence.
- **La régie contrôlée** : la seule différence par rapport à la première forme réside dans la supervision et l'encadrement qui sont assurés par le sous-traitant. Cette forme est

généralement sollicitée quand il s'agit des travaux localisés, dont la supervision peut être assurée par un encadreur extérieur.

- **Le forfaitaire** : la sous-traitance en forfait est utilisée quand il s'agit des travaux parfaitement définis et réalisables moyennant un montant forfaitaire ferme et non révisable et pour lesquels il est possible de fixer un délai de réalisation .
- **Le " cost and free "** : il s'agit d'une combinaison de la régie contrôlée et du forfait. Cette forme est généralement sollicitée quand il s'agit des grands travaux de révision générale des machines de l'usine.
- **Réparation et confection hors de l'usine** : ce sont les travaux de remise en état d'équipements industriels, de confection ou d'usinage de sous-ensembles.

Le schéma suivant montre d'une manière cartographiée la structuration de la sous-traitance en général dans les entreprises selon la forme.

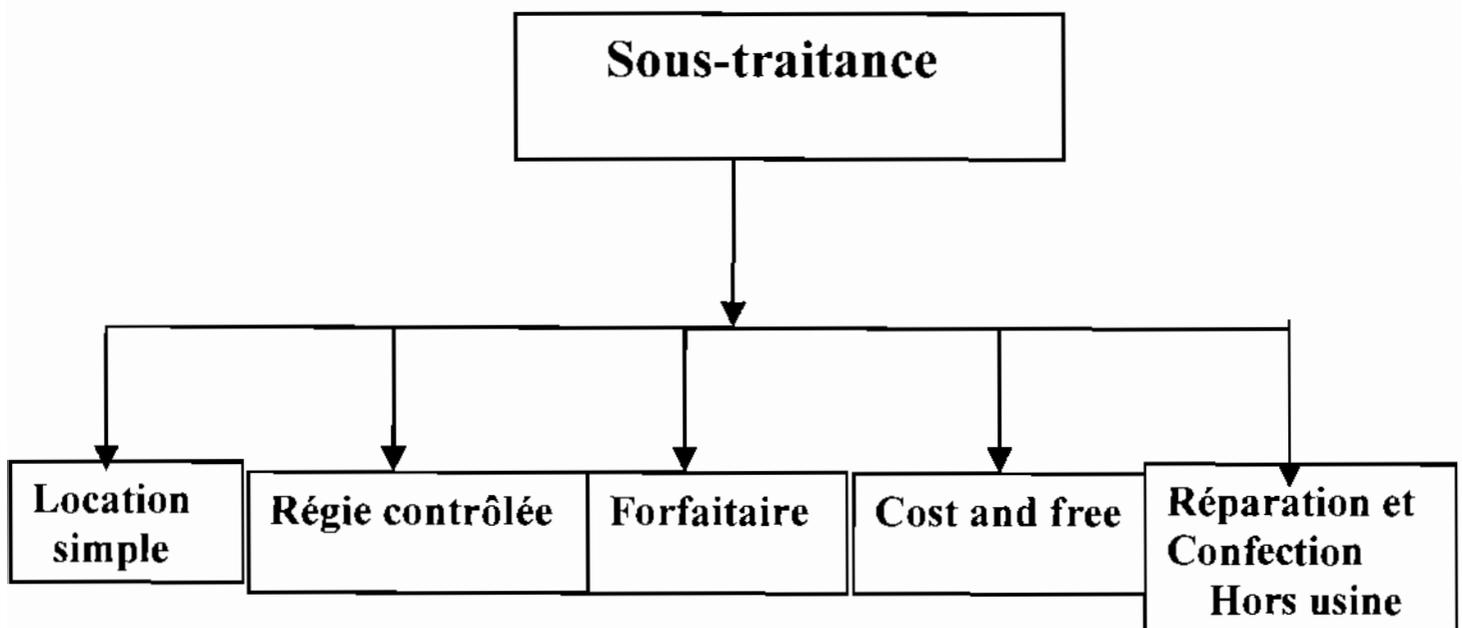


Figure1.9: forme de la sous-traitance

**CHAPITRE II : LA PROCEDURE DE LA  
MAINTENANCE APPLIQUEE A METAL-  
AFRIQUE**

## CHAPITRE 2 : LA PROCEDURE DE LA MAINTENANCE APPLIQUEE A METAL-AFRIQUE

La maintenance appliquée à METAL-AFRIQUE est la maintenance corrective qui est celle exécutée lors des pannes, des arrêts, etc... Dans cette procédure nous énonçons d'abord la dichotomie du processus et enfin on parle de la gestion des travaux de maintenance à l'entreprise avec tous les intervenants.

### 2.1 Dichotomie du processus :

#### ❖ Données d'entrées :

Expression du besoin (listes des travaux quotidiens, Demandes de Travaux)

Disponibilité des équipes d'interventions et des journaliers.

Disponibilité des pièces de rechanges

Règlements sécuritaires et environnementaux

#### ❖ Eléments de sorties :

Taux de disponibilité élevé des équipements

Respect des plannings

Qualités des interventions, des remplacements

Fiabilité des réparations et des dépannages

Rapidité des interventions

#### ❖ Début :

Echéancier

Seuils prédéterminés

#### ❖ Acteurs :

Responsable de la Maintenance (préparation, vérification)

Entretien général

Ateliers mécaniques

Ateliers électricités

Service Gestion des stocks et Approvisionnement

#### ❖ Ressources :

##### - Ressources humaines :

Agents préparateurs vérificateurs, inspecteurs, agents administrateurs, tuyauteurs, mécaniciens, soudeurs, électricien auto, électricien, gestionnaire des stocks, magasiniers inventaristes, conducteurs d'engins de manutention, maçons

##### - Ressources financières :

L'argent est retiré à la direction générale (METAL 2) de la secrétaire lorsque le besoin se fait sentir pour les agents concernés.

- **Ressources matérielles**
- **Ressources informationnelles**

❖ **Indicateurs :**

Coût de la maintenance

Délais : temps de la maintenance

Qualités du service : moyenne des temps entre deux défaillances d'un système réparable, somme des temps de bon fonctionnement / temps de maintien.

