



OFPPT

**RESUME THEORIQUE  
&  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°9: GESTION DE LA MAINTENANCE**

**SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE**

**SPECIALITE : ÉLECTROMECHANIQUE DES  
SYSTEMES AUTOMATISES**

**NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 1 sur 1

**Document élaboré par :**

**Nom et prénom**

**MJIDILA AHMED**

**EFP**

**ITA**

**H.HASSANI II**

**DR**

**DRGC**

Révision linguistique

-  
-  
-

Validation

-  
-  
-

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 2 sur 2

**Module :09- ESA****Code :****Durée :45h****OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE  
COMPORTEMENT****COMPORTEMENT ATTENDU**

**Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit appliquer des techniques de gestion de maintenance selon les conditions , les critères et les précisions qui suivent.**

**CONDITIONS D'EVALUATION****A partir :****de directives ;****de devis simplifiés ;****d'analyse de cas simplifiés****A laide :****de catalogues des manufacturiers ;****de logiciels d'inventaire ;****de logiciel de DAO ;****de normes sur l'électricité, le gaz , l'air et l'eau.****CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE****Respect des directives ;****Respect des normes en vigueur ;****En conformité avec les modèles de présentation établis.****Qualités des travaux remis**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 3 sur 3

<b>PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU</b>	<b>CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE</b>
<p>Appliquer les techniques de la gestion des opérations de maintenance.</p> <p>Appliquer des techniques de gestion informatique de des inventaires.</p> <p>Appliquer une technique de gestion de l'espace d'un atelier ou d'un laboratoire.</p>	<p>Définitions correctes des types d'organisation.</p> <p>Analyse correcte des types de maintenance.</p> <p>Définition judicieuse du rôle des intervenants</p> <p>Recherche informatisée des items en inventaire.</p> <p>Organisation adéquate d'un système de classification.</p> <p>Traçage adéquat des plans et croquis d'aménagement .</p> <p>Utilisation correcte des normes d'installation des alimentations en électricité , en gaz, en air et en eau.</p>

**Sommaire**

<b>1</b>	<b>les types d' Organisation de maintenance.....</b>	<b>11</b>
1.1	generalites.....	11
1.2	Département de maintenance.....	12
1.2.1	fonction maintenance .....	13
1.2.2	les sous-fonctions.....	14
1.3	les niveaux de la maintenance .....	16
1.3.1	Premier niveau.....	16
1.3.2	Deuxième niveau .....	16
1.3.3	Troisième niveau.....	17
1.3.4	Quatrième niveau .....	17
1.3.5	Cinquième niveau .....	17
1.4	types d'Organisation .....	17
1.4.1	organisation centralisee.....	21
1.4.2	organisation sectorielle.....	21
1.4.3	organisation departementale .....	21
1.5	rôles des interventions.....	21
<b>2</b>	<b>les caractéristiques du système de gestion de la maintenance .....</b>	<b>22</b>
2.1	termonologie.....	22
2.1.1	defaillance.....	22
2.1.2	prevention.....	25
2.1.3	depannage.....	25
2.1.4	diagnostic .....	25
2.1.5	la fiabilite .....	35
2.1.6	maintenance .....	42
2.1.7	reparation .....	43
2.1.8	Essai .....	43
2.1.9	revision.....	43
2.1.10	modification.....	43

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 5 sur 5

<b>2.2</b>	<b>les pratiques industrielles .....</b>	<b>43</b>
2.2.1	bon de travail (BT) .....	43
2.2.2	regle de securite .....	45
2.2.3	suivi ey mise a jour des dossiers .....	50
2.2.4	rappports .....	54
<b>3</b>	<b>les types de maintenance.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>les types de maintenance.....</b>	<b>55</b>
3.1.1	la maintenance corrective .....	55
3.1.2	LA maintenance preventive.....	57
3.1.3	operations de la maintenance preventive .....	58
3.1.4	mise en œuvre d'une action de maintenance preventive fig.30....	60
3.1.5	les outils de la maintenance preventives systématiques.....	61
3.1.6	Exercices .....	62
<b>4</b>	<b>la relation entre maintenance et stock.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1</b>	<b>generalites.....</b>	<b>63</b>
4.1.1	expressions du besoin .....	63
4.1.2	fonctions a assurer .....	63
<b>4.2</b>	<b>Stock et qualite globale .....</b>	<b>64</b>
<b>4.3</b>	<b>gestion des articles .....</b>	<b>65</b>
4.3.1	calcul de la quantite economique a commander.....	66
4.3.2	calcul mathematique de commande économique .....	67
4.3.3	les methodes de reapprovisionnement :.....	68
<b>4.4</b>	<b>organisation du magasin .....</b>	<b>70</b>
4.4.1	nomenclature.....	71
4.4.2	codification .....	71
<b>5</b>	<b>les composantes d' un système de gestion informatisée.....</b>	<b>72</b>
<b>5.1</b>	<b>plan general d'Implantation d'une gestion de maintenance assistee par ordinateur (gmao).....</b>	<b>72</b>
5.1.1	Conditions préalables ;.....	73
<b>5.2</b>	<b>gestion informatisee.....</b>	<b>75</b>

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 6 sur 6

5.2.1	<b>CARACTERISTIQUES D'UN LOGICIEL DE GMAO.....</b>	<b>75</b>
5.2.2	gestion informatisee des stocks.....	76
5.2.3	gestion informatisee des achats .....	80
5.2.4	gestion informatisee des effectifs.....	81
5.2.5	gestion informatisee des bons de travaux.....	82
5.2.6	Les fonctions complémentaires de la GMAO. ....	87
6	<b>les parametres a surveiller dans l' elaboration d' un plan d' Implantation d' un système de gestion informatisée .....</b>	<b>89</b>
6.1	parametres a surveiller .....	89
6.1.1	Le lancement du projet .....	89
6.1.2	Les étapes du projet.....	89
6.1.3	Le recensement, le découpage et la codification des équipements et installations concernés. ....	90
6.1.4	La préparation de la formation des utilisateurs.....	93
7	<b>l' ordonnancement d' une tache de maintenance.....</b>	<b>94</b>
7.1	generalités.....	94
7.2	planification des travaux.....	95
7.3	terminologie de la planification.....	95
7.3.1	Projet.....	95
7.3.2	chemin critique .....	95
7.3.3	planning .....	95
7.3.4	lissage .....	96
7.3.5	jalonnement.....	96
7.3.6	programmation .....	96
7.3.7	lancement.....	96
7.3.8	avancement.....	96
7.3.9	deblocage .....	96
7.3.10	tache .....	96
7.4	moyens de planification.....	97
7.4.1	diagramme de gantt.....	97
7.4.2	les etapes de construction d'un diagramme gantt.....	97

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 7 sur 7

7.4.3	reseau pert .....	98
7.4.4	methode de construction du reseau pert .....	99
8	travaux pratiques .....	105
9	Liste des références bibliographiques. ....	106
10	annexes .....	108

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 8 sur 8



**GESTION DE LA MAINTENANCE  
RESUME THEORIQUE**

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 9 sur 9</b>

## **MODULE : GESTION DE LA MAINTENANCE**

### **Compétence :**

**Appliquer des techniques de gestion de la maintenance**

### **Présentation :**

**Ce module de compétence générale , situé dans le deuxième semestre du programme de formation et permet au stagiaire d'acquérir les connaissances essentielles pour appliquer les techniques de gestion de la maintenance .**

### **Description :**

**L'objectif de ce module est de faire acquérir les connaissances relatives aux différents types d'organisation de maintenance , aux types de maintenance, aux composantes d'un système de » gestion informatisée , aux techniques de rangement et de classement . Il vise donc à rendre le stagiaire apte à appliquer des techniques de gestion de la maintenance.**

### **Contexte d'enseignement :**

**Bien que la partie théorique de ce module puisse se donner en classe , il serait opportun d'associer des exercices de recherche informatisée, des items en inventaire des ateliers de l'établissement.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 10 sur 10

# 1 LES TYPES D'ORGANISATION DE MAINTENANCE

## 1.1 GENERALITES

Depuis que l'homme conçoit et fabrique des objets, il s'attache à son aspect de durabilité. Plus l'objet est fiable, meilleur il est. Cette idée survit bien dans une société envahie par le jetable. Il a donc toujours fallu faire durer le matériel et pour cela, l'entretenir.

Jusqu'en 1950, la fonction «entretien » était considérée comme un mal nécessaire. Elle ne gérait pas son budget qui était pris en charge par l'exploitant. Ce dernier pouvait ainsi juger de l'efficacité du service entretien des manières suivantes :

Quand il n'y avait pas de panne, l'entretien ne se justifiant pas, son coût devenait exorbitant.

En revanche, les défaillances de l'outil de production étaient perçues comme la résultante de l'incompétence du service entretien, voire de la fatalité ;

A partir de 1950, la mécanique s'affine. L'électronique fait son apparition suivie de l'informatique. Le mécanicien d'entretien fait place au technicien d'entretien, qui se voit confier une nouvelle mission :

Il faut augmenter la productivité et pour cela améliorer la fiabilité, même s'il s'agit là d'une gestion à court terme qui ne tient pas compte de la mort prématurée d'un équipement. Cette notion est d'autant plus négligée à cette époque que le phénomène inflationniste effaçait les erreurs d'investissement, notamment celles où la maintenabilité et la fiabilité n'avaient pas été suffisamment prises en compte.

A partir de 1973, la crise du pétrole impose un retour aux économies. Il devient nécessaire d'avoir une exploitation rationnelle. C'est à cette époque qu'apparaissent les premiers chiffrages mettant en valeur les économies réalisables grâce à une maintenance des équipements.

Aujourd'hui, faire de la maintenance semble incontournable et nous avons assisté ces dernières années à une véritable promotion des valeurs de maintenance. C'est la valorisation de l'esprit de maintenance qui domine de nos jours.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 11 sur 11

## 1.2 DEPARTEMENT DE MAINTENANCE

L'entreprise (fig.1) est la réunion de moyens humains, financiers et techniques pour :

fabriquer et vendre en satisfaisant les besoins en produits et services des consommateurs.

Faire vivre son personnel

Gagner de l'argent pour rémunérer le capital et réinvestir.

Tout ça en s'adaptant continuellement à son environnement .

Pour atteindre ces objectifs il lui faut au moins :

Fabriquer : c'est la fonction production .

- Vendre : c'est la fonction commerciale.

- Maîtriser : le flux d'argent c'est la fonction financière .

Et par fois , suivant les produits , assurer le bon fonctionnement après vente c'est le SAV ( service après vente).

Dans ce cycle la maintenance possède une grande importance due à sa fonction fondamentale.

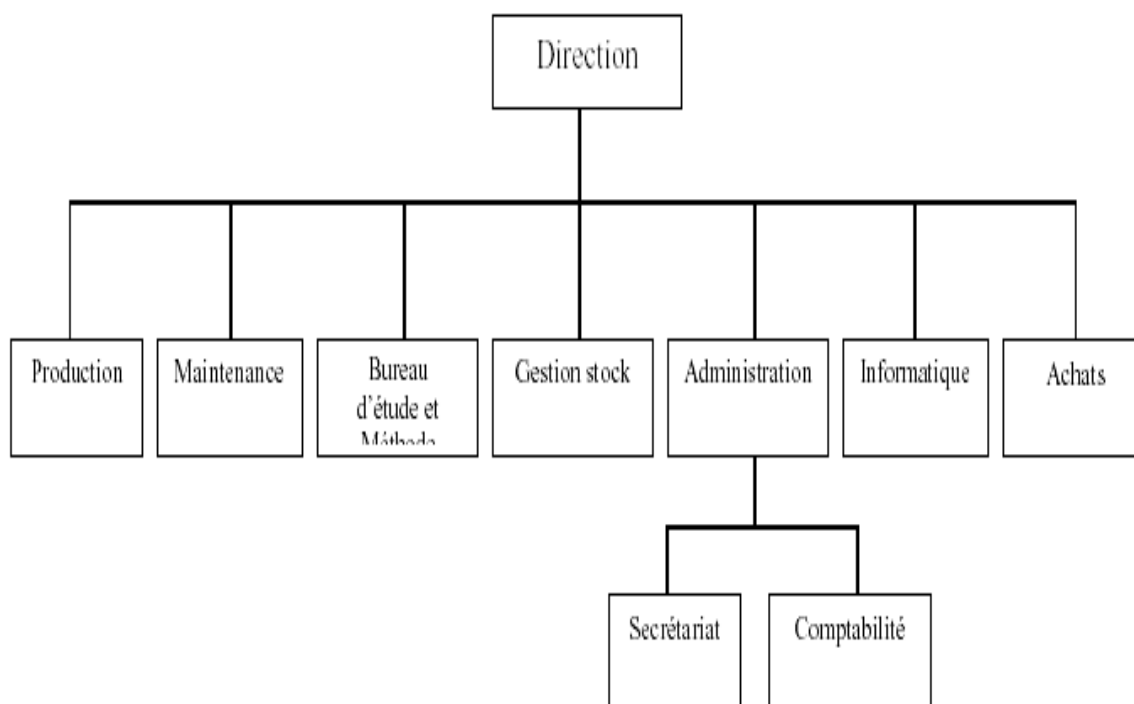


Figure 1 structure de l'entreprise

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 12 sur 12

### 1.2.1 FONCTION MAINTENANCE

Se référant au dictionnaire Larousse , la maintenance est définie en tant que « action ayant pour but de reconstituer en matériel et en personnel les unités éprouvées par le combat ; ensemble des moyens nécessaires à cette action » , alors que l'entretien d'un matériel correspond à « une action ou dépense pour tenir une chose en bon état ».

On note ici la différence essentielle entre les deux définitions : la première (maintenance) apparaît comme plus vaste puisqu'elle vise la reconstitution à la quelle s'ajoute l'amélioration des éléments permettant l'opération d'un procédé alors que la seconde se borne à leur conservation dans un état préalablement défini, « le bon état ».

La norme française X60-010 donne à la maintenance la définition suivante : « La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » .

La maintenance possède aussi sa fonction principale qui est la satisfaction des trois entités de l'entreprise pour un but bien prédéfini. Ces trois entités sont la Direction , la Production et la maintenance fig.2 et fig.3 .