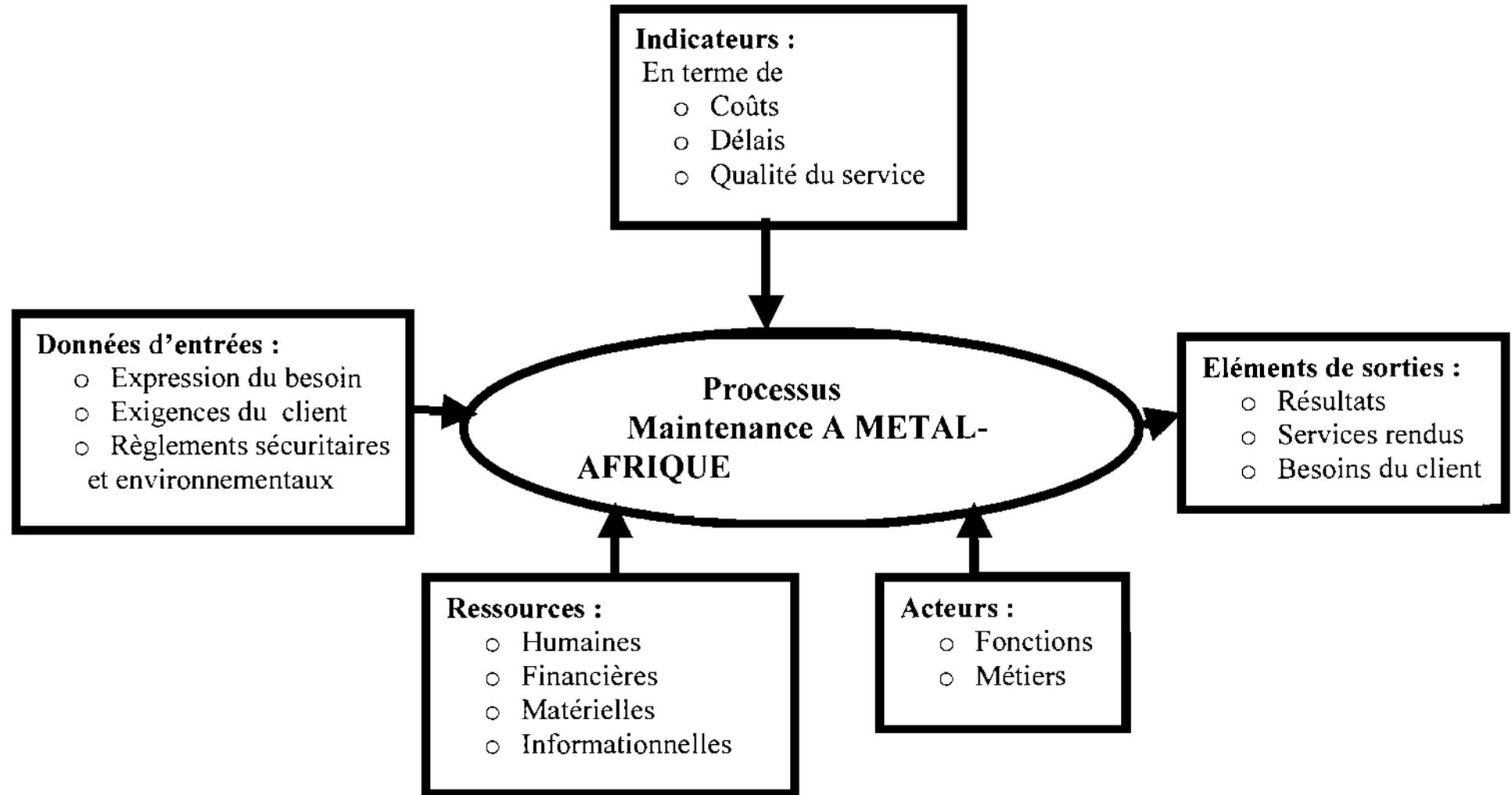
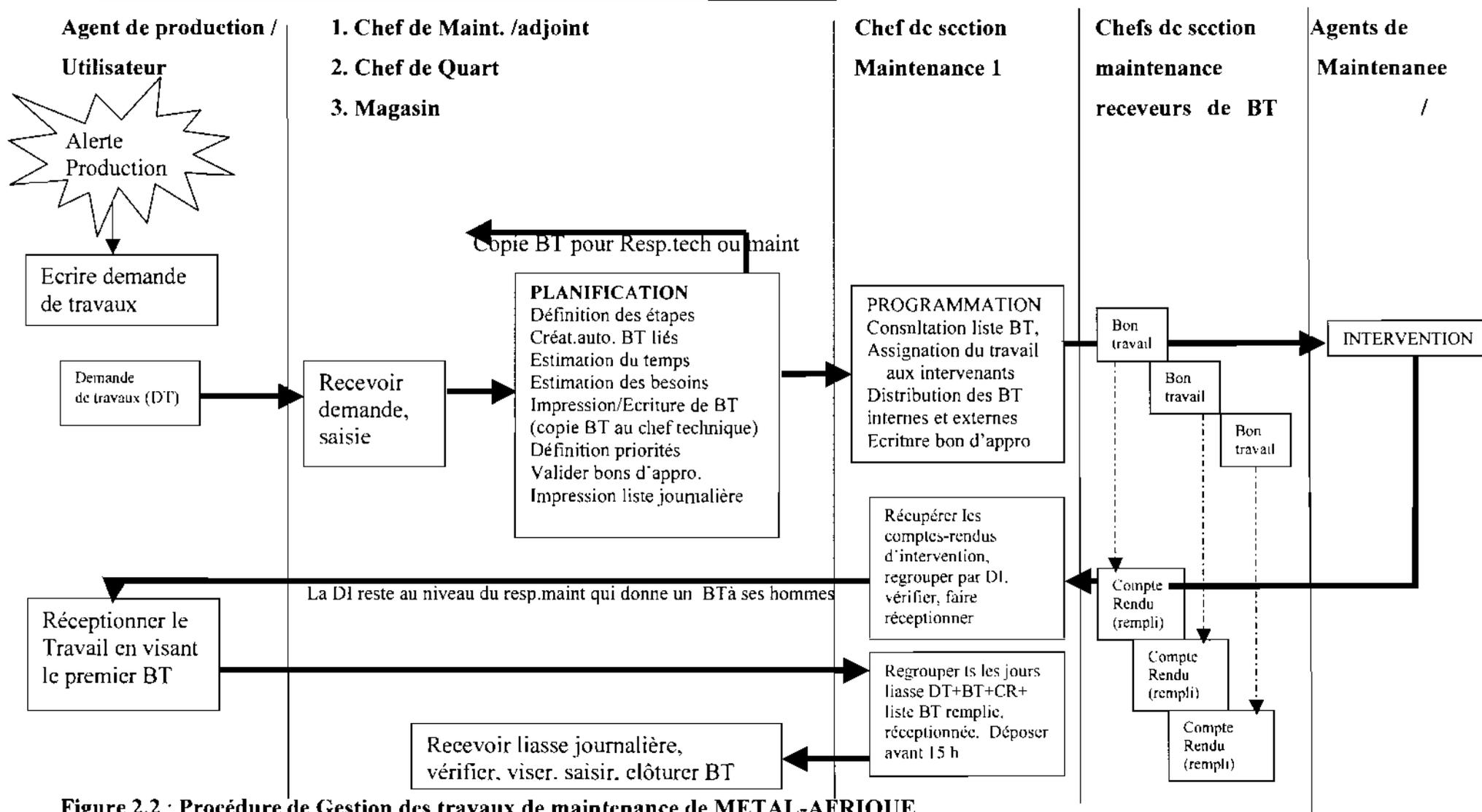


FIGURE 2.1 Carte du processus Maintenance à METAL-AFRIQUE

**2.2 Procédure de Gestion des travaux de maintenance de METAL-AFRIQUE :**



**Figure 2.2 : Procédure de Gestion des travaux de maintenance de METAL-AFRIQUE**

## **2.3 Description du processus de maintenance de METAL -AFRIQUE**

### **Alerte Production :**

Le chef de la maintenance demande au responsable de la production d'arrêter une ou des machines de production si ce dernier juge que les pannes de celles-ci sont très avancées. Les arrêts sont faits avec un consensus entre le chef de maintenance et le responsable de la production.

### **Ecrire une demande de travaux et recevoir demande saisie :**

Les demandes de travaux sont écrites et saisies par un agent de la société pour préparer la planification.

### **Panification :**

Le chef de Maintenance définit les étapes, crée et autorise des bons de travaux (BT) liés à l'estimation du temps mais également à l'estimation des besoins. Son adjoint fait l'impression et remplit les BT et donne une copie au chef technique et l'autre au responsable technique de la maintenance. Ce dernier définit les priorités parmi les travaux à exécuter et valide les bons d'approvisionnement et enfin sort la liste des journaliers. Les demandes d'interventions (DI) déjà saisies et imprimées ultérieurement restent au niveau du responsable de la maintenance qui donne des bons de travaux (BT) à ses hommes pour la programmation des tâches.

### **Programmation :**

Les chefs de section de la maintenance consultent la liste des bons de travaux (BT) et assignent les travaux aux intervenants. Ils distribuent les BT internes et externes remplissent aussi les bons d'approvisionnement destinés au magasin.

### **Intervention :**

Les agents de Maintenance / Tourneurs reçoivent les BT, agissent de manière prioritaire aux parties recommandées par ses supérieurs hiérarchiques. Après la fin de chaque tâche ils remplissent les comptes-rendus sur les BT validés par les chefs de sections concernés. Le chef de section Maintenance récupère les comptes-rendus d'intervention, les fait réceptionner et enfin vérifie si les travaux ont été exécutés normalement. Ainsi l'agent de production / utilisateur réceptionne le travail en visant le premier BT. Ensuite le chef de section de maintenance regroupe tous les jours les liasses des DT+BT+CR+liste BT remplit et les dépose avant 15h. Enfin le chef de Maintenance reçoit les liasses journalières saisies de par son adjoint, les vérifie, vise, et clôture les BT.

## **CHAPITRE III : GESTION DES STOCKS**

### **CHAPITRE 3 : GESTION DES STOCKS**

La gestion des stocks est une fonction primordiale au processus de la maintenance car elle permet de sécuriser les équipements. Pour mener bien cette dernière, nous énonçons d'abord sous toutes ses formes la gestion des stocks appliquée à METAL-AFRIQUE. Enfin, on étudie la gestion des stocks théoriques recommandés par les organismes internationaux comme AFNOR....

#### **3.1 LA GESTION DES STOCKS A METAL-AFRIQUE**

L'appellation pièces de rechanges regroupe aussi bien les pièces achetées que les pièces fabriquées. Le but de la gestion est de connaître avec exactitude nos besoins, notre consommation des pièces de rechanges par type, par secteur et par machine ainsi que de vérifier la bonne utilisation des pièces (durée de vie +sécurité).

Toutes les pièces à destination de l'atelier ou du stock doivent d'abord être enregistrées dans le stock puis ces articles feront l'objet d'une sortie de stock. Le réceptionnaire devra signer un bordereau de livraison précisant le nom du réceptionnaire et la destination des pièces. La livraison des pièces devra être réglementée, seul un nombre limité de personnes devra être habilité à le faire. De même, les entrées en stocks ne devraient être effectuées que par une seule personne. Un petit stock de pièces pourrait être délocalisé sur les différents secteurs ou machines. Dans ce cas, la pièce utilisée devra être remplacée dans les 24 heures.

**Il faudrait également prévoir d'assurer le suivi des temps moyens d'attente des pièces.**

#### **FINALITE**

Le gestionnaire établit de manière périodique un tableau de bord donnant les informations suivantes :

- Par machine, les pièces et valeurs utilisées (état1)
- Par secteur, les pièces et valeurs utilisées (état2)
- Par famille de pièces, les quantités et valeurs utilisées (état3)
- Par type de pièces. les quantités et valeurs utilisées (état4)

L'état 2 pourrait servir de contrôle en le comparant avec les carnets d'entretien des machines et la présence effective des pièces sur les machines.

#### **MISE EN ŒUVRE**

Nous allons élaborer un logiciel de gestion multi dépôt. Les clients sont les différentes machines et les articles sont les pièces du stock.

Le magasin principal, le bureau du chef de quart ainsi que les différents centres où des articles sont entreposés sont considérés comme étant des dépôts et donc faisant partie du stock. La

règle à toujours respecter est que le niveau des stocks délocalisés doit toujours rester constant donc toute sortie de stock devra être renouvelé dans les 24 heures et la pièce usée restituée.

A chaque machine seront associés des personnes ayant le droit de retirer des pièces pour ces machines. Les machines seront regroupées par secteur (géographique : Pays) et par famille (type) et par marque ou modèle (forme juridique).

**Secteurs :** Clouterie, Tréfilage, Four, Cranteuses, Tour, Grillage, Galvanisation, Soudeurs, Plomberie, Mécanique

**Famille :** Clous, Tréfileuse à sec- Tréfileuse à bain- Barilleuse -Cranteuses- Four- Palan- Dresseuse- Tour- Fraiseuse- Soudeuse- Meule- Galva- grillage- Barbelé- Rectifieuse- Perceuse

**Forme juridique :** Wafios S110- Z94 2.80-Z94 3.40- .....

Les pièces seront regroupées par familles.

**Famille des pièces :** Courroies, Roulements, Arrêt d'huile, Graisseurs, Arbres, Pignons, Coussinets, Boulons, Bagues, Outils de coupes, Outils de formage, Consommables divers, Lubrifiants, Transmissions, ....

A chaque pièce sera associée un code reprenant la machine sur laquelle elle se monte ou divers si elle se monte sur plusieurs machines ainsi que le type de pièces (2 lettres+2 chiffres par machine+ 2 lettres par type de pièces+ 2 chiffres séquentiels)

#### **FONCTIONNEMENT :**

Toute demande de pièces provenant d'une personne autorisée doit faire l'objet d'une commande datée précisant le type de pièces, la destination, la référence de la pièce sur le schéma de la machine ainsi que le nom du demandeur.

Ce bon de commande devra être signé par le responsable de la partie technique et sera remis au demandeur. Ce bon de commande vaudra ordre de livraison.

Au moment de la livraison effective de la pièce, un bordereau de livraison daté et signé par le réceptionnaire et le livreur doit être délivré. Le champ référence du BL servira pour indiquer la référence de la pièce sur le schéma de la machine.

Dans le cas où la demande viendrait d'un stock délocalisé, ceci voudrait dire que la pièce vient en remplacement d'une pièce montée sur la machine ; la référence de la pièce sur la machine où elle a été montée devra être indiquée.

Les dates indiquées sur le bon de commande et sur le BL serviront à calculer les temps moyens d'attente pour obtenir une pièce.

**FICHE DE TRAVAIL****SECTEUR :****ORDRE DE TRAVAIL CONCERNE PAR CETTE FICHE DE TRAVAIL :****ETAPES DE REALISATION**

Description du travail	Secteur ou Machine devant Assurer ce travail	Durée de ce travail	Observation

**BESOINS EN MATERIEL**

Désignation du matériel	Quantité	Date prévue de Début de travaux	Observation

Durée totale prévue :

Date de livraison prévisionnelle :

Le Chef de secteur

Date :

Heure :

Le responsable technique

Date :

Heure :

## **SERVICE TECHNIQUE**

Le rôle de ce secteur est d'assurer la mise à la disposition de l'ensemble des pièces et des matériels nécessaires au bon fonctionnement de **METAL-AFRIQUE** dans les plus brefs délais. Les pièces et matériels peuvent être achetés localement, importés ou fabriqués localement.

Le secteur technique est constitué de trois départements :

- Magasin des pièces
- Atelier mécanique général
- Atelier menuiserie métallique

Chaque département a un responsable et le secteur est dirigé par un responsable aidé d'un adjoint.

## **FONCTIONNEMENT**

Le service technique réceptionne tous les matériels achetés par l'entreprise. Ce département dispose d'un registre dans lequel seront notées toutes les réceptions de matériel. Chaque matériel se verra associé un numéro de matricule qui est noté sur le matériel dès sa réception. Lors de la livraison du matériel à l'usine, cette opération sera consignée dans le registre en face de la réception en y indiquant la date et le secteur d'affectation.

A la fin de l'exploitation du matériel, ceci devra être également consigné dans le registre.

### **1- Départements Mécanique générale et menuiserie métallique**

Les départements Mécanique générale et menuiserie métallique fonctionnent de manière autonome comme s'il s'agissait de sociétés de service extérieur en ce qui concerne leur organisation de travail.

Ces départements ont pour fonction principale la fabrication des pièces mécaniques nécessaires au bon fonctionnement de **METAL-AFRIQUE**. IL peut s'agir de pièces destinées au dépannage, à la maintenance ou au stock afin de devancer les demandes.

Lors de la réception d'un bon de travail, celui-ci devra être noté sur le carnet de réception d'ordre. Ensuite le responsable du département devra étudier le travail à faire et établir une fiche de travail indiquant les différentes étapes du travail avec la durée prévue pour chacune de ces étapes ainsi que les besoins en matériel divers pour la réalisation de ce travail. Une copie de la fiche de travail devra être remise au responsable du service technique afin que le matériel soit préparé.

Le suivi des carnets de réception d'ordre devra être assuré par le responsable du service. Ce dernier devra également établir le programme de travail des différents opérateurs du service et

préparer l'ensemble des matériels et outils nécessaires au travail des opérateurs. Il devra rendre compte de manière périodique au responsable du secteur.

**NB :** Le responsable du département doit s'assurer lors de la réception du bon de travail que tous les éléments nécessaires à la compréhension et réalisation du travail sont à sa disposition, sinon il devra les rechercher.

## **2- Responsable adjoint**

Le responsable adjoint doit plus particulièrement s'assurer du suivi des pièces fabriquées localement ou à l'extérieur chez les prestataires de service. Il doit faire l'intermédiaire entre les services demandeurs et son service ou les services extérieurs, afin de répondre à toutes les demandes des personnes chargées de la réalisation des pièces. Il doit également assurer la mise au point et l'archivage de tous les schémas nécessaires à la réalisation des différentes pièces.

En cas d'absence du responsable du département, il devra assurer l'intérim.

## **3- Achats des pièces et matériels :**

Une personne sera chargée des achats sur l'ordre du responsable du secteur. Ce dernier devra préciser le ou les fournisseurs à contacter ainsi que le niveau de prix si possible.

La personne chargée des achats devra également participer à la recherche de nouveaux fournisseurs.

## **4- Responsable du secteur :**

Son rôle est de veiller au bon fonctionnement du secteur en mettant à la disposition des personnes l'ensemble des ressources nécessaires à la bonne réalisation des travaux qui leur sont demandés.

Il doit veiller au bon approvisionnement du stock des pièces afin de réduire au maximum les délais d'attente des demandeurs.