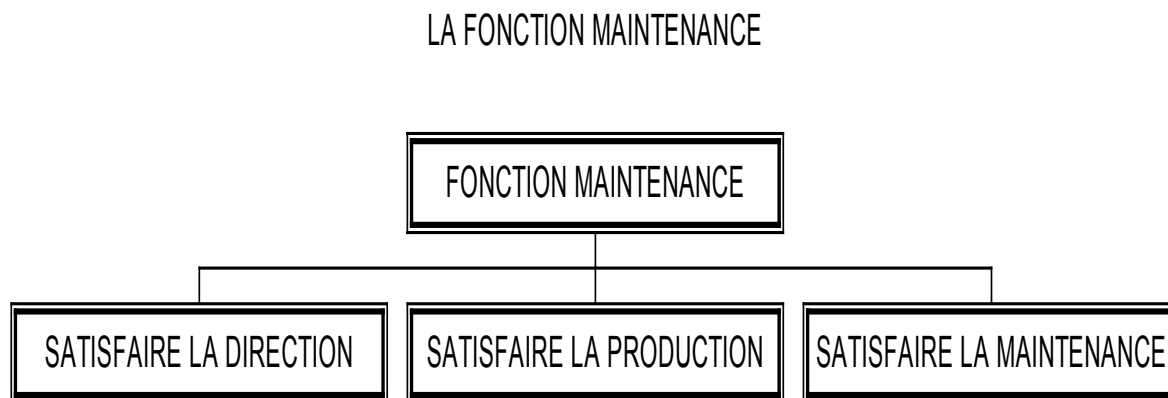


Figure 2 fonction maintenance

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 13 sur 13

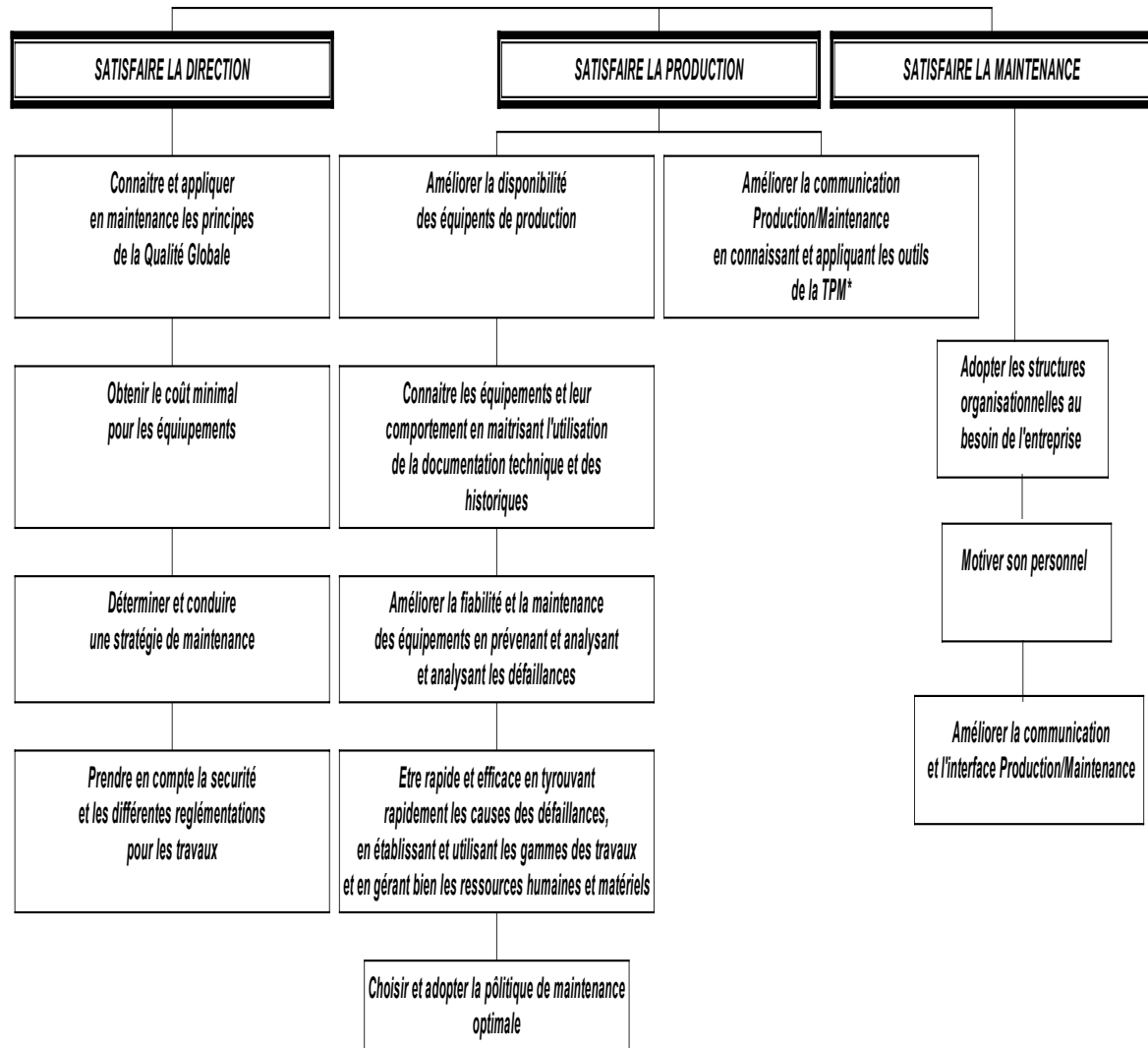


Figure 3 fonction maintenance

- **TPM = Total productive maintenance**

### 1.2.2 LES SOUS-FONCTIONS

La maintenance possède aussi ses sous – fonctions qui peuvent apparaître de manière différente suivant le type du système de production , son importance et son organisation. Par mis ces sous – fonctions on peut citer notamment :

**Secteur maintenance :** cette sous – fonction doit être toujours satisfaite même si elle n'existe pas comme entité physique .Dans l'entreprise moderne où la meilleure affectation des dépenses est l'affaire de tous, le secteur maintenance reste un facteur potentiel de rapprochement et de coordination entre production et maintenance .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 14 sur 14

**Travaux d'entretien :** Cette sous – fonction rassemble dans la majorité des cas tous les moyens d'intervention de la maintenance . Son objectif essentiel résidera donc dans la recherche de la meilleure utilisation des ressources qui lui sont affectées. Elle participe à la préparation des interventions , recherche la meilleure efficacité du personnel d'intervention ( par embauche , sous-traitance ou par formation continue), recherche des nouveaux outillages , recherche la rapidité ,la simplicité et la sécurité de l'accès aux équipements ( par fois par modification justifiée) , et veillant sur l'économie des interventions.

**Inspection :** cette sous-fonction peut être traduite par plusieurs verbes d'action comme vérifier , observer , déduire, préciser, recommander, proposer et interdire.

**Achat :** l'exploitation du système de production engendre , en général, la nécessité d'acquisition de produits de consommation , il s'agit :

des approvisionnements ( charges du système).

des combustibles.

des matériaux courants ( fourniture administrative, équipements de travail pour le personnel).

des huiles , des graisses , des produits chimiques divers,

d'outillage,

d'équipements nouveaux ou en remplacement.

des pièces de rechange,

des services (sous-traitance),

Cette sous-fonction sera rattachée à la maintenance ou non suivant l'importance de des chiffres d'affaires réalisés par les fournisseurs de production et de maintenance .

**Magasins :** la souplesse des travaux de maintenance dépend de la disponibilité et de la qualité de la fourniture mise à la disposition de cette dernière.

**Planning / Préparation méthodes :** cette sous\_fonction est recommandée dans toute entreprise . elle doit s'occuper :

du choix des méthodes de maintenance et de déclenchement des activités au moment le plus opportun.

de création et mise à jour des dossiers d'appareils et des dossiers d'interventions.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 15 sur 15

suiwi des coûts de maintenance et des pertes de production rapportés aux classes d'équipements.

**sécurité surveillance :** Cette activité, par fois considérée comme sous-fonction de la maintenance. Les responsables maintenance devront attacher une attention toute particulière à la gestion de la sécurité , ce personnel de maintenance étant particulièrement exposé.

### 1.3 LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE

#### 1.3.1 PREMIER NIVEAU.

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants, ou certains fusibles, etc ...

**Commentaires :** ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage ou à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

#### 1.3.2 DEUXIEME NIVEAU

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. **Commentaires :** 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.

**Note :** Un technicien est habilité, lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels, et est désigné pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés compte tenu de ses connaissances et ses aptitudes.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 16 sur 16



### **1.3.3**      **TROISIEME NIVEAU**

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

Commentaires : 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 le local de maintenance.

### **1.3.4**      **QUATRIEME NIVEAU**

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

### **1.3.5**      **CINQUIEME NIVEAU**

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaires : Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur ou par le reconstruteur, avec les moyens définis par ce dernier .

## **1.4**      **TYPES D'ORGANISATION**

La structure interne de la fonction maintenance dépend de plusieurs critères :

effectifs des entreprises

nombre des équipements

technicité des équipements

régime de travail : 2x8,3x8, saisonnier ....

Situation géographique : proximité...

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 17 sur 17

**Quelle que soit la structure interne de la fonction maintenance on trouve toujours deux activités principales :**

**une activité intellectuelle de réflexion , d'analyse , d'étude ....**

**Une activité d'action , d'intervention , de réalisation pouvant être co-traitées.**

**Ces deux activités doivent assurer les six tâches de la maintenance :**

- ✓ **Préparation – méthodes,**
- ✓ **Ordonnancement - lancement,**
- ✓ **Magasinage – achat,**
- ✓ **Exécution,**
- ✓ **Analyses,**
- ✓ **Gestion humaine et budgétaire.**

**Dans les entreprises de taille importante, ces tâches sont confiées à des services ou des personnes au sein d'un organisme établi. En revanche, dans les PMI-PME, le responsable maintenance doit souvent en assurer la majorité à lui seul. Il n'empêche qu'il ne peut y avoir de maintenance sans, au minimum, ces six points.**

#### **a. Préparation – méthode**

**La première mission de ce service est de gérer l'historique des interventions, qu'elles qu'en soient leurs natures, c'est-à-dire, recueillir les comptes rendus d'interventions, compiler les données pour fournir des ratios permettant l'analyse.**

**La seconde mission est de préparer les interventions en établissant des fiches détaillées, dans le cas d'opération périodique, en étudiant le déroulement et l'organisation technique d'un chantier ponctuel.**

#### **b. Ordonnancement – Lancement.**

**Cette tâche pourrait aussi s'appeler planification. Elle consiste à organiser dans le temps des interventions de la maintenance. Ce service travaille bien sûr en étroite collaboration avec la fonction planification de l'exploitant.**

**Dans le cas de très gros chantiers faisant appel à des moyens extérieurs, c'est ce service qui déterminera les périodes d'interventions et leur chronologie.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 18 sur 18

**c. Magasinage – achat**

Sa mission est d'assurer la disponibilité et le réapprovisionnement des pièces nécessaires à la maintenance des équipements.

La gestion des pièces de rechange est très spécifique, et elle diffère en de nombreux points d'un stock de production.

Les consommations sont variables et souvent imprévisibles.

Dans le cas de pièces de sécurité, des valeurs importantes de stock peuvent être immobilisées pendant toute la durée de la vie de l'équipement.

Il y a autant de types de gestion que de types de pièce (consommables, pièces spécifiques, pièces de sécurité, échanges standard).

Les achats aussi possèdent des spécificités qui les handicapent lors de leurs négociations.

- ✓ Exaltation empirique des consommations
- ✓ La consommation par référence est faible alors que le nombre de références est élevé.
- ✓ Il y a souvent obligation de passer par des intermédiaires grossistes.

**d. Exécution.**

Les personnels d'exécution couvrent de nombreuses spécialités techniques, comme :

- ✓ Mécanicien,
- ✓ Electrotechnicien,
- ✓ Electronicien,
- ✓ Automaticien,
- ✓ Hydraulicien,

La liste est loin d'être exhaustive et la cohabitation de tous ces métiers pose par fois de problèmes. Dans les petites structures, La mission de ces personnels est bien sûr d'exécuter toutes les opérations de maintenance curative, préventive ou d'amélioration sur les matériels dont ils ont la charge.

**e. Analyses.**

Elles peuvent dépendre de plusieurs services en fonction des différents types d'analyses.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 19 sur 19

L'analyse technique ou des temps passés revient plutôt aux méthodes qui vont rechercher les types de pannes prédominantes sur un équipement ou la répartition des temps par machine.

L'analyse financière est faite par le ou les responsables du service qui pourront suivre ainsi le respect de leur budget par secteur ou par machine.

#### f. Gestion humaine et budgétaire.

Ces deux types de gestion sont confiés à l'encadrement (chef de service, responsable de secteur, chef d'équipe), et ne diffèrent guère de celles de leurs homologues des autres services.

La finalité de l'organisation structurelle de la maintenance consiste à assurer, au moindre coût, le degré de maintenance conduisant à l'efficacité optimale des installations. Suivant l'entreprise, la maintenance peut apparaître sous trois types d'organisation fig 4.

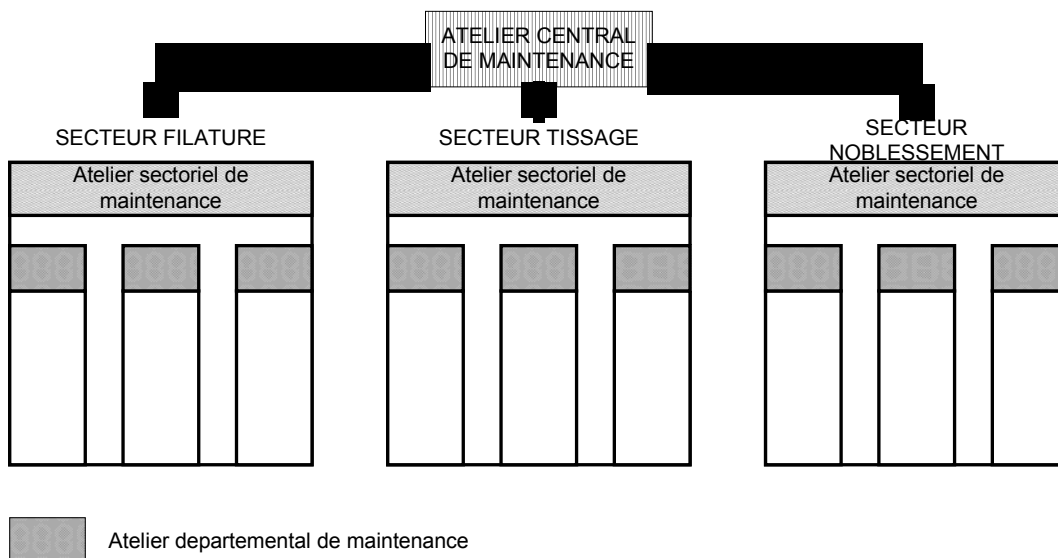


Figure 4 types d'organisation de maintenance

La figure 4 représente une entreprise de textile constituée de trois secteurs :

- secteur de filature
- secteur de tissage
- secteur de noblesse ment

Chaque secteur comprend plusieurs ateliers .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 20 sur 20

### **1.4.1 ORGANISATION CENTRALISEE**

Ce type d'organisation prévoit la concentration de toutes les activités maintenance sous forme d'une seule entité avec un atelier central. Cette entité gère la maintenance globale de toute l'entreprise (de tous ses ateliers et secteurs). Parmi les avantages de ce type d'organisation on peut citer :

standardisation des matériels et des méthodes facilitée.

Unification des procédures , des codifications des systèmes de gestion de l'information.

Possibilité des investissements lourds en moyens.

Optimisation plus aisée de l'emploi des ressources.

Suivi budgétaire plus rapide.

### **1.4.2 ORGANISATION SECTORIELLE**

Chaque secteur d'activité a son atelier sectoriel de maintenance . Comme caractéristiques de ce type d'organisation :

main d'œuvre plus ou moins spécialisée

outillage plus ou moins spécifique

### **1.4.3 ORGANISATION DEPARTEMENTALE**

Chaque atelier a son propre atelier de maintenance , Comme caractéristiques de ce type d'organisation on peut citer notamment :

main d'œuvre spécialisée et très qualifiée

outillage spécifique

gestion simplifiée

## **1.5 ROLES DES INTERVENTIONS**

Intervention est l'action de l'équipe de maintenance , après la manifestation de la défaillance dans maintenance corrective , ou suivant une périodicité donnée dans la maintenance préventive .

Une intervention peut être :

diagnostic

un dépannage

une réparation

un remplacement par échange standard

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 21 sur 21

**une révision**

**essai**

**modification**

**En général les interventions ont pour but la satisfaction de la direction , de la production et de la maintenance .**

**L'intervention enferme en soi quelques phases fondamentales :**

**Détection de la panne ou écoulement de l'échéance ;**

**Transmission de l'information ;**

**Alerte de l'équipe de l'intervention ;**

**Déplacement de l'équipe ;**

**Diagnostic ( en correctif) ;**

**Disposition de rechanges ;**

**Dépannage ou réparation ;**

**Contrôle ;**

**Remise en service.**

## **2 LES CARACTERISTIQUES DU SYSTEME DE GESTION DE LA MAINTENANCE**

### **2.1 TERMONOLOGIE**

#### **2.1.1 DEFAILLANCE**

##### **A. Généralités**

**Les termes de panne et de dépannage, pris dans leur sens strict assez restrictifs , étaient réservés autre fois à des cas d'arrêt total d'une machine et à sa remise en marche plus ou moins parfaite . Actuellement , on utilise plutôt le mot défaillance qui désigne tout ce qui paraît anormal , tout écart de la norme de bon fonctionnement voir fig.5.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 22 sur 22

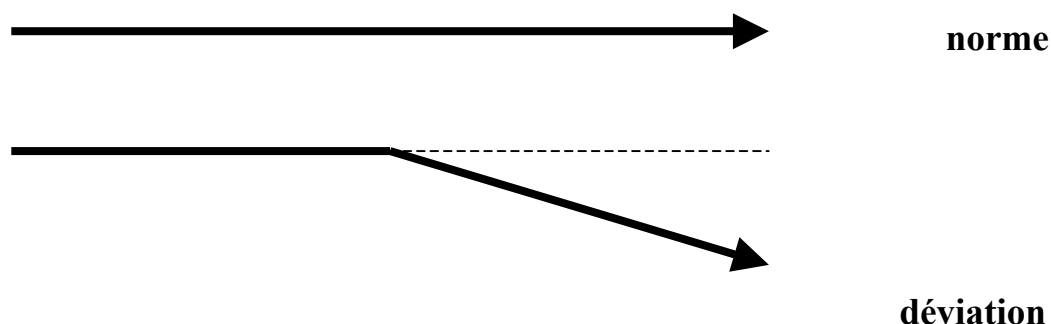


Figure 5 défaillance

Une défaillance pourra être par exemple :

- un bruit anormal ;
- une vibration anormale ;  
la sortie d'un produit non conforme, aussi bien qu'un arrêt total ou partiel de la machine .

**B. Définition normalisée :**

**C'est la cessation (défaillance complète) ou altération (défaillance partielle) d'un bien à accomplir la fonction requise . AFNOR X60-010.**

**C. Analyse d'une défaillance**

**Ma maintenance corrective ne doit pas se contenter de dépanner ou réparer un système défaillant .Elle doit de plus chercher à éviter le renouvellement de la défaillance . Il faut pour cela recueillir toutes les indications nécessaires et une véritable expertise.**

**L'exploitation de ces renseignements peut être immédiate ou différée ; aussi est \_ il nécessaire de les répertorier sous une forme définie et précise afin de pouvoir s'y reporter après un certain temps .**

**Il faut , en particulier , rassembler les six éléments de connaissance suivants :**

- √ causes
- √ manifestation
- √ identification
- √ amplitude
- √ consignes

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 23 sur 23

√ aptitude à être détectée .

Une « fiche d'analyse de défaillance »<sup>1</sup> peut aider dans cette démarche.

## D. Principaux modes et causes de défaillance

√ **Manifestation**

Les défaillances se manifestent suivant l'un des deux modèles ci-dessous :

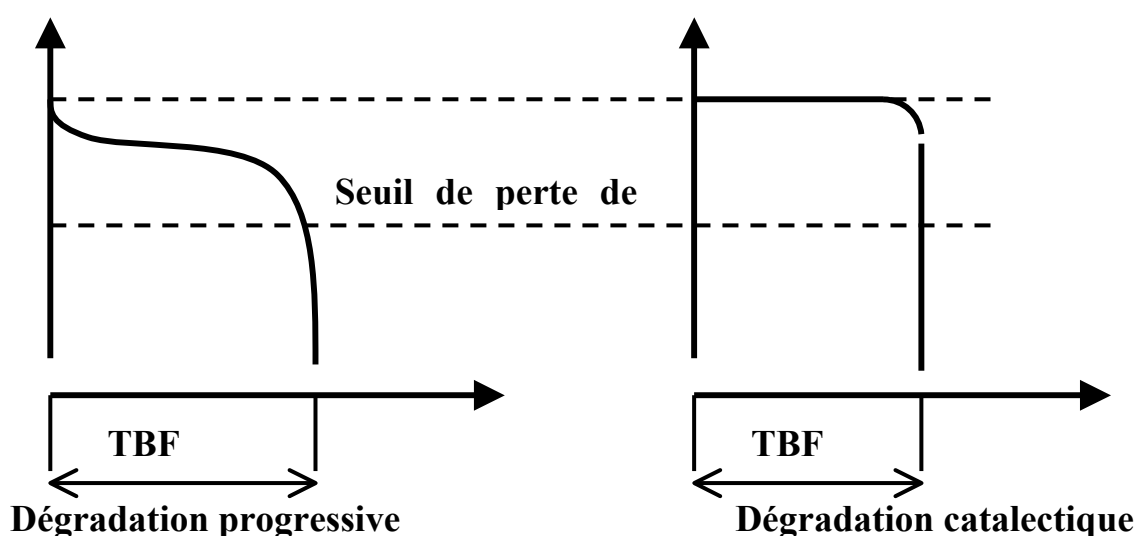


Figure 6 modes d'une défaillance

√ **Causes de défaillance**

Les causes de défaillance sont très variées , on donne ici quelques causes d'une manière exhaustive :

a- la qualité de la matière :

défaut d'origine ;

matière inadaptée ;

défaut de conception ;

Conditions de fonctionnement :

Conditions mécaniques :

Chocs ;

<sup>1</sup> Voir annexes

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 24 sur 24



surcharges ;  
vibrations ;  
fatigue mécanique ou thermique ;  
fluage<sup>2</sup> ;  
usure , abrasion, érosion ;  
corrosion ;  
cavitation<sup>3</sup> ;  
Conditions électriques :  
rupture de liaison ;  
collage ou rupture des contact ;  
claquage.

### **2.1.2 PREVENTION**

C'est l'ensemble des mesures prises pour assurer l'état requis d'un bien ou augmenter son TBF<sup>4</sup>.

### **2.1.3 DEPANNAGE**

La norme AFNOR X60-010 donne la définition suivante : le dépannage c'est l'action sur un bien en vue de le remettre provisoirement en état de fonctionnement avant réparation .

### **2.1.4 DIAGNOSTIC**

La norme X60-010 définit le diagnostic « Identification de la cause probable de la défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection ou d'un test ».

---

<sup>2</sup> la déformation progressive des matériaux supportant des charges pour des longues durées.

<sup>3</sup> Phénomène d'usure causé par les cavité formés dans liquide par variation de pression.

<sup>4</sup> Temps de bon fonctionnement.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 25 sur 25

**RECHERCHE DES CAUSES DE DEFAILLANCE**

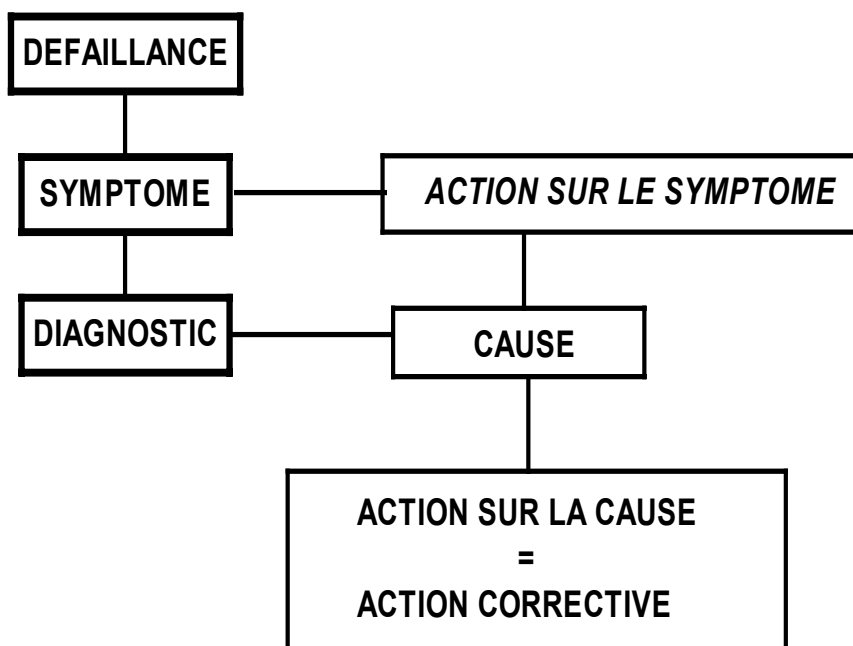


Figure 7 recherche des causes de la défaillance

**Appliquons ce principe à une voiture présentant une défaillance du système de refroidissement.**

**EXEMPLE**

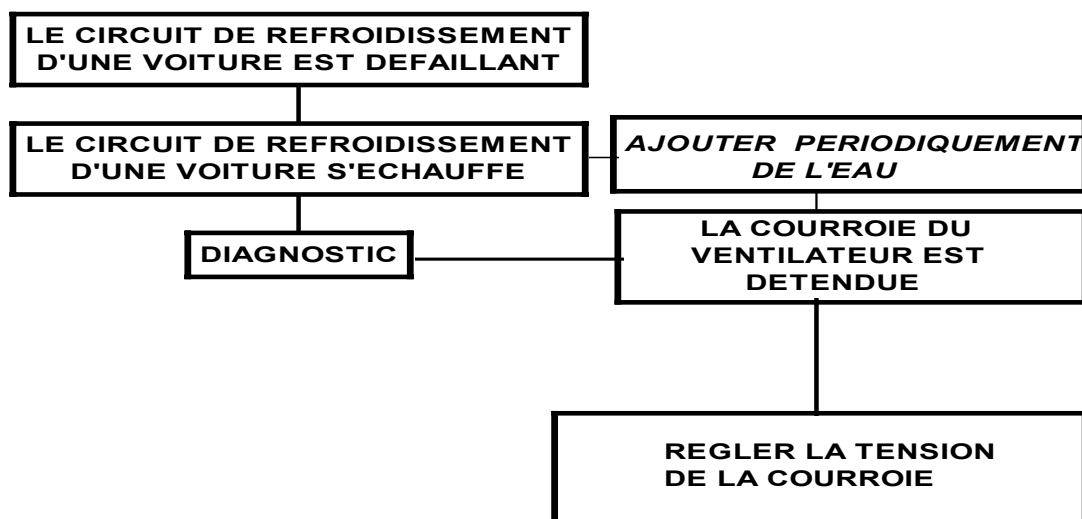


Figure 8 sur chauffage du circuit de refroidissement d'une voiture

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 26 sur 26

On note bien que pour toute action de diagnostic les trois principes doivent être respectés :

- √ Rechercher les causes et non les effets voir fig.7 et 8
- √ Il est préférable d'appliquer un remède à la cause plutôt qu'à l'effet.
- √ Prendre en compte toutes les informations :

Avant toute action de diagnostic on doit procéder de recueillir le maximum d'informations d'une manière rigoureuse et logique en se méfiant du désir de « sauter à la conclusion » et d'utiliser une méthode et des outils adaptées.

Par mis les outils de diagnostique les plus populaires on cite :

les schémas fonctionnels et les dessins ;

Ils servent de supports visuels à un raisonnement logique .

les tableaux causes effets ;

Ce sont des tableaux de double entrée, en lignes on cite les cause et les effets en colonnes, voir fig.9.

CAUSE	EFFET			
	Démarrage difficile ou	Manque de	Fumée excessive	Moteur abîmé
Batterie- circuit démarreur				
Manque de gazoil circuit de combustion				
Manque de pré-chauffage				
Huile trop épaisse				
Injecteur bouché ou cassé				
Joint de culasse				

Figure 9 tableau cause - effet

diagramme d'Ichikawa voir fig 10 ;

Ce diagramme est dressé classant les causes d'une défaillance en six groupes : méthode, main d'œuvre, moyen, matériel, milieu et matière, on l'appelle aussi diagramme 6M.

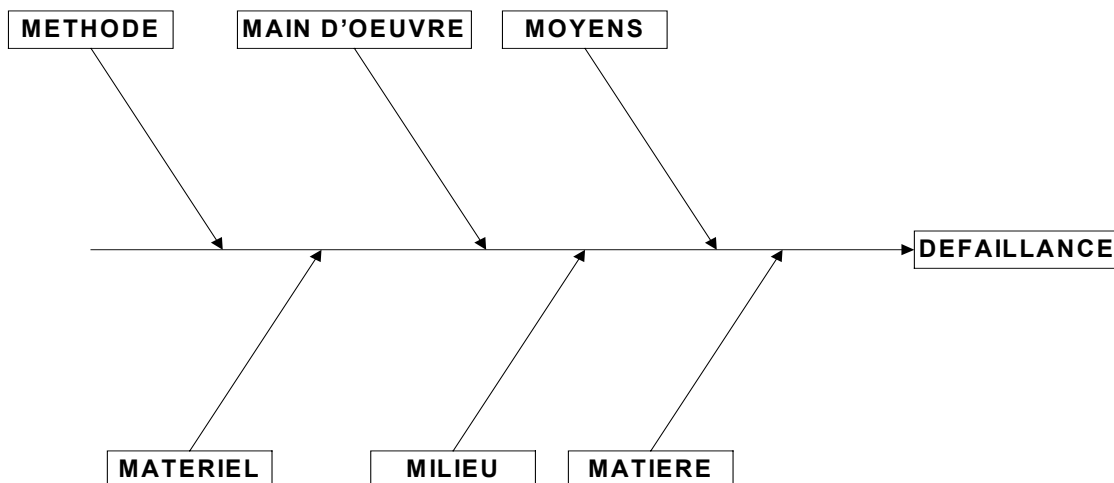


Figure 10 diagramme Ischikawa

Exemple d'application :

Une centrale hydraulique composée de : vérin V, distributeur D à commande Cde, pompe P, manomètre M, soupape de sûreté S, filtre F, réservoir R et de tuyauterie et raccordement T. voir fig.11.