Il livre les pièces, tient à jour le suivi du stock et vérifie que les pièces sont bien montées sur les machines.

Il doit s'assurer que les achats sont effectués dans les meilleures conditions possibles (tenir une base de données des prix et fournisseurs).

Chaque mois, un état des pièces achetées et livrées par le secteur ou machine devra être édité.

### 3.2 LE PROCESSUS DE LA GESTION DES STOCKS THEORIQUE :

#### 3.1.1 La gestion des stocks :

La gestion des stocks est une fonction très importante dans le processus de maintenance en ce sens qu'elle permet de sécuriser les équipements en assurant la disponibilité des pièces de rechanges. Ces dernières sont des articles destinés à remplacer une pièce défectueuse ou dégradée dans un équipement ou une installation.

La maintenance gère les principales catégories d'article qui sont :

##### ➤ **Articles consommables :**

- pièces d'usures ;
- pièces de rechange dans les opérations de maintenance systématique ;
- petites fournitures techniques : visseries, raccords, composants mécaniques, électriques ;
- consommables : huiles, solvant, carburant, siphon ;
- consommables périssables.

##### ➤ **Ensembles, articles non neufs:**

- réparables : pièces ou ensembles déposés, revenus dégradés à l'atelier en état (Banals réparables, spécifique réparables, pièces de sécurités réparables)
- Machines ou matériels inutilisés et mis en dépôt au magasin (immobilisations roulants, immobilisations non affectées)

Le magasin des pièces de rechange qui regroupe en grande partie les pièces utilisées pour la maintenance des équipements et installations de production doit respecter plus ou moins les exigences en termes de stockage notamment

- les entrées et sorties des pièces doivent être maîtrisées ;
- l'ordre de rangement des pièces pour la plupart rationalisé : une place pour chaque chose et chaque chose à sa place, les emplacements sont repérés et les articles stockés sont identifiés ;
- les articles périssables sont particulièrement suivis : dates de péremption surveillées
- l'environnement de stockage est approprié aux composantes stockées : locaux élimatisés pour les pièces de régulation,
- les principes d'organisation du magasin doit être rationnel : articles à fréquence de sortie élevée sont près du guichet, pièces lourdes et volumineuses à accès facile, et moyens de manutention appropriés,
- les inventaires sont effectués périodiquement : inventaire tournant.

#### 3.2.2 Dichotomie du processus :

- **Données d'entrées : (exigences, besoins ...)**

Expression du besoin (bon de sortie magasin, demandes de réapprovisionnement.)

Exigences en terme de stockage ;

Règlements sécuritaires et environnementaux.

- **Éléments de sorties :**

Disponibilité des pièces de rechange (taux de disponibilité élevé des équipements)

Rapidité et qualité des prestations ;

Optimisation de la valeur des stocks ;

Suivi de l'état des stocks.

- **Début (fait déclencheur)**

Maintenance curative, maintenance préventive ;

Arrêts annuels et programmés ;

- **Acteurs :**

Service Gestion des Stocks et Approvisionnement ;

Bureau Technique et d'Entretien (ordonnancement, inspection, préparation) ;

Entretien général ;

Ateliers d'interventions ;

Ateliers électricité / régulation

Ateliers centraux ;

- **Ressources :**

- **Ressources humaines :**

Responsable du magasin ,gestionnaire des stocks , magasiniers , inventaristes ,agents Ordonnancements , inspecteurs , visiteurs , Préparateurs , agents administratifs , conducteurs d'engins de manutention, ...

- **Ressources financières :**

Le budget annuel est composé du budget de fonctionnement et du budget d'investissement. Il est calculé sur la base de prévision sur les besoins de chaque service.

- **Ressources matérielles :**

- **Ressources informationnelles :**

- **Indicateurs :**

- Coût : valeur du stock.

- Délais : taux de rotation.

# **CONCLUSION**

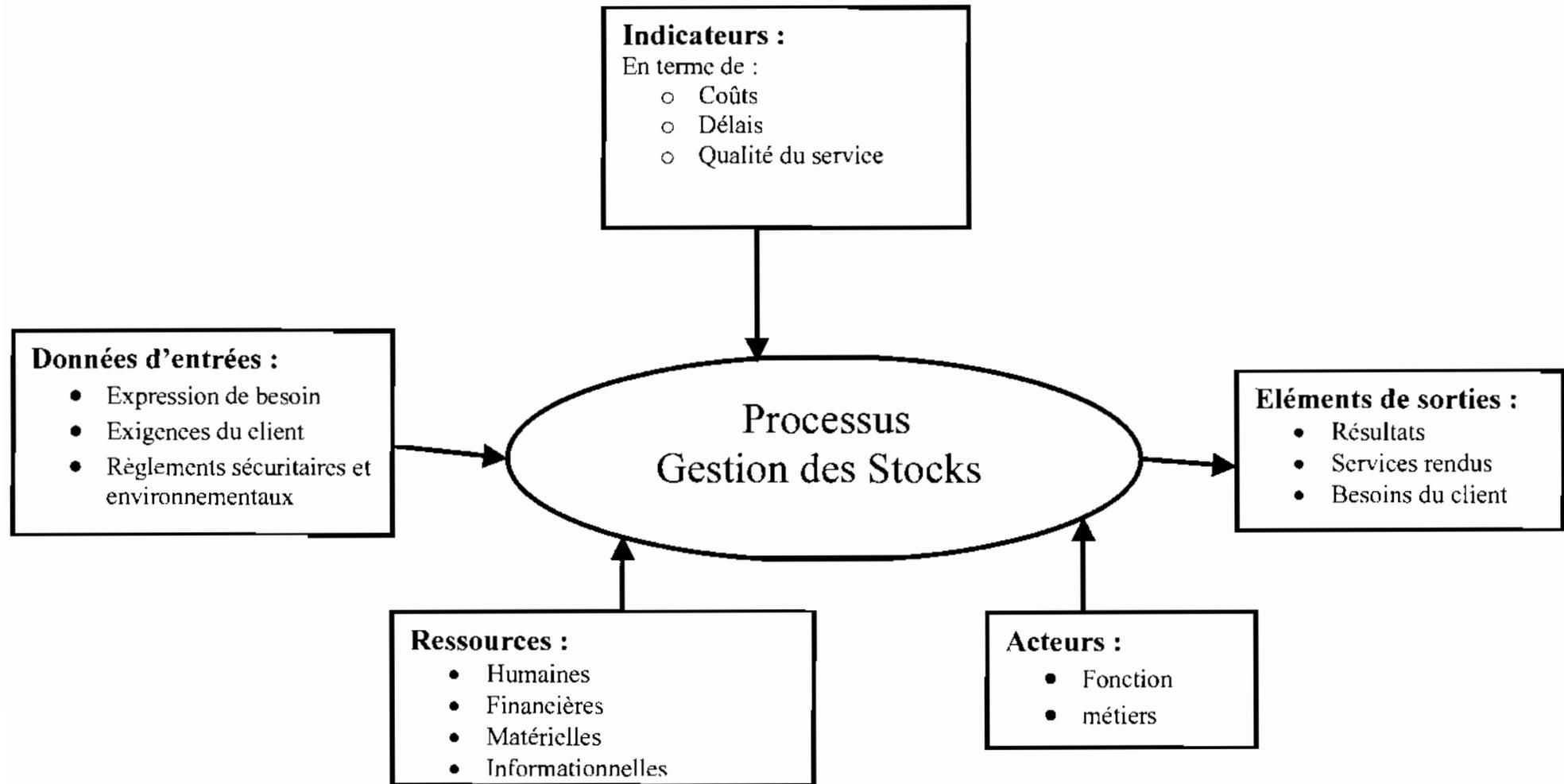
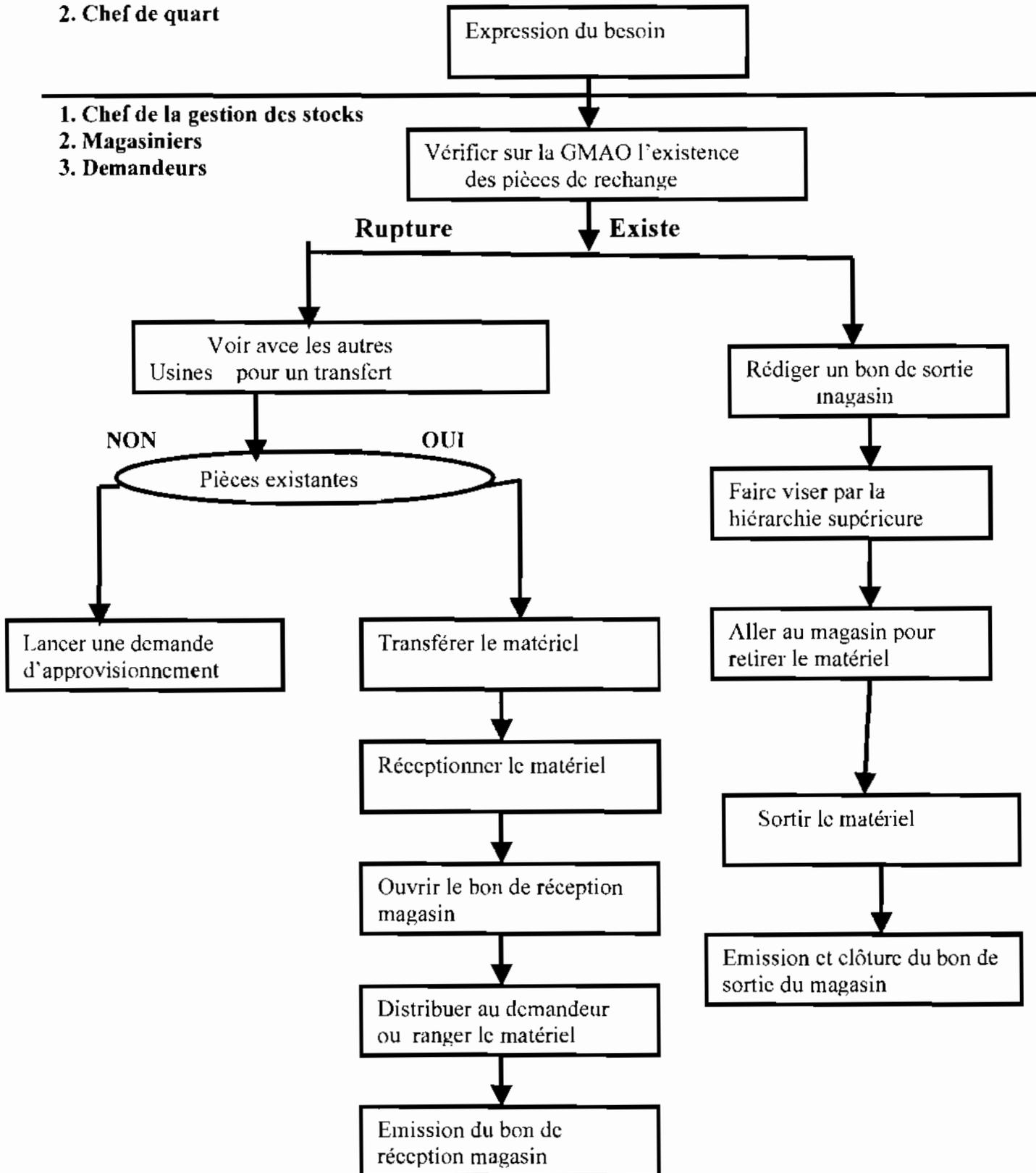