Défaillance : le vérin ne fonctionne plus.

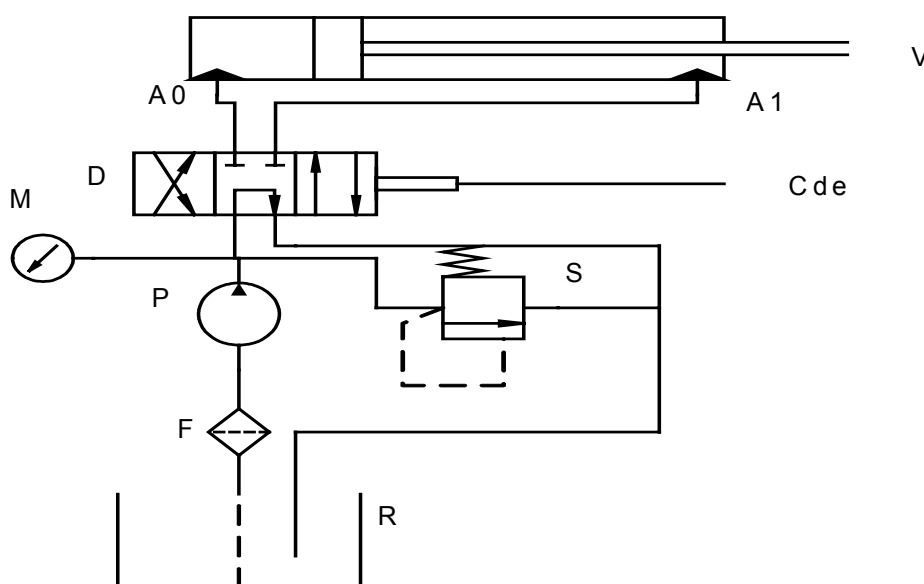


Figure 11 Central hydraulique

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 28 sur 28

Traçons le diagramme d'Ichikawa correspondant voir fig.12 :

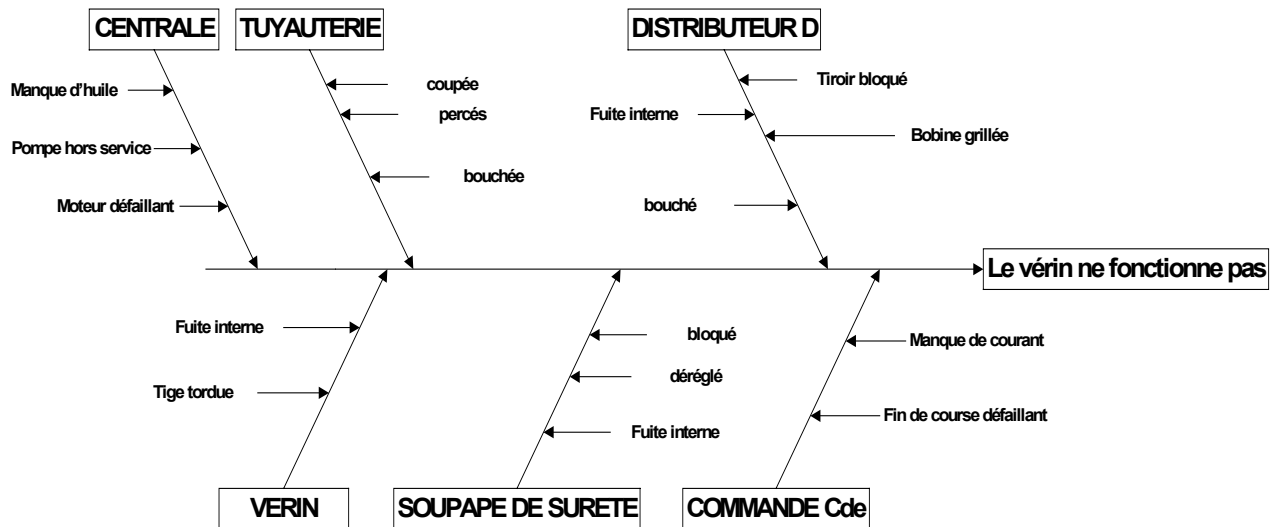


Figure 12 Diagramme Ischikawa pour la centrale hydraulique

### Analyse des modes de défaillance, de leur effet et de leur criticité AMDEC

Cette méthode est utilisée dans les études de la fiabilité prévisionnelle avant construction et installation d'équipements complexes . Mais elle peut être utilisée comme moyen d'analyse des causes de défaillances en service , en particulier si une AMDEC prévisionnelle a été faite à l'origine .

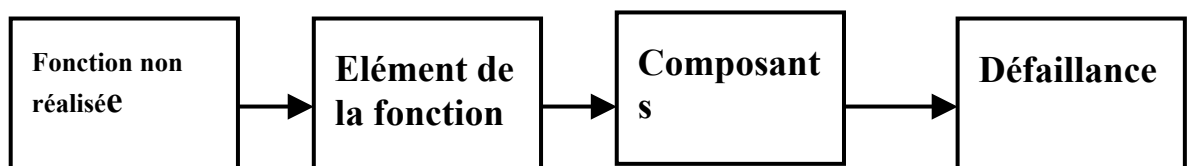
les logigrammes et les « grafkets » de diagnostic ;

Cet outil devient nécessaire si les équipements sont commandés par des automates , ces logigrammes prennent la forme d'une « grafket » qui guide le dépanneur pas à pas dans sa recherche logique .

Les logigrammes se construisent en quatre étapes principales :

1ere étape : poser clairement le problème ;

2eme étape :rechercher les causes possibles suivant le modèle ci dessous ;



**3eme étape : Classement des défaillances**

Pour optimiser la démarche du dépanneur , classer les défaillances suivants des critères précis ( facilité de détection , délai de détection , ..... ).

**4eme étape : traçage du logigramme .**

les symboles utilisés pour le traçage d'un logigramma sont les suivants fig. 13:

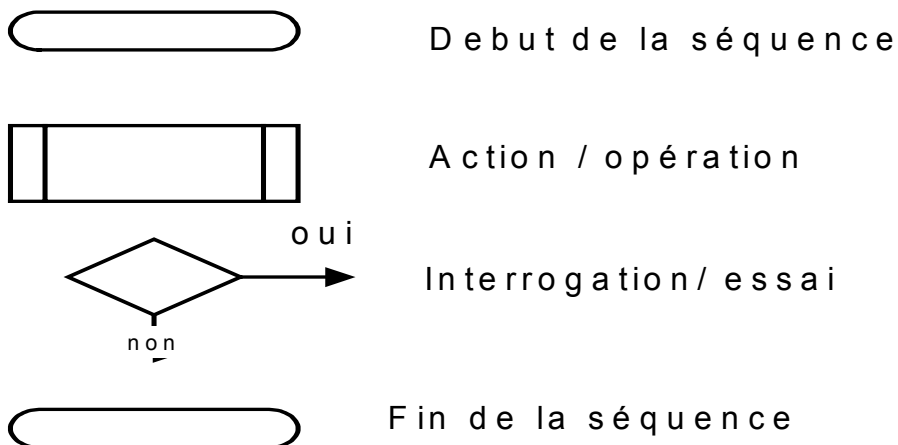
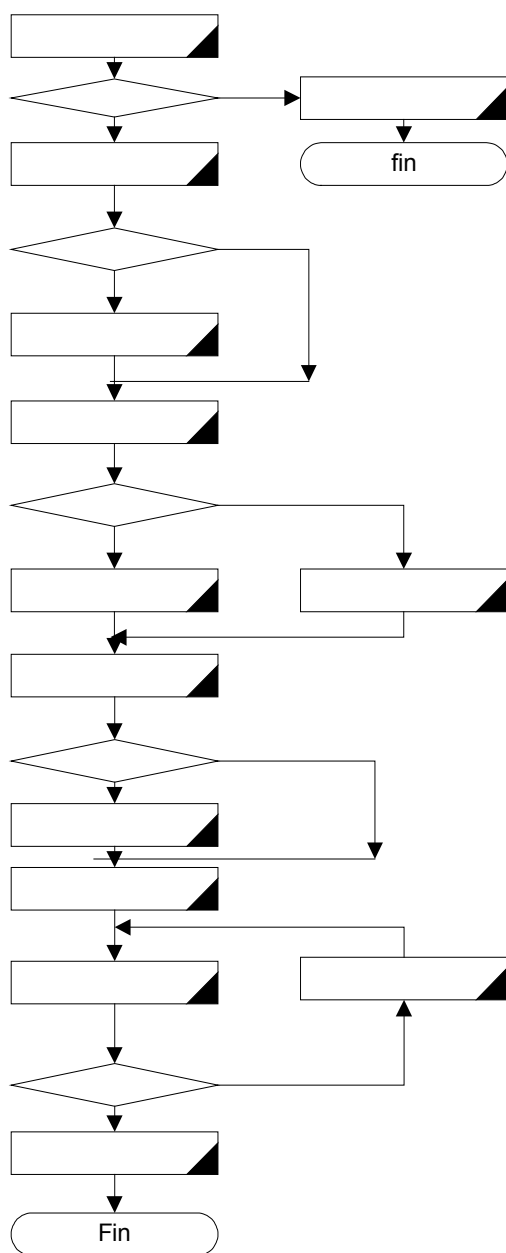


Figure 13 les symboles de base

**Exemple : remplir le logigramme de la fonction suivante : départ au travail en mettant dans chaque symbole le numéro de l'action correspondante voir fig.14**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 30 sur 30



- Liste des actions
- 6- déjeuner
  - 7- faire sa toilette
  - 8- se rendormir
  - 9- partir au travail
  - 10- finir de s’habiller
  - 11- retour à la maison, mettre les clefs de la voiture dans la poche
  - 12- allumer la lumière
  - 13- éteindre la lumière
  - 14- préparer soi même le petit déjeuner
  - 15- faire lever sa femme pour qu’elle prépare le petit déjeuner
  - 16- sortir , descendre au garage
  - 17- le réveil sonne
  - 18- grogner, en lui donnant

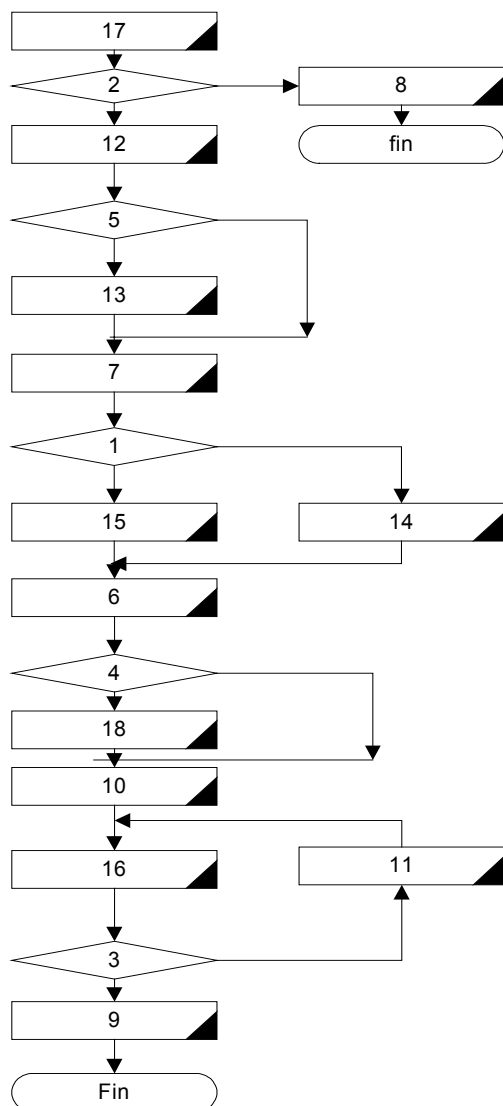
Liste des questions

- 1- marié depuis moins un an ?
- 2- est ce dimanche?
- 3- les clefs sont elles dans la poche ?
- 4- femme demande argent?
- 5- fait - il jour ?

Figure 14 logigramme

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 31 sur 31

## Réponse : voir fig.15



## Liste des actions

- 6- déjeuner
- 7- faire sa toilette
- 8- se rendormir
- 9- partir au travail
- 10- finir de s'habiller
- 11- retour à la maison, mettre les clefs de la voiture dans la poche
- 12- allumer la lumière
- 13- éteindre la lumière
- 14- préparer soi même le petit déjeuner
- 15- faire lever sa femme pour qu'elle prépare le petit déjeuner
- 16- sortir , descendre au garage
- 17- le réveil sonne
- 18- grogner, en lui donnant

## Liste des questions

- 1- marié depuis moins un an ?
- 2- est ce dimanche?
- 3- les clefs sont elles dans la poche ?
- 4- femme demande argent?
- 5- fait - il jour ?