Figure 3.1 : Carte du processus de la gestion des stocks

**3.2.3 Processus de la Gestion des Stocks :**

- 1. Chef de Maint. / Adjoint
- 2. Chef de quart

- 1. Chef de la gestion des stocks
- 2. Magasiniers
- 3. Demandeurs



**Figure 3.2 : Processus de la gestion des stock**

### **3.2.4 Description des activités du processus :**

#### **Expression du besoin :**

La maintenance préventive et curative nécessite des pièces de rechange pour les remplacements et les réparations. Le demandeur établit un bon de sortie magasin après avoir éventuellement vérifié l'existence du matériel à travers la GMAO.

#### **Vérifier sur la GMAO l'existence des pièces de rechanges :**

Le logiciel de la GMAO permet de suivre l'état du stock à partir de n'importe quel ordinateur connecté sur le réseau de l'usine. Le demandeur vérifie d'abord l'existence de la pièce ou du matériel au niveau du magasin avant d'aller sur place.

#### **La pièce existe :**

#### **Rédiger un bon de sortie magasin :**

Le demandeur établit un bon de sortie magasin sur formulaires disponibles en carnet, en deux exemplaires. Il y mentionne, dans les deux zones indiquées :

- son matricule (zone émetteur) ;
- le numéro de la DT ;
- l'imputation analytique de la section ;
- la référence complémentaire éventuellement code équipement ;
- la désignation ;
- le numéro de poste ;
- le code article ;
- la quantité demandée ;
- la date.

#### **Faire viser par la hiérarchie supérieure :**

Il le vise et le soumet à l'approbation de son supérieur hiérarchique habilité. Le cadre et les contremaîtres principaux sont habilités à signer un bon de sortie magasin. Pour permettre aux magasiniers de vérifier ce pouvoir, la liste comportant les spécimens de signature des dits responsables est donnée aux magasiniers.

#### **Aller au magasin pour retirer le matériel :**

Le demandeur va personnellement au magasin pour retirer le matériel. Il présente le bon de sortie magasin signé (les deux exemplaires) au magasinier une fois arrivé au guichet.

#### **Ouvrir le bon de sortie magasin :**

Le magasinier saisit en ouverture le bon dans la GMAO selon les modalités du logiciel.

**Sortir le matériel :**

Après la validation, le système génère le numéro du bon de sortie magasin, la désignation, le numéro d'emplacement, la quantité théorique pour chaque article. Le numéro d'emplacement est relevé sur l'écran et inscrit sur le bon, et puis le magasinier va directement sur l'emplacement retirer l'article et le remet au demandeur.

**Emission et clôture du bon de sortie magasin :**

L'émission se fait en fin de journée en prévision d'éventuels rendus sur sortie, les modalités sont gérées par la GMAO.

**Rupture :****Voir avec les autres usines pour un transfert :**

Il arrive que les articles, en stocks suffisants dans un magasin d'une usine, fassent l'objet de transfert vers un autre magasin d'entreprise moyennant une somme pour pallier à une rupture ou une insuffisance de stock.

**Pièces existantes : oui ou non ?**

A cet effet, le gestionnaire de stock demandeur s'informe auprès de son collègue.

**Oui, pièces existantes :**

Il requiert son accord oralement, avec confirmation sur demande écrite.

A la réception de la demande le gestionnaire fournisseur ouvre, émet et clôture un bon de sortie magasin. Il fait livrer le matériel au chauffeur (ou autre) chargé du transfert, lui fait signer le bon dont il lui remet une copie.

**Ouvrir le bon de réception magasin :**

Le gestionnaire demandeur procède à la réception, à l'ouverture d'un bon de réception magasin (BRM) comme suit :

- motif = 0
- origine = N° BRM magasin expéditeur ;
- approche = T
- transit = imputation magasin expéditeur ;
- fournisseur = TRANSF ;
- prix unitaire = PUMP lu sur la copie du Bon de Stock Magasin (BSM) du magasin expéditeur ;

**Distribuer au demandeur ou ranger le matériel :**

Le magasinier appelle le demandeur pour prendre le matériel ou ranger les articles dans leur place.

**Emission du bon de réception magasin :**

L'émission du bon de réception de magasin est fait également selon les modalités de la GMAO

**Non, pièces existantes :****Lancer une demande de réapprovisionnement :**

Le gestionnaire de stocks dans ce cas particulier lance une demande de réapprovisionnement en suivant la procédure en vigueur.

**3.2.5 PROCESSUS D'APPROVISIONNEMENT :****3.2.5.1 L'approvisionnement :**

Dans l'achat de pièces de rechange, nous avons distingué trois canaux d'approvisionnement :

- Les articles dont la valeur ne dépasse pas une somme de 50.000 francs CFA acquis en vue d'une utilisation urgente : on parlera d'achat comptant. Ils ne sont assujettis à aucun processus d'homologation, ni de demande, et ni de réception.
- Les articles acquis en vue d'utilisation immédiate : on parlera d'achats directs. Ils sont déclenchés par des Demandes d'Achat Utilisateur (DAU). Ils sont assujettis au processus d'approvisionnement habituel de l'entreprise :
  - source d'approvisionnement homologuée ;
  - procédure de passation de commande appliquée ;
  - réception quantitative et qualitative organisée.

Ces deux types d'articles ne sont pas codifiés et ne trouvent pas dans le stock du magasin.

- Pièces ou articles acquis pour une utilisation différée et mise au magasin dans l'attente de leur utilisation.

Nous rencontrons deux cas de figure :

- celui des pièces banalisées : elles constituent généralement les achats stockés et sont valorisées au prix unitaire moyen pondéré.
- celui des pièces immobilisées, considérées comme des immobilisations amorties.

Dans les deux cas, il s'agit de réapprovisionnement du magasin dans le cadre des procédures de gestion des stocks qui sont retenues et du processus d'approvisionnement tel que précisé ci-dessus.

**3.2.5.2) Dichotomie du processus d'approvisionnement:**

- **Données d'entrées :**

Expression du besoin (demandes d'achat, demande de réapprovisionnement)

Exigences en terme de stockage ;

Règlements sécuritaires et environnementaux.

- **Éléments de sorties :**

Disponibilités des pièces de rechange → (taux de disponibilité des équipements) ;

Rapidité et qualité des prestations ;

Optimisation de la valeur des stocks ;

Suivi de l'état des stocks.

- **Début :**

Atteinte des points de commandes ;

Maintenance corrective, maintenance préventive ;

Arrêts annuel et programmé.

- **Acteurs :**

Service Gestion des stocks et Approvisionnement ;

Service d'achat ;

Bureau Technique et d'Entretien BTE (ordonnancement, inspection, préparation) ;

- **Ressources**

- **Ressources humaines :**

Responsable du magasin, gestionnaire des stocks, agents Ordonnancements, inspecteurs, visiteurs, Préparateurs, agents administratifs du magasin

- **Ressources financières**

Il y a un budget totalement géré par le service d'approvisionnement de l'entreprise.

C'est à ce niveau que sont réglées toutes les factures de l'approvisionnement

- **Ressources matérielles**

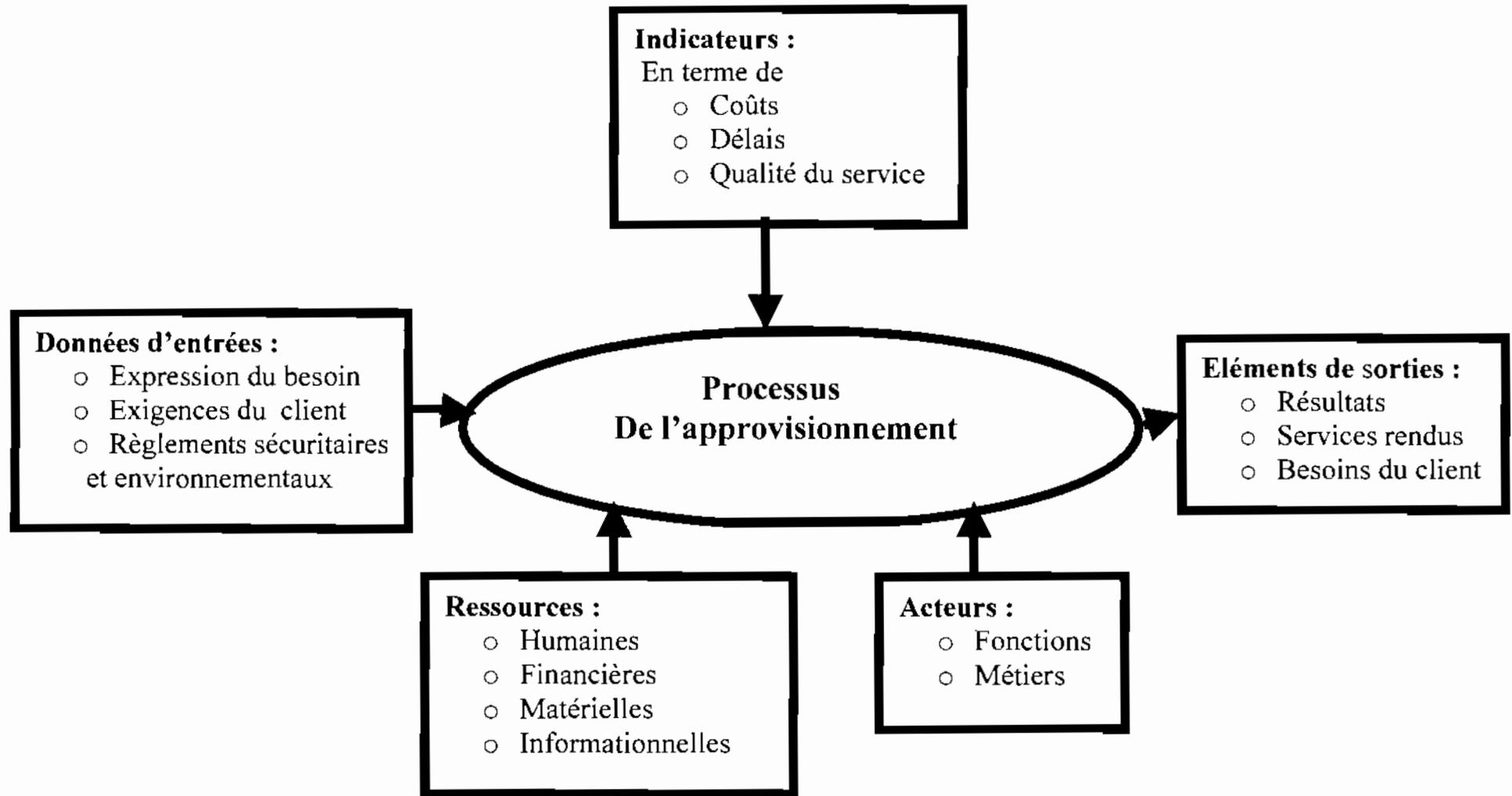
- **Ressources informationnelles**

- **Indicateurs :**

- Coût : valeur du stock ;

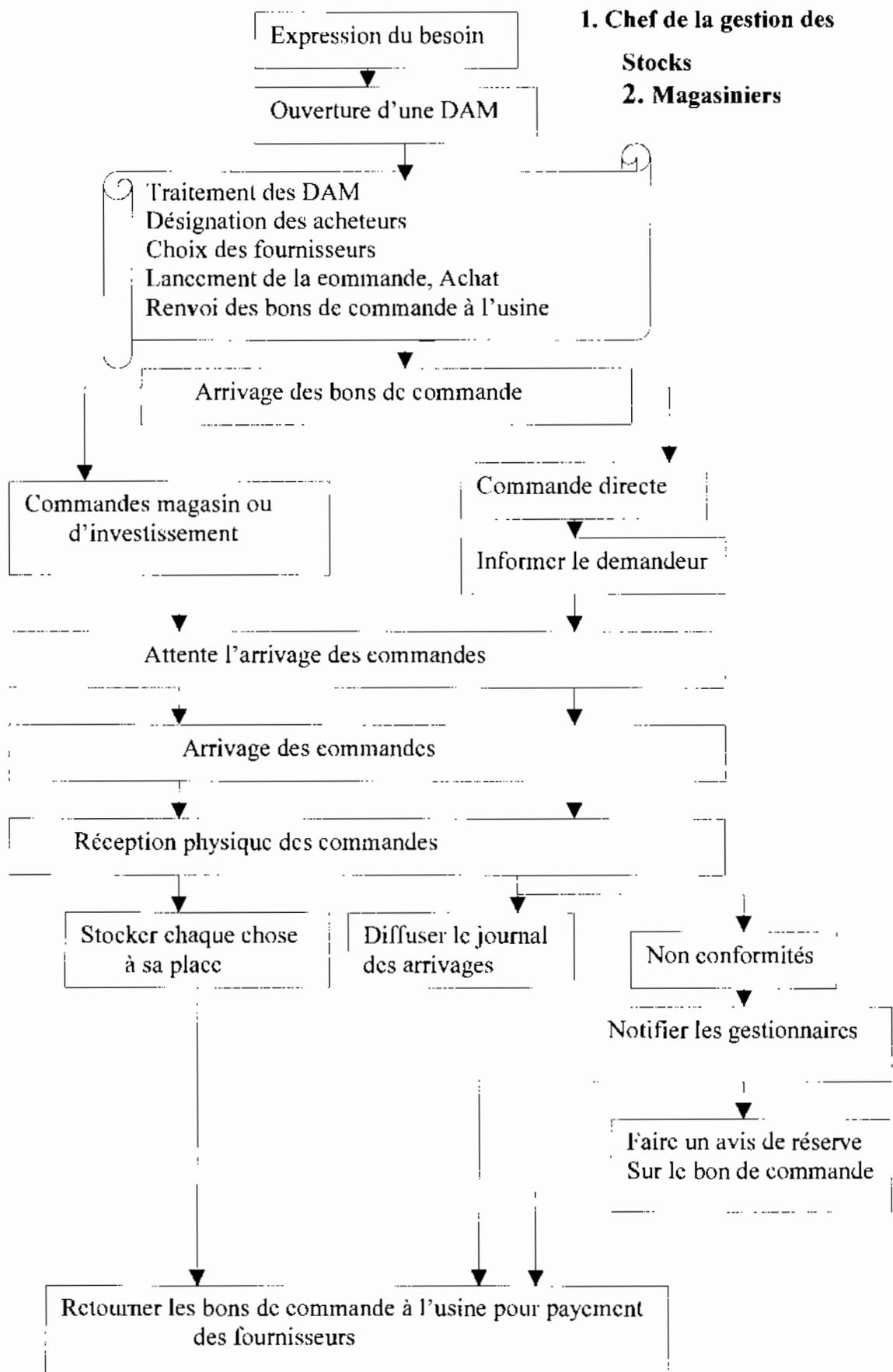
- Délais : taux de rotation ;

- Qualité du service : taux de rupture.