Figure 15 logigramme réponse .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 32 sur 32



**Exemple 2 : la fig.16 présente le logigramme de démarrage d'une voiture essence.**

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 33 sur 33</b>

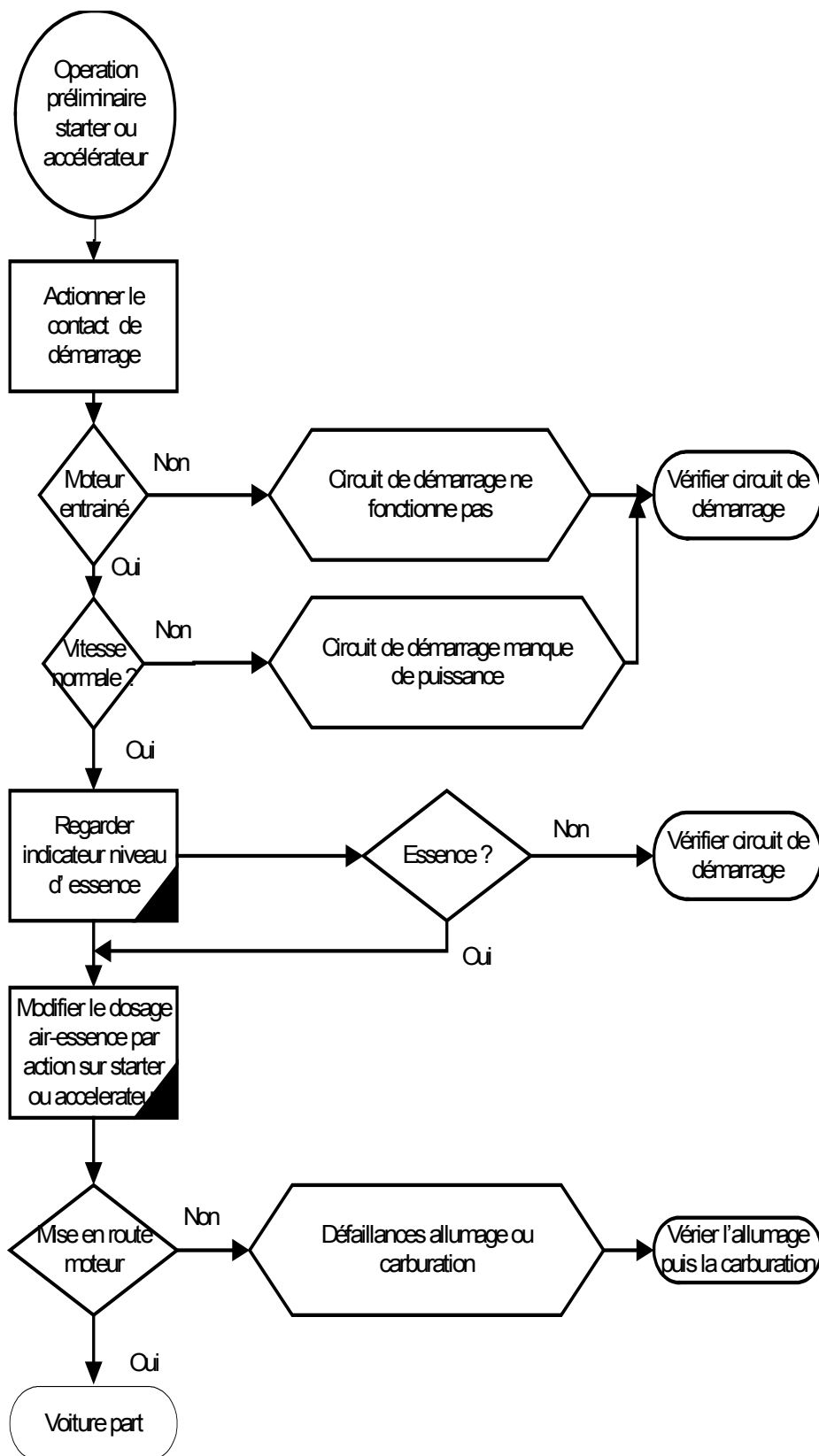


Figure 16 logigramme du démarrage d'une voiture essence.

les systèmes experts de diagnostic « les tests intégrés » ;

Ils sont les derniers développements techniques pour la recherche des pannes. Le progrès informatique a permis le développement des systèmes experts , qui rassemblent des informations , en les utilisant pour en tirer des remèdes et/ou des propositions d'action .

### **2.1.5 LA FIABILITE**

La fiabilité c'est l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné autrement dit c'est la probabilité que le bien accomplisse une fonction donnée dans des conditions données pendant un temps donnée .

Dans la pratique on étudie les fréquences de l'apparition des défaillances comme moyens de jugement de la fiabilité des biens . Les outils de l'étude sont nombreuses et différent suivant l'entreprise , les équipements et la compétence du personnel maintenance, par mis ces outils on cite généralement :

Relevé des défaillances ,

Ce relevé se fait à l'aide des documents suivants ,la fiche d'analyse et l'historique de la machines. L'analyse statistique de ces données permet facilement de recenser les organes fragiles , les interventions répétitives ou coûteuses pour des décisions ultérieures .

Courbe de Pareto (ABC) ;

Généralités .

Cette méthode est un outil de prise de décision quand le plus et le moins importants se distinguent mal .

PARETO , économiste d'origine italienne (1848-1923), travaillant aux Etats-Unis , mit en évidence que 85% de l'impôt foncier était payé par 15% seulement des personnes payants . Des constatations analogues peuvent être faites :

75% des frais de maintenance sont consommés par 20% des équipements de l'entreprise .

80% des accidents de la route sont faits par 20% des conducteurs .

80% des sorties d'un magasin de stockage concernent 20% des articles stockés .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 35 sur 35

**80% du trafic chemin de fer sont assurés par 20% des voies .**

**La méthode nous permet de ranger les éléments en 3 classes :**

**la classe A : peu d'éléments pour un fort pourcentage du critère observé .**

**La classe B : nombreux éléments représentant un faible pourcentage du critère observé.**

**La classe C : le reste des éléments .**

**Application de la méthode ABC en maintenance :**

**Il est très utile d'utiliser cette méthode pour déterminer les urgences ou les tâches les plus rentables à accomplir en maintenance .**

**Par exemple :**

**à quelles défaillances et à quels équipements il faut attacher particulièrement plus d'attention .**

**Rechercher les causes et les améliorations possibles pour ces défaillances.**

**Organiser un magasin en fonction des fréquences de sortie des pièces (nombre de pièces et emplacement ).**

**Décider de la politique à appliquer sur certains équipements en fonction des heures et des coûts de maintenance .**

**C. Méthodologie du traçage de la courbe ABC ;**

**Déterminer le cadre de l'étude et ses limites :**

**Ici on précise le domaine d'analyse par exemple :**

**des mouvements de stock ;**

**évolution de la clientèle ;**

**des activités d'atelier ;**

**des défaillances de matériel .....**

**Préciser le critère étudié.**

**le temps consommé par les défaillances;**

**le coût des interventions;**

**le nombre de défaillances , de pièces en stock....**

**Préparer les données pour la construction de la courbe ;**

**Connaissant le cadre de l'étude et ses limites , il convient de dresser un tableau d'inventaire contenant les données nécessaires .**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 36 sur 36

## TABLEAU D' INVENTAIRE

## Exemples

N° Machine	Nombre de pannes	Nombre heures d'arrêt

Nombre de pièces fabriquées	Nombre de pièces	Coût de fabrication unitaire

N° de pièces en stock	Nombre de mouvements	Coût de stockage unitaire

Après avoir dressé l'inventaire des informations, il convient de :

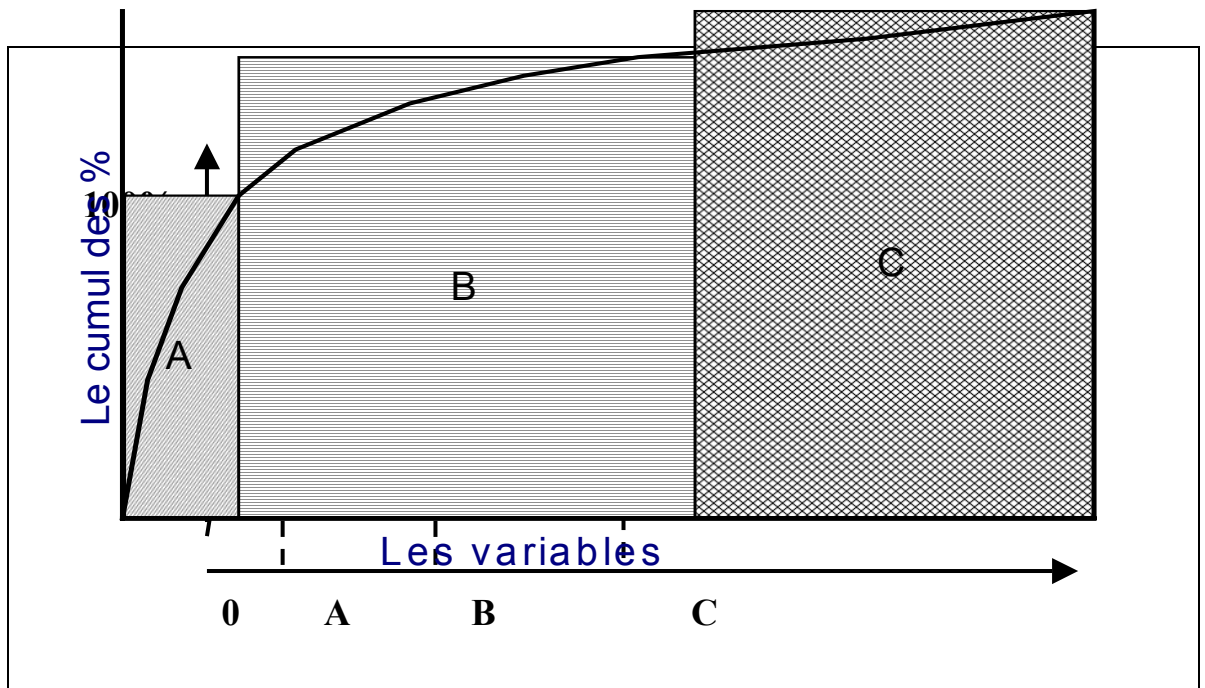
- les classer par ordre décroissant ;
- calculer les valeurs et les % cumulés ;

N° Machine	Nombre de pannes	Cumul des pannes	% des pannes par cumul
$N_i$	$P_i$	$\sum P_i$	$\frac{\sum P_i}{PT}$
Equipement 1	$P_1$	$P_1$	$\frac{P_1}{PT}$
Equipement n	$P_n$	$P_1+P_2+..+P_n=PT$	100

Tracer la courbe en faisant correspondre à chaque variable la valeur du % cumulée à son niveau .

Toutes les étapes sont respectées on aura une courbe de l'allure suivante voir figure suivante .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 37 sur 37



**La zone A enferme le peu des variables présentant le plus grand cumul des % entre 70 et 80 % du cumul total, c'est la zone de première importance.**

**La zone B enferme le groupe de variables de deuxième importance dont le cumul est dans les environs de 10 à 15 % du cumul total.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 38 sur 38

La zone C enferme le reste des variables .

Exemple :

L'étude des historiques d'une ligne de production a donné les résultats suivants :

Sous-système	Temps d'arrêt h	Sous-système	Temps d'arrêt h
1	5	6	7
2	4	7	10
3	35	8	3
4	25	9	50
5	15	10	2

Figure 17 tableau des données

On va pour cette ligne de production construire la courbe ABC.

1ere étape : préciser le cadre d'analyse

dans cet exercice les variables étudiés sont les sous \_ systèmes d'une ligne de production.

2eme étape : préciser le critère observé

Le critère choisi est le temps d'arrêt des sous-systèmes en h.

3eme étape : traiter les données et classer les variables .

Le classement des variables suivant le critère observé et le calcul des cumulés a donné le tableau suivant .

Rang	Sous-système	Temps d'arrêt	Valeur cumulée	
			Somme	%
1	9	50	50	32
2	3	35	85	54.5
3	4	25	110	70.5
4	5	15	125	80.1
5	7	10	135	86.5

<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>142</b>	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>147</b>	<b>94.2</b>
<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>151</b>	<b>96.8</b>
<b>9</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>154</b>	<b>98.7</b>
<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>156</b>	<b>100</b>



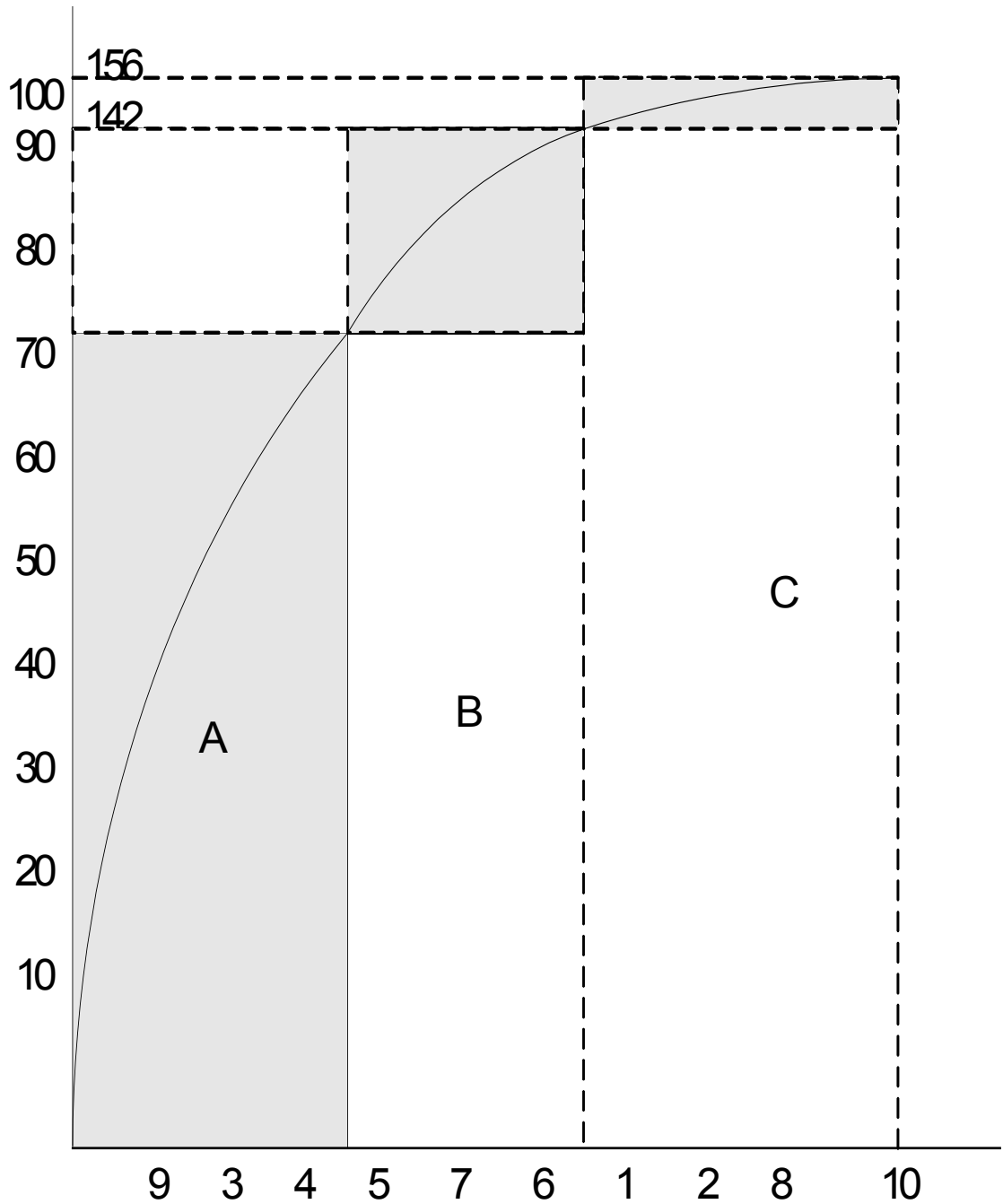


Figure 18 courbe ABC

**4eme étape : construire la courbe voir fig. 18**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 41 sur 41

**On remarque que :**

**Zone A : 30% des s/ensembles (9,3 et 4) cumulent 70% des heures d'arrêt**

**Zone B : 30% des s/ensembles (5,7 et 6) cumulent 21% des heures d'arrêt**

**Zone C : 40% des s/ensembles(1,2,8 et 10) cumulent 9% des heures d'arrêt.**

### **Exercice d'application**

**Dans une entreprise industrielle, le responsable d'entretien a enregistré sur une période d'une année le nombre de pannes et les temps d'arrêt par panne, pour chacun des types de matériels de l'entreprise .**

**Le responsable charge un de ses adjoints de l'organisation des méthodes de réparation qui devra porter en priorité sur les matériels qui ont le plus grand temps d'arrêt demandant le plus de temps d'intervention.**

**Le tableau suivant donnera les temps d'arrêt pour chaque type .**

Type de matériel	Nombre de pannes	Temps moyen/panne h
Chaudière	25	05
Compresseur CO <sub>2</sub>	10	03
Compresseur NH <sub>3</sub>	07	02
Tours	11	01
Vannes automatiques	05	02
Moteurs électriques	30	20
Compresseurs d'air	09	05
Vannes manuelles	10	05
Pompes centrifuges	50	11
Purgeur	13	01
Réducteur de vitesse	06	2

**Question : déterminer la priorité par la méthode de Pareto.**

### **2.1.6 MAINTENANCE**

**La norme française X60-010 donne à la maintenance la définition suivante :  
« La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 42 sur 42

rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » .

### **2.1.7 REPARATION**

intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne .

### **2.1.8 ESSAI**

Ensembles des épreuves et contrôles à faire subir au bien afin de s'assurer qu'il peut accomplir la fonction requise.

### **2.1.9 REVISION**

Ensemble des actions d'examen , de contrôles , et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique , pendant un temps ou une unité d'usage donné.

### **2.1.10 MODIFICATION**

Opération à caractère définitif , effectuée sur un bien en vue d'en améliorer le fonctionnement, ou d'en changer les caractéristiques d'emploi.

## **2.2 LES PRATIQUES INDUSTRIELLES**

### **2.2.1 BON DE TRAVAIL (BT)**

Dans la gestion des interventions la planification et l'édition des bons de travaux BT ou des ordres de travaux OT occupent une place très importantes

Un bon de travail est le document édité pour chaque intervention après la réception d'une demande d'intervention DI dans le cas d'une maintenance corrective ou après l'écoulement d'une échéance dans le cas d'une maintenance préventive . il doit contenir toutes les informations nécessaires à la réalisation de l'intervention par exemple :

La date et l'heure de l'intervention ;

précision de l'intervenant et sa qualification ;

l'équipement sujet de l'intervention

les pièces et la fourniture nécessaires et leurs quantité .

les mesure de sécurité à entreprendre ;

et autres.....

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 43 sur 43

Au BT ,en cas de nécessité, d'autres documents peuvent être joints : croquis , dessin , gamme d'intervention ....

La figure 20 représente un BT type .

BON DE TRAVAIL			N°		
LIGNE	POSTE	DESTINATION			
DATE DE MISSION		: le / /	à	h	m
DATE SOUHAITEE D'EXECUTION :		le / /	à	h	m
NOM DE L'EMETTEUR :					
NOMS D'INTERVENANTS		MATRICULE	SPECIALITE		
.....		.....	.....		
.....		.....	.....		
.....		.....	.....		
TRAVAIL A REALISER (Schémas au verso si nécessaire)					
COMMENTAIRE/ EXPLICATION (Schémas au verso si nécessaire)					

Figure 19 Figure 20 bon de travail

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 44 sur 44

**Remarque : Une fois l'intervention est réalisée un compte rendu (CR) est établi dans le quel les renseignements suivants doivent figurer :**

**la date et la durée de réalisation .**

**nom de l'intervenant.**

**numéro de BT .**

**statut du travail : réalisé , en cours , à pour suivre .**

**les quantités des pièces de rechange de la fourniture utilisées .**

**Quand le compte rendu est visé par le responsable maintenance le Bt est alors validé et classé dans le dossier de l'équipement , les coût de l'intervention peuvent être traités soit par la service maintenance soit par le service de comptabilité suivant l'organisation de l'entreprise ou déduits automatiquement si la gestion est informatisée . .**

## **2.2.2 REGLE DE SECURITE**

### **A. GENERALITES**

**Ici on trouve important de rappeler quelques définitions :**

**Accident du travail :**

**« Est considéré comme accident du travail , quelle qu'en soit la cause , l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant , à quelque titre que ce soit pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise »**

**Cette définition est complétée par trois précisions : l'accident est caractérisé par l'action violente et soudaine d'une cause extérieure provoquant au cours du travail une lésion de l'organisme humain ou la mort.**

**Maladie professionnelle :**

**Une maladie est professionnelle si elle est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique , chimique, biologique , ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.**

**Risque**

**Combinaison de la probabilité et de la gravité d'une lésion ou d'une atteinte à la santé pouvant survenir dans une situation dangereuse .**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 45 sur 45

### Situation dangereuse

Toute situation dans la quelle une personne est exposée à un ou plusieurs risques dangereux.

## B. MAINTENANCE ET SECURITE

L'activité industrielle , au travers des moyens matériels et des procédés qu'elle met en œuvre mais également des personnes qui y sont associés , génère des risques nombreux et variés pour les individus ( risques de lésions ou atteinte à la santé) , mais également pour les biens et l'environnement ( risques de détérioration ou de destruction , pollution).

Les intervenants lors des réalisations des tâches de maintenance se trouvent dans des situations variées c'est pour cela ils doivent être capable ,dans une situation donnée , de mettre en œuvre une méthodologie ( démarche) d'analyse d'accidents , avant et après l'intervention.

## C. LES TROIS PHASES DE LA DEMARCHE

La démarche adoptée comprend trois démarches : décrire, identifier et prévenir voir fig.21.

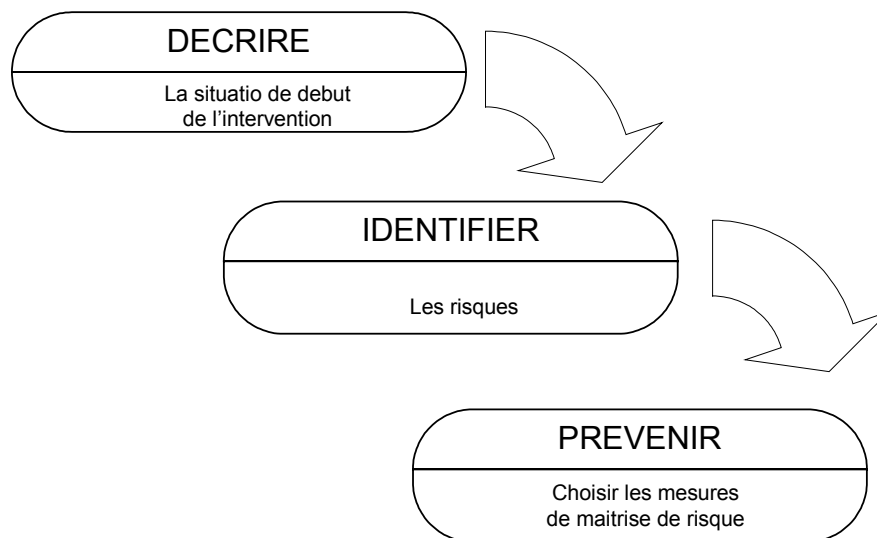


Figure 21 démarche sécurité

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 46 sur 46

## DECRIRE

Ici on décrit la zone à l'intérieur de la quelle s'effectuera l'opération de maintenance , c'est la zone d'intervention.

**Zone d'intervention :** zone dans laquelle peuvent se trouver le et mes opérateurs de maintenance pour effectuer tout ou partie des opérations liées au travail à effectuer , elle peut comprendre d'autres zones disjointes .

Pour faciliter la description de la situation on va se limiter à cinq domaines regroupant les éléments ayants une incidence sur la sécurité fig.22.

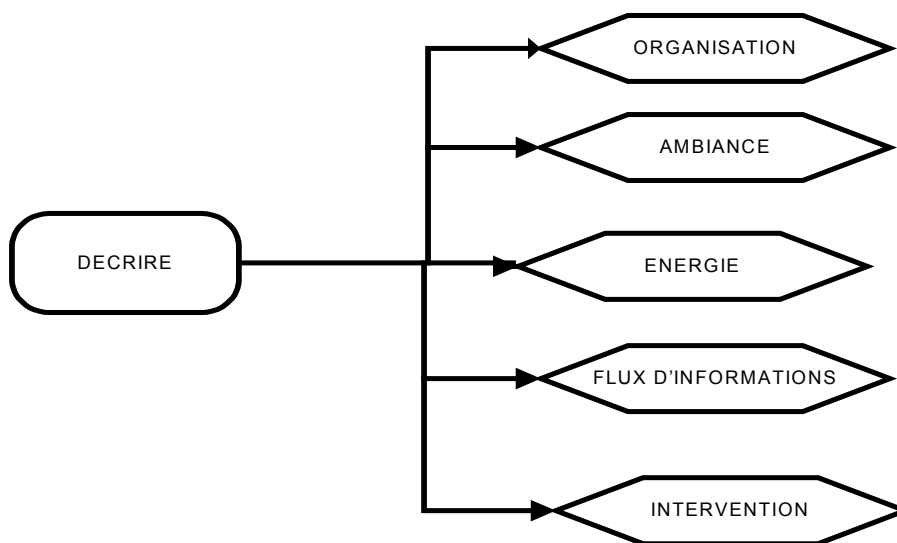


Figure 22 les cinq domaines

### 1<sup>er</sup> domaine : L'ORGANISATION

Déterminer la zone et son accès et identifier l'équipement cible .

### 2eme domaine : L'AMBIANCE :

Préciser les types d'ambiance de la zone d'intervention : ambiance lumineuse , thermique, atmosphérique , et sonore .

### 3eme domaine : ENERGIE

Ce domaine regroupe toutes les formes d'énergie présentes dans la zone d'intervention utilisées ou non : énergie électrique , hydraulique , mécanique, chimique ou énergie de rayonnement.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 47 sur 47

**4eme domaine : FLUX D'INFORMATIONS**

Il s'agit des flux d'informations entrants ou sortants de la zone d'intervention qui précisent les risques que présente l'évolution du système avec les opérations de la maintenance et avec les autres systèmes .

**5eme domaine : INTERVENTION**

L'opération de maintenance peut présenter des risques liés au système et à son voisinage , aux intervenants et aux moyens utilisés .

**IDENTIFIER** les risques présents dans la zone d'intervention.

**PREVENIR** prendre les mesures de protection adéquates .

En appliquant la démarche générale sur les cinq domaines on peut tracer un organigramme général d'organisation d'une intervention comme le montre la figure23.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 48 sur 48



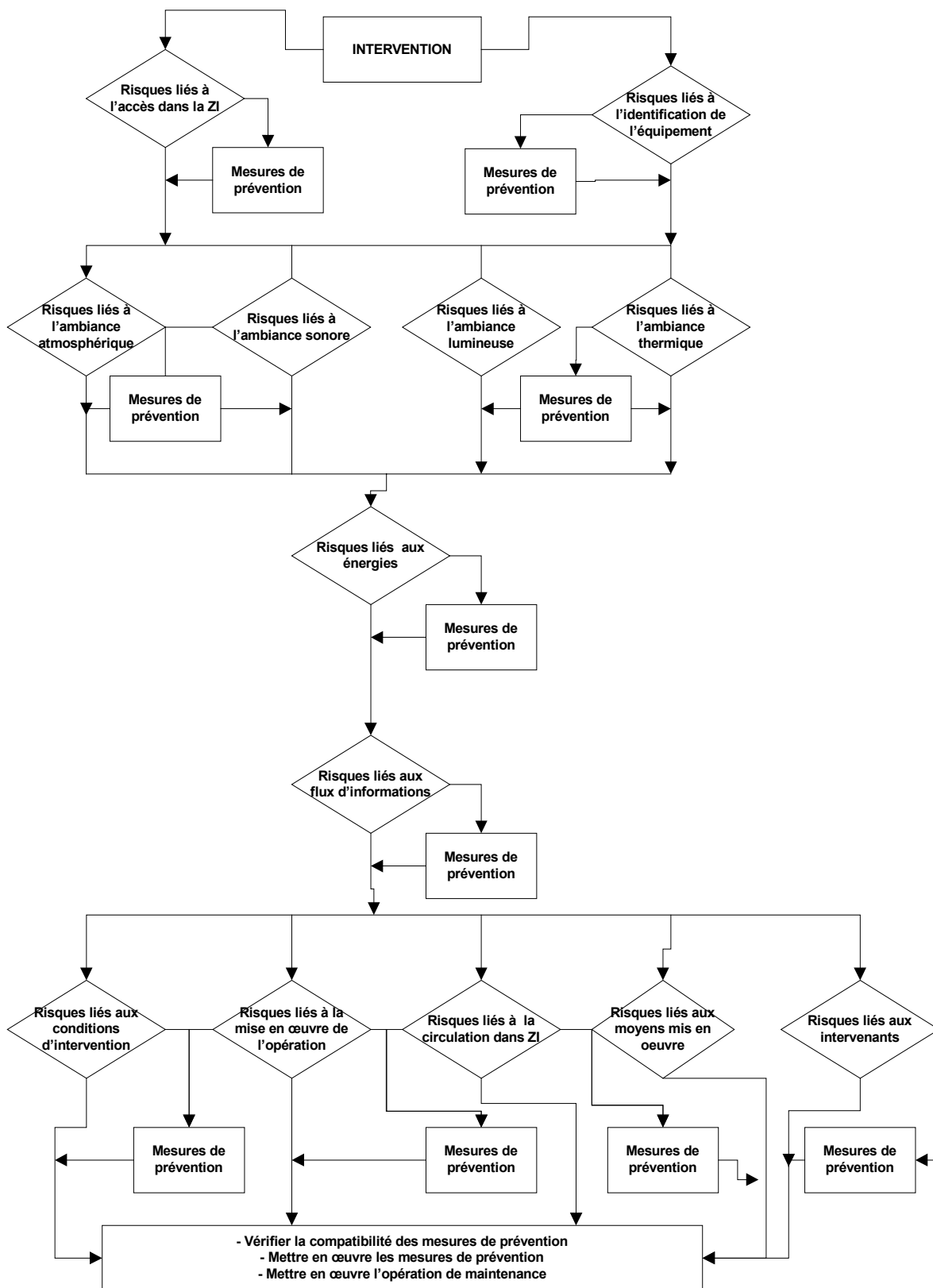


Figure 23 organigramme général

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 49 sur 49

### 2.2.3 SUIVIE Y MISE A JOUR DES DOSSIERS

Chaque équipement dans l'entreprise doit posséder deux dossiers :

#### A. DOSSIER TECHNIQUE

Suivant la norme NF X60-200 le dossier technique d'un équipement se compose de trois dossiers :

√ **Dossier constructeur fig.24** : ce sont les documents établis par le constructeur lors de l'étude et de la réalisation des matériels .

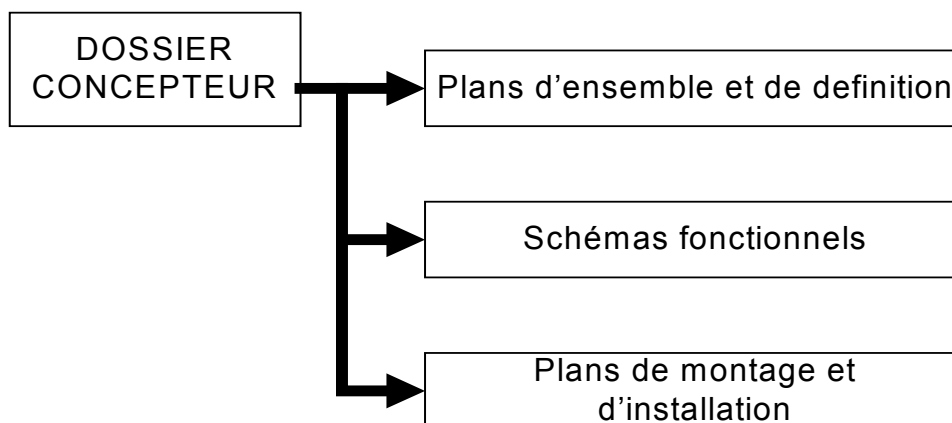


Figure 24 dossier constructeur

√ **Dossier utilisateur fig.25**: ce sont les documents qui permettent l'utilisation du matériel : mode de marche , réglage , maintenance de 1<sup>er</sup> niveau

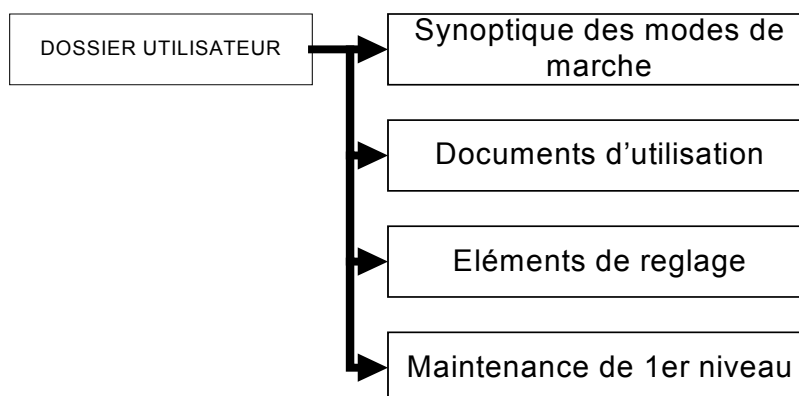


Figure 25 dossier utilisateur

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 50 sur 50

√ **Dossier maintenance fig.26** : ce sont les documents qui permettent de maintenir, réparer, démonter, remonter tout ou partie du système.

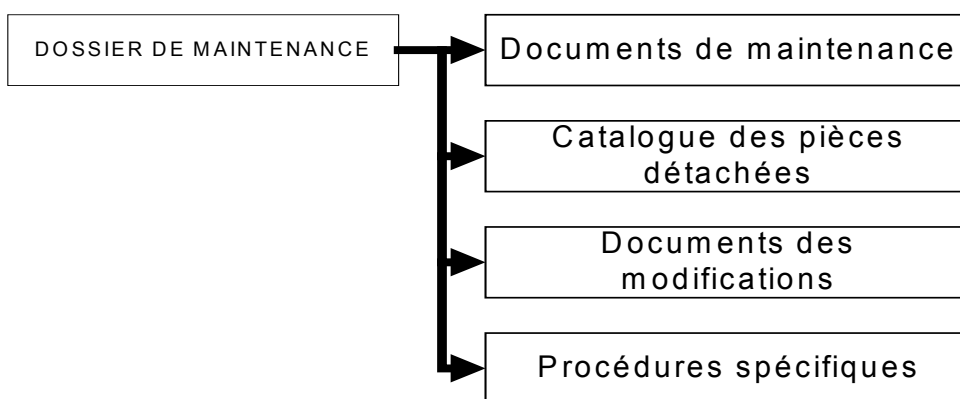


Figure 26 dossier maintenance

Pour assurer un suivi du matériel (installation , fonctionnement , maintenance ) le service maintenance doit disposer de l'ensemble de ce trois dossiers qui doivent être classés et répertoriés d'une manière identique à la codification du matériel .

## B. DOSSIER HISTORIQUE

Le dossier historique permet de renseigner le service maintenance sur :

- les défaillances du système et leurs origines,
- le choix des indicateurs de maintenance préventive
- le coût des interventions
- les données nécessaires pour la définition de la politique de maintenance
- les opérations et le planning des interventions de maintenance préventive .

Il est constitué des documents suivants :

- planning des visites préventives ,

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 51 sur 51

- **comptes rendus des visites préventives,**
- **rapport des interventions correctives,**
- **fiches de sortie des pièces de rechange,**
- **fiche de modification de matériel,**
- **rapports officiels d'expertises et de visites légales obligatoires,**
- **fiches d'inspection des matériels,**
- **fiche historique : document de synthèse regroupe les informations relatives aux travaux de maintenance préventive et corrective. Fig27.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 52 sur 52

FICHE HISTORIQUE DU MATERIEL					Date	Folio				
Secteur					Code	<b>LEGENDE</b> Heures : relevé du compteur , Pr : préventif Cr : correctif Tps Imm. : temps d'immobilisation , Tps Inter : temps d'intervention M. o. : main d'oeuvre ; Four : fourniture .				
Atelier					Code					
Machine					Code					
Type					N serie					
Date	N° BT	Heures	S/ensemble	Designation des interventions	Pr	Cr	Tps Imm	Tps Inret	Coût M.o	Coût Four.

Figure 27fiche historique

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 53 sur 53

### 2.2.4 RAPPORTS

Dans le service maintenance on produit des rapports qui enregistrent toute information pouvant servir comme justif de toute intervention réalisées et comme base pour le calcul des arrêt et des frais de maintenance . La figure 28 présente un rapport type.

RAPPORT D'INTERVENTION			Matériel :					
Intervenant			NATURE DE L'INTERVENTION					
Date	/	/						
Temps passé	H	min	Mec.	Elec.	Hyd.	Pneu.		
Temps imm.	H	min	L'intervention a nécessité :					
Debut	/	/	à	H	Nettoyage	<input type="checkbox"/>	Réglage	<input type="checkbox"/>
Fin	/	/	à	H	Echange	<input type="checkbox"/>	Rebut	<input type="checkbox"/>
					Modification	<input type="checkbox"/>	Soudure	<input type="checkbox"/>
Défaillance								
Cause de défaillance								
Opérations								
Fourniture								

Figure 28 rapport d'intervention.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 54 sur 54

### 3 LES TYPES DE MAINTENANCE

#### 3.1 *LES TYPES DE MAINTENANCE*

Le choix d'une politique de maintenance doit résulter d'une étude technico-économique.

En simplifiant, il s'agit du rapport entre le coût de maintenance et le coût de non-maintenance. Une opération de maintenance entraîne des coûts (heures passées, pièces changées, matériels utilisés, pertes de production). En revanche, la non-maintenance, ou plutôt l'arrêt inopiné, peut avoir des conséquences dramatiques quand cela concerne un équipement critique.

En résumé, et par exemple, on n'entretient pas de la même façon une régulation quand celle ci concerne un réacteur de centrale nucléaire ou la température d'eau du percolateur. L'illustration ci-dessous résume les différentes politiques de maintenance et les situe les une par rapport aux autres fig.29 :

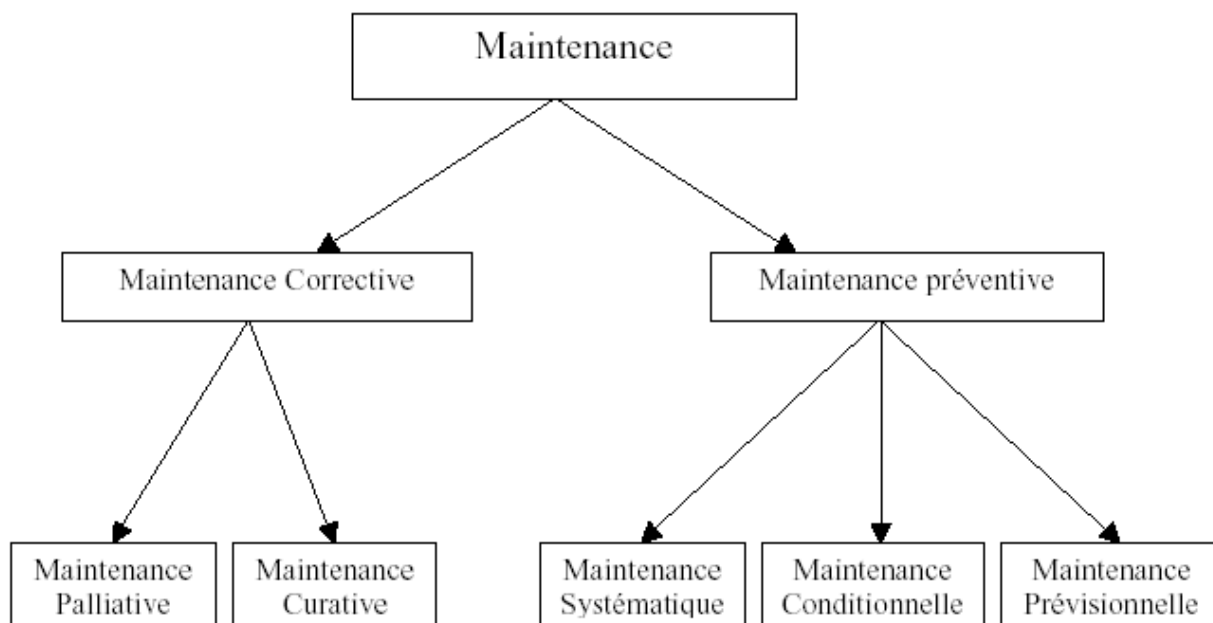


Figure 29 types de maintenance

#### 3.1.1 LA MAINTENANCE CORRECTIVE

- Définition (d'après la norme AFNOR NF X 60-010 de décembre 94)

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 55 sur 55

**Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.**

**Note: La maintenance corrective comprend en particulier:**

- ✓ La localisation de la défaillance et son diagnostic,
- ✓ La remise en état avec ou sans modification,
- ✓ Le contrôle de bon fonctionnement.

- La maintenance palliative (d'après NF X 60-010 de décembre 94)

**Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou la partie d'une fonction requise.**

**Note: Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.**

- Maintenance curative (d'après NF X 60-010 de décembre 94):

**Activité de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.**

**Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être :**

- Des réparations,
- Des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la ou les défaillance(s).

**Remarque:**

**La maintenance corrective se justifie lorsque les coûts de défaillance et les contraintes de sécurité sont faibles ou lorsque le matériel est renouvelé fréquemment.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 56 sur 56



### 3.1.2 LA MAINTENANCE PREVENTIVE

- **Définition**

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon :

- Un échancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage.
- Et/ou des critères prédéterminés d'unités d'usage.

La maintenance préventive peut se présenter sous plusieurs formes suivant le paramètre considéré .

1– **Maintenance systématique**

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé d'unités d'usage.

2– **Maintenance conditionnelle**

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien.

**NOTE :** Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par un tout autre moyen.

3– **Maintenance prévisionnelle**

Maintenance subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètre significatif de la dégradation du bien permettant de retarder et de planifier les interventions.

**Notes :** Cette maintenance est, parfois, appelée improprement «maintenance Prédictive».

- **Remarque :**

La maintenance prévisionnelle permet l'utilisation des équipements au maximum de leurs possibilités, elle assure une meilleure surveillance et améliore la sécurité. En revanche, la mesure d'un paramètre significatif n'est pas toujours possible en marche continue, de plus, le coût des équipements de mesure peut être élevés. Dans ces conditions ce type de maintenance sera réservé aux équipements vitaux et aux équipements dont les défaillances sont répétitives et onéreuses.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 57 sur 57

### **3.1.3 OPERATIONS DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE**

Les opérations relatives à la maintenance préventive peuvent être regroupées en trois grandes familles :

#### **1. LES INSPECTIONS**

L'inspection est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie . Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablie.

Exemples :

Inspection des matériels de lutte contre incendie.

inspection des moyens de protection contre les risques d'accidents.

Inspection de l'état des élingues et des cordages utilisés sur un chantier de manutention.

Ces activités d'inspection sont en général exécutées sans outillages spécifiques et ne nécessitent pas d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

#### **VISITE**

C'est une opération de maintenance préventive qui se traduit par un examen détaillé et prédéterminer de tout ou partie du bien.

Exemples :

visite périodique des ascenseurs dans les immeubles d'une habitation.

Visite périodique des organes moteurs d'un véhicule de transport.

#### **CONTROLE**

C'est une activité de vérification de conformité par rapport à des données préétablies, suivis d'un jugement.

Exemples :

- Contrôle du niveau d'isolement électrique d'une installation à basse tension par rapport à la norme NF C15-100.

- Contrôle du jeu dans une liaison mécanique par rapport aux spécifications du dessins technique .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 58 sur 58

**Le contrôle peut :**

- **Comporter une activité d'information.**
- **Inclure une décision : acceptation rejet ....**
- **Déboucher sur des actions correctives.**

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 59 sur 59</b>

### 3.1.4 MISE EN ŒUVRE D'UNE ACTION DE MAINTENANCE PREVENTIVE

**FIG.30**

La mise en place d'une action préventive se compose de plusieurs étapes logiques et chronologiques présentées dans la figure suivante.