- Figure 3.3 : Carte du Processus de l'approvisionnement :

**3.2.5.3 Processus d'approvisionnement :**



**Figure 3.4 : Processus d'approvisionnement**

### 3.2.5.4 Description des activités du processus :

#### Expression du besoin :

Le besoin d'approvisionnement peut résulter de l'une des principales situations suivantes :

- ✓ Suite à une proposition de première mise en stock, les utilisateurs du BTE demandent en même temps ou ultérieurement un premier approvisionnement ;
- ✓ Selon une périodicité variant en fonction des articles et de l'usine, au choix du gestionnaire de stock, le système génère, sur lancement du programme GESTPER (programme de gestion de stock qui lance automatiquement une demande de réapprovisionnement pour tout article qui atteint son point de commande) un état de tous les articles gérés sur un point de commande (mode de gestion) , ayant eu un mouvement au cours de la période et dont le stock augmenté des étendus est égal ou inférieur au point de commande ;
- ✓ Les ruptures de stocks constatées constituent un autre motif de demande de réapprovisionnement : elles sont signalées généralement par les magasiniers au gestionnaire des stocks qui déclenche alors une demande réapprovisionnement avec l'accord de son supérieur hiérarchique (CDM) sur les quantités ;
- ✓ Les utilisateurs demandent par note interne, le réapprovisionnement d'articles suite au traitement fait sur le programme GESTPER ;

#### Ouvrir une DAM :

Le gestionnaire du stock sur la base de l'un des quelconques motifs énoncés ci-dessus, ouvre une demande de réapprovisionnement magasin (DAM) dans la GMAO selon sa procédure.

A la validation, le système génère sur la DAM les informations complémentaires, notamment : numéro DAM, libellé des articles, étendu, stock existant, paramètre de gestion : point de commande, stock de sécurité, quantité à commander, historique des consommations des quatre dernières années et de l'année en cours, les trois derniers prix, unités de compte.

#### Arrivage des bons de commandes :

Après traitement et transformation de la DAM en bon de commande magasin (BCM) ce dernier est renvoyé au niveau de l'entreprise pour notifier le lancement effectif de la commande : on parlera d'une commande en cours.

#### Attente arrivage des commandes :

L'attente des commandes de l'usine correspond au délai de livraison plus le temps passé au port ou à l'aéroport (commandes étrangères) et la durée du voyage de DAKAR à l'usine.

**Arrivage des commandes :**

Les commandes, qu'elles soient en stock ou en imputation directe, sont livrées au magasin dans les surfaces de stockages par :

- les fournisseurs, pour les commandes locales ;
- le service transit, pour les commandes étrangères, affrétant à cet effet des camions auprès des transporteurs locaux ;
- les camions de l'usine, dans les cas de commandes locales ou étrangères.

**Commande directe, Informer le demandeur :**

Le gestionnaire de stock reçoit du service d'achat un exemplaire de commande qu'il classe « **commande en cours** ».

A la livraison, il en informe le demandeur qui vient procéder à la réception, après quoi il recueille en décharge sa signature sur la commande.

**Réception physique des commandes :**

Les réceptions sont effectuées par le magasinier. Il note les écarts sur son registre d'anomalies et le remet à la fin des opérations de réception, au gestionnaire de stock qui procède à ses vérifications et en informe l'inventoriste.

**Diffuser le journal des arrivages :**

Toutes les livraisons de la journée, qu'elles soient en stock ou en imputation directe, sont saisies au niveau des magasins dans le journal des arrivages. A cet effet, les bons de livraison (BL) reçus au cours de la journée sont classés au fur et à mesure dans une chemise par le gestionnaire de stocks. Sur cette base la saisie est effectuée en fin de journée par l'agent administratif du magasin.

Le journal édité indique notamment :

- les références : numéro de commande, numéro BL ;
- Désignation secondaire des articles ;
- Destinataire : service ou noms dans les cas de commandes en imputation directe.

Le document est largement diffusé au niveau de la maintenance et à toutes les parties intéressées. Il offre ainsi une information rapide et constitue une référence pour d'éventuelles vérifications.

**Stocker chaque chose à sa place :**

Les articles sont stockés dans les locaux en magasins ou dans des parcs à ciel ouvert selon leurs caractéristiques.

Les locaux en magasin sont de qualité différente selon les exigences de conservation et / ou de protection des articles qui y sont stockés. Une logique de stockage sous-tend la distribution verticale des articles dans le magasin construit en hauteur.

**Non-conformités :**

Les non-conformités constatées lors des réceptions sont :

- ✓ Les surplus de livraison
  - les surplus facturés : quantité reçue et quantité BL supérieures à la commande
    - Quantité reçue = quantité BL.
    - Quantité reçue > quantité BL
  - les surplus non facturés : divers cas de surplus non facturés sont à envisager
    - Quantité reçue > quantité commandée > quantité BL
    - Quantité reçue > quantité BL > quantité commandée
    - Quantité reçue > quantité BL mais quantité reçue < quantité commandée
    - Quantité reçue > quantité BL = quantité commandée
    - Quantité reçue = quantité commandée > quantité BL
- ✓ Les défauts techniques : ce sont les écarts entre les caractéristiques techniques demandées et celles qui sont livrées. Ces non-conformités sont diagnostiquées par les services compétents comme le BTE (la préparation, l'inspection.)

# **CHAPITRE IV : EVALUATION DES COÛTS DES MACHINES A METAL- AFRIQUE**

#### 4- EVALUATION DES COÛTS DES MACHINES

L'évaluation des coûts des machines permet de connaître avec exactitude la somme mensuelle qu'il faut pour assurer un bon entretien des équipements de production. Ainsi nous avons souligné au passage les charges dues aux journaliers.

##### 4.1 LES COÛTS ENTRETIEN DES MACHINES

###### 4.1.1 Section Cranteuse-Dresseuse :

###### - CRANTEUSES :

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
roulements			12000
courroies			11000
Robinet eau			10000
Raccord+ colliers			16000
huile			3000
Arrêt d'huile			4000
graisse			3000
Matériels électriques			13000
Matériels plomberies			4000
CRANTEUSE	2	76.000	152.000

**Tableau 4.1 : CRANTEUSES**

**Le coût mensuel total des machines des CRANTEUSES équivaut à la valeur nette de 152.000 f CFA)**

**- DRESSEUSES :**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
courroies			10800
roulements			12.000
huile			2700
Matériels électriques			14.000
Matériels hydrauliques			5.000
Arrêt d'huile			4.000
<b>DRESSEUSES</b>	<b>6</b>	<b>48500</b>	<b>291.000</b>

**Tableau 4.2 : DRESSEUSES**

**Le coût mensuel total des machines des DRESSEUSES équivaut à la valeur nette de 291.000 f CFA)**

**4.1.2 Section Tréfilage :****- Tréfilage à sec :**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
poulies			35.000
axes			7.000
roulements			16.000
filières			57600
galets			3.000
<b>TREFILEURS</b>	<b>8</b>	<b>118600</b>	<b>948800</b>

**Tableau 4.3 : Tréfilage à sec**

**Le coût mensuel total des machines du Tréfilage à sec équivaut à la valeur nette de 948800 f CFA)**

**- Tréfilage à eau :**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
poulies			13.000
axes			6.000
roulements			13000
filières			200.000
galets			4.000
<b>TREFILEURS</b>	12	236.000	2832.000

**Tableau 4.4 : Tréfilage à eau**

**Le coût mensuel total des machines du Tréfilage à eau équivaut à la valeur nette de 2832.000 f CFA)**

**4.1.3 Section Clou :****- Clou**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
Vis de réglage			9.000
coussinets			17400
bagues			12.000
couteaux			40.000
<b>MACHINES</b>	25	78400	1.960.000

**Tableau 4.5: Clou**

**Le coût mensuel total des machines de la section clou équivaut à la valeur nette de 1.960.000 f CFA)**

**Section grillage et barbelés :**

Désignation	Nombre d'unités	Prix unitaire (f CFA)	Prix total (f CFA)
<b>grillage</b>			10.0000
<b>barbelés</b>			12.0000
<b>Total</b>			22000

**Tableau 4.6: grillage et barbelés :**

**Le coût mensuel total des machines de la section grillage et barbelé équivaut à la valeur nette de 22000 f CFA**

**Soit un coût mensuel d'entretien des machines : 6.186.000 f CFA**

**4.2 LES CHARGES DU PERSONNEL**

Le personnel de maintenance de l'usine est composé d'une dizaine de journaliers environs dont chacun perçoit 3500 f CFA) par jour. Il y a le Responsable de maintenance, son adjoint, les chefs de section mécanique et électrique et les chefs de quart

## CONCLUSION

Le projet qui nous a été proposé sur l'étude de la maintenance préventive à **METAL-AFRIQUE**, a été l'objet de beaucoup de recherches.

L'objectif visé était de réduire considérablement les fréquences des pannes des machines au niveau de l'usine avec un coût de maintenance faible. Pour se faire, deux types de **maintenances préventives** ont été élaborés à savoir :

- la maintenance préventive systématique basée sur les remplacements des pièces à une durée précise.
- La maintenance préventive conditionnelle basée sur des mesures, des contrôles, des visites etc...

De cette étude, nous avons retenu d'appliquer la **maintenance préventive systématique à METAL-AFRIQUE**. Cette solution présente le moindre coût et son intérêt réside surtout dans sa simplicité et sa facilité d'adaptation au personnel existant à **METAL-AFRIQUE**.

Elle permettra à l'entreprise d'améliorer de manière significative sa production.

Les manques de rigueur dans le choix et le pilotage des agents de maintenance entraînent beaucoup de non-conformités, donc impliquent des coûts de non qualité. Ce qui est en port à faux avec les objectifs de **METAL-AFRIQUE**, qui sont de réduire les coûts de la production. Notre séjour sur le site nous a permis de constater manque de rigueur dans la gestion de la maintenance surtout au niveau du respect des plannings des travaux mais également au niveau de l'organisation de l'équipe d'intervention de la maintenance. Nous proposons une mise en pratique de ces recommandations à travers les plans d'actions de l'usine.

Ce rapport se veut donc être la base de travail du pilote des processus de maintenance.

## **RECOMMENDATIONS**

**Recommandations :**

- Définir les missions et décrire les fiches de poste.
- Mobiliser une forte dynamique pour la sécurité.
- Mettre en place des fiches ou un outil de gestion des stocks (pour chaque référence, le stock initial, le stock minimum, le stock d'alerte et un suivi à chaque sortie).
- Former le personnel aux règles de gestion des stocks applicables
- Définir un processus de déclenchement des commandes en tenant compte des délais internes.
- Etablir un tableau des conditions générales de service (délai, période de commande, délai de livraison et d'acheminement,.....) à partir des historiques.
- Définir les ressources nécessaires : compétences, équipements informatiques, système d'information.
- Définir un module de formation interne aux documents applicables en maintenance
- Evaluer de façon hebdomadaire tous les manques de traçabilité rencontrés, analyser les causes et mettre en place un groupe d'amélioration.
- Renforcer la fonction de préparation et d'organisation de la maintenance
- Avoir pour chaque équipement :
  - une fiche technique, où figurent les informations relatives à chaque machine (fabriquant, spécifications techniques, date d'achat, date de mise en service, modifications techniques subies, période et clause de garantie, nom du fournisseur).
  - Une fiche historique de l'élément qui contient l'information sur toutes les activités d'entretien concernant une unité depuis l'instant de sa mise en service. On retrouve sur cette fiche la date d'entretien, le lieu où il a été exécuté, les pièces qui ont été changées, la cause de l'entretien préventif ou panne – le type de panne, etc...
    - Elaborer et diffuser des notices d'utilisation des équipements.

Enfin nous recommandons au Responsable de la maintenance de METAL-AFRIQUE de mettre sur pied une équipe qualifiée qui pratique à la lettre la maintenance préventive systématique proposée comme suit :

<b>Type de Maintenance</b>	<b>Type D'ensemble</b>	<b>Opérations de maintenance</b>	<b>Objet de l'opération</b>
<b>Systematique</b>	<b>Ensembles mécaniques</b>	<b>Remplacements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de l'huile, des boîtes de vitesse, des réducteurs, des mécanismes en mouvement ;</li> <li>- des filtres ;</li> <li>- des pièces d'usures, plaques de glissière, plaquettes de frein, disques d'embrayages,</li> <li>- des roulements, des paliers</li> <li>- des ressorts.</li> </ul>
		<b>Réglage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- des jeux de glissière ;</li> <li>- des tensions de courroies ;</li> <li>- des pressions.</li> </ul>
	<b>Ensembles électriques</b>	<b>Remplacements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- des contacts ;</li> <li>- des éléments soumis à la fatigue thermique résistance de chauffage, ampoules électriques</li> <li>- des condensateurs.</li> </ul>
		<b>Réglage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- de l'impédance des circuits, des potentiomètres.</li> </ul>



### **Références Bibliographiques**

James, P, Womack. Maintenance Industrielle

Professeur Daniel T. Jones. Maintenance Industrielle

Sénéchal, Olivier. Maintenance générale

ESSAFFANI, A. la maintenance, Septembre 2000

Maîtrise et Gestion de la maintenance, Tome I

VERDIER, J. Maintenance des périmètres irrigués

## ANNEXE

### Questions posées aux employés de la maintenance :

- Etes-vous au courant de la nouvelle démarche qualité initiée par la direction ?
- Par quel moyen êtes-vous au courant ?
- Comment comprenez-vous cette politique qualité ?
- Quelles sont les tâches qui vous sont assignées ?
- Y'a-t-il une préparation de travail avant toute exécution ?
- Que pensez-vous de votre volume de travail ?
- Des moyens nécessaires sont-ils mis à votre disposition ?
- Qu'est-ce qui n'existe pas et qui devrait exister ?
- Quelle est la fréquence des pannes ? et le taux de pannes ?
- Les historiques sont-elles analysées pour faciliter les éventuelles réparations ?
- Comment sont faites les analyses ?
- L'innovation et la créativité sont-elles permises ?
- Sentez-vous le besoin d'avoir une formation complémentaire en vue d'accroître vos performances ?
- Quels types de formation ?
- Quels sont les objectifs de votre service ? Quels sont les objectifs qui ont été fixés ?
- Quels sont les cas ou situations où le planning est établi ?
- Comment sont faits les plannings ? Quand sont faits les plannings ? Qui les fait ?
- Quels sont les critères tenus en compte pour la réalisation des plannings ?
- Le suivi des demandes et d'exécution des petits travaux neufs est-il bien défini ?
- Une évaluation des performances des interventions est-elle faite ? Par qui et quand ?
- Enregistrons systématiquement tout travail demandé et attribue-t-on immédiatement un délai de réalisation fiable ?
- Comment se fait le choix de la maintenance appropriée ? C'est-à-dire selon quels critères ? Qui le fait ?
- Comment se fait la clôture des DT ? Qui la fait ? Quand la fait et où le fait-on ? Y'a-t-il un délai de retour des DT après exécution des travaux ?
- Trouve-t-on facilement un terrain d'entente entre la production et la maintenance pour fixer jour, date et heure de mise à disposition des installations ?
- Quels sont le taux de maintenance préventive et le taux de maintenance ?
- Quels sont les indicateurs sur lesquels sont bâtis les tableaux de bord ?

- Quels les préoccupations et les problèmes que vous rencontrez dans le cadre du travail
- Quelles sont vos suggestions et recommandations pour une bonne pratique de la maintenance ?