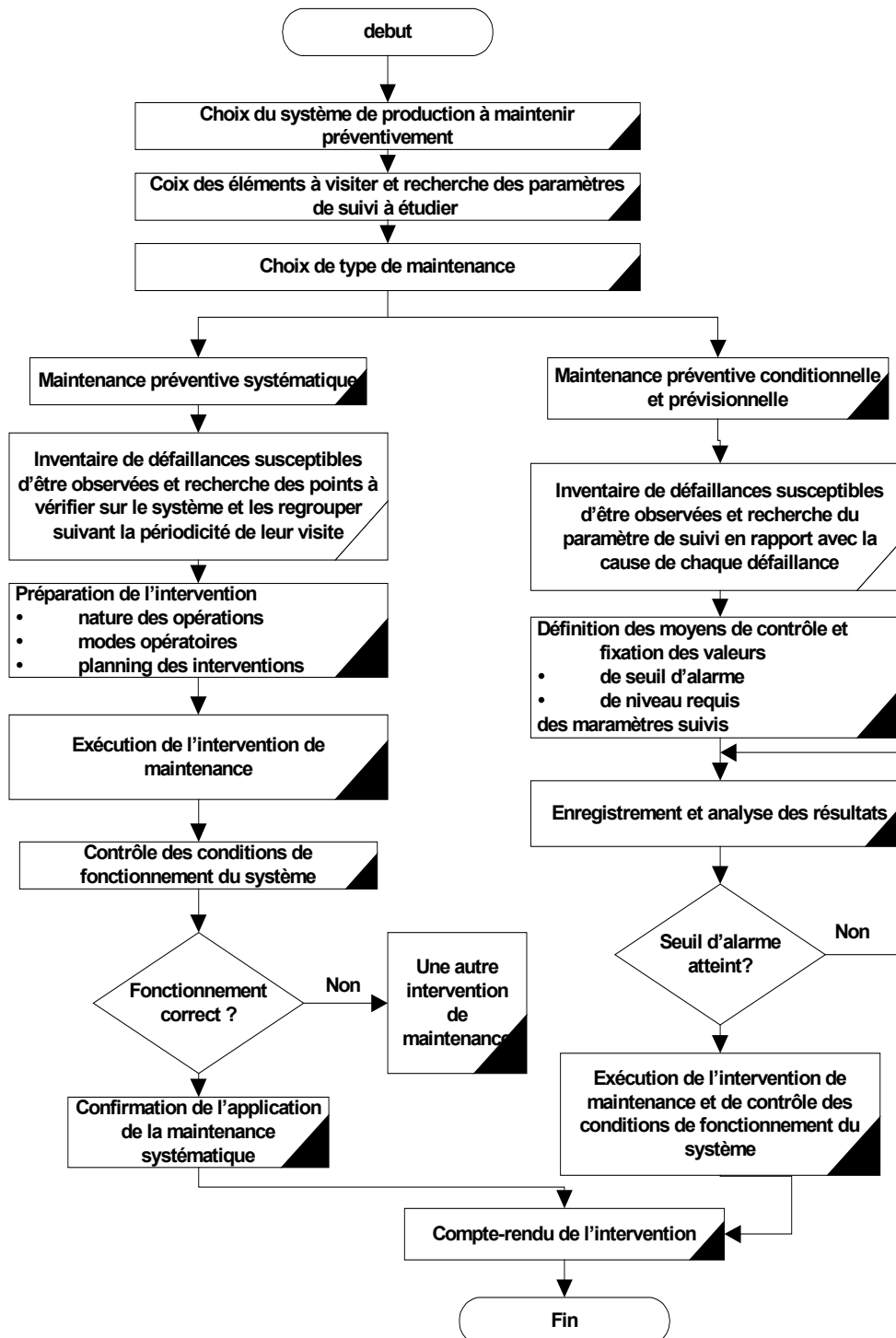


Figure 30 mise en place d'une action préventive

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 60 sur 60

### **3.1.5 LES OUTILS DE LA MAINTENANCE PREVENTIVES SYSTEMATIQUES**

#### **1- FICHE DE VISITE**

**C'est document important dans la maintenance préventive systématique . Il doit comporter les informations relatives à :**

**l'identification du matériel sur le quel l'intervention est à réaliser**

**l'identification de l'intervention**

**la description du mode opératoire**

**les résultats de la visite**

#### **2- PLANNING DES INTERVENTIONS**

**Jusqu'à un horizon donné ce planning récapitule l'ensemble des visites relatives à un même matériel.**

#### **3- BON DE TRAVAIL**

**Le BT est le document qui déclenche une opération de maintenance. Il précise à un ou plusieurs intervenants la nature des travaux à réaliser .**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 61 sur 61

**3.1.6      EXERCICES**

Pour chaque exemple, donner le type de maintenance dont il s'agit.

1. Je viens de recevoir un coup de téléphone, un palier vient de casser sur une machine
2. Après le relevé critique d'un compteur, je prépare mon planning.
3. L'installation d'une nouvelle machine.
4. Toutes les semaines j'ai un graissage à faire sur la même machine.
5. Un vérin vient de casser, le magasin me prévient qu'il n'a pas le bon modèle mais un autre pourra faire l'affaire un moment.

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

## 4 LA RELATION ENTRE MAINTENANCE ET STOCK

### 4.1 GENERALITES

#### 4.1.1 EXPRESSIONS DU BESOIN

Dans le sein d'une entreprise , la service maintenance a des besoins importants pour assurer son fonctionnement notamment en :

- matières consommables
- pièces de rechange
- outillages
- équipements neufs
- matière courante pour assurer son fonctionnement

#### 4.1.2 FONCTIONS A ASSURER

√ Fonction approvisionnement :

Ces besoins doivent être en quantité , qualité et , suivant un planning donné , par la fonction approvisionnement qui doit tenir compte des souhaits ou exigences des services ordonnancement, méthodes et exécution.

√ Fonction achat

Pour assurer la satisfaction de ces besoins, il doit exister une fonction achats chargée de cette mission , non seulement pour le service maintenance , mais aussi pour le service production et les différents services fonctionnels de l'usine .

Cette fonction achats doit assurer :

- la passation des commandes
- la sélection des fournisseurs
- la négociation des conditions
- la surveillance des livraisons au point de vue quantité, qualité et délais.
- Connaissance des stocks nécessaires

Une gestion correcte des stocks implique :

- la connaissance du stock existant

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 63 sur 63

- la connaissance des besoins pour une période donnée pour assurer les travaux de maintenance quotidiens ou planifiés .
- la connaissance des sources et délais d'approvisionnement

#### 4.2 STOCK ET QUALITE GLOBALE

La qualité de gestion de la fonction approvisionnement est une partie indispensable de la politique de qualité globale menée au sein des entreprises fig.31.

Elle peut se mesurer en terme de satisfaction :

des clients vis à vis du secteur achats : respect des quantités , qualité , délais et qualité de service après vente.

Du secteur achat vis à vis :

des demandeurs de l'usines qui doivent lui fournir des demandes précises .

des fournisseurs externes qui doivent être intégrés dans un système d'assurance qualité et se comporter comme de véritables partenaires.

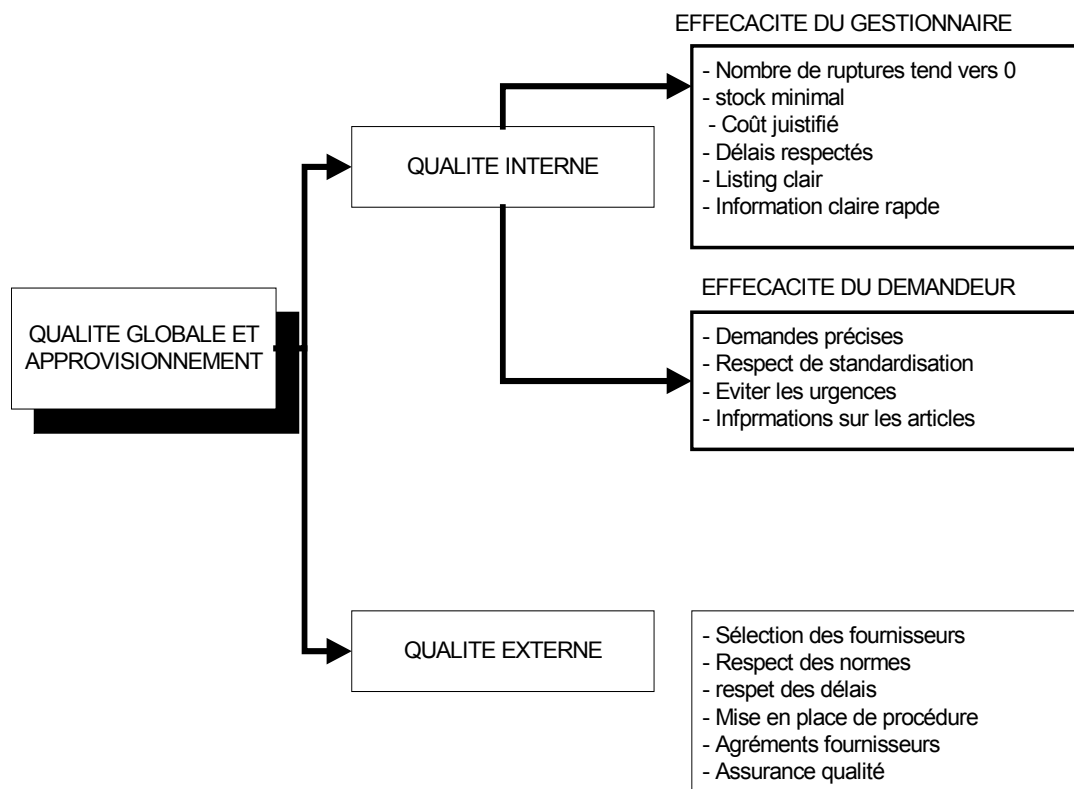


Figure 31 stock et qualité globale

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 64 sur 64



### 4.3 GESTION DES ARTICLES

Pour représenter les différentes méthodes de gestion des stocks et les variations de ce stock, il est intéressant d'adopter une représentation graphique fig32.

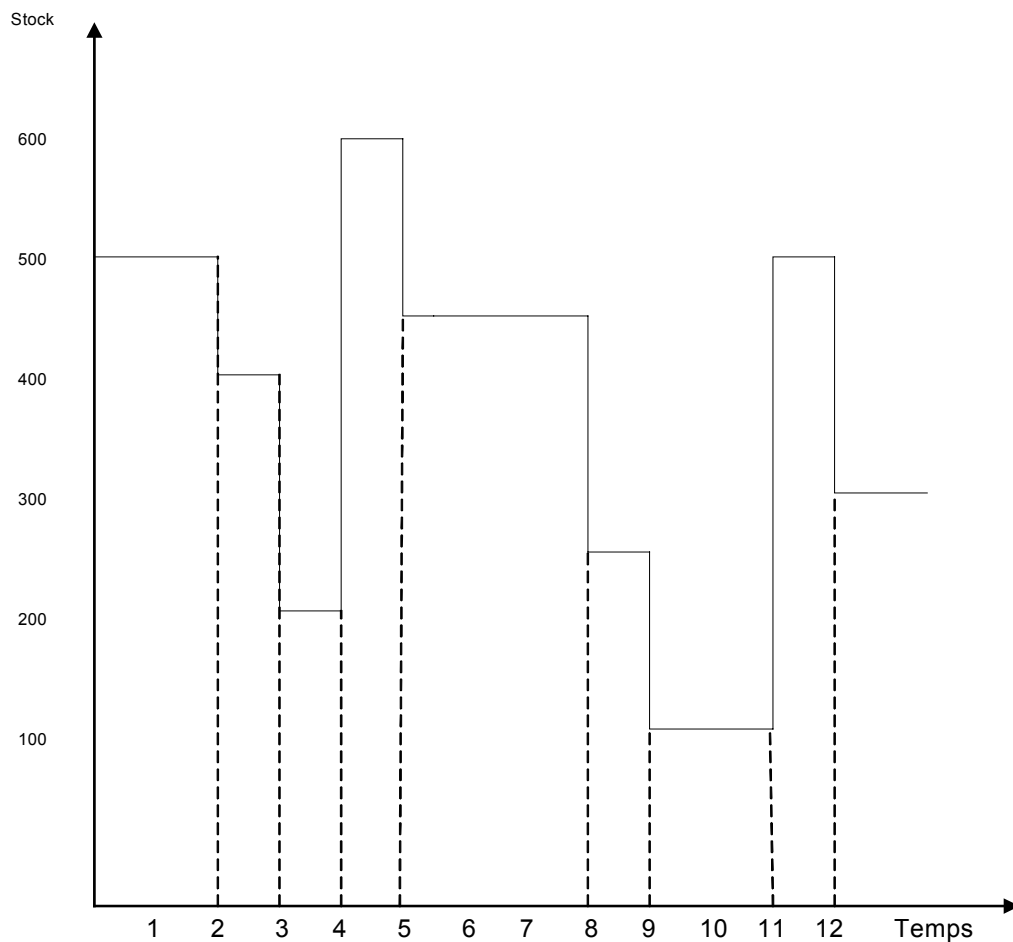


Figure 32 mouvement su stock

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 65 sur 65

**S=500 unités au temps 0**

- Sortie de 100 unités 2 mois après
- Sortie de 200 unités 1 mois après
- approvisionnement de 400 unités 1 mois après
- Sortie de 150 unités 1 mois après
- Sortie de 200 unités 3 mois après
- Sortie de 150 unités 1 mois après
- approvisionnement de 400 unités 2 mois après
- Sortie de 200 1 mois après
- S=300 unités en fin de période

#### **4.3.1 CALCUL DE LA QUANTITE ECONOMIQUE A COMMANDER**

Pour un article de consommation courante et régulier le problème suivant se pose :

Quelle quantité doit-on commander ? pour minimiser le coût total à l'utilisation, connaissant :

- le besoin moyen annuel =N
- le coût administratif associé à chaque commande : coût de passation  $C_1$ .
- Le coût occasionné par la possession du stock  $t\%$  : taux de possession du stock.
- Coût unitaire de l'article : coût d'achat  $C_a$

**Exemple**

**Données :**

**Consommation annuelle : N=600 pièces**

**Coût de passation :  $C_1 = 100.00$  Dh**

**Taux de passation  $t=20\%$**

**Coût unitaire :  $C_a=25.00$ Dh.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 66 sur 66

Calculer le coût total de commandes des quantités suivantes : 600, 300 ,200, 150 ,120 ,100 ,66 ,50.

Quantité à commander	Nombre de commandes par an	Coût de passation $C_i$	Stock moyen	Valeur de stock moyen	Coût de possession total par an $C_p$	Coût total $C_t$
Q	$\frac{N}{Q}$	$\frac{N}{Q} \cdot C_1$	$\frac{Q}{2}$	$\left(\frac{Q}{2} \cdot C_a\right)$	$\left(\frac{Q}{2} \cdot C_a\right) \cdot t$	$C_t = (C_i + C_p + C_a)$
600	1	100	300	7500	1500	1600
300	2	200	150	3750	750	950
200	3	300	100	2500	500	800
150	4	400	75	1375	375	775
120	5	500	60	1500	300	800
100	6	600	50	1250	250	850
66	9	900	33	825	165	1065
50	12	1200	25	625	125	1325

**Conclusion :**

D'après les calculs on voit que la commande économique est de 150 pièces 4 fois par an.

#### 4.3.2 CALCUL MATHEMATIQUE DE COMMANDE ECONOMIQUE

Soit  $n$  la quantité à commander que l'on cherche à optimiser en tenant compte des différents coûts :

- coût d'acquisition (commande):  $C_i = \frac{N}{n} \cdot C_1$

- Coût de possession annuel de stock :  $C_p = \frac{n}{2} \cdot C_a \cdot t$

- coût unitaire :  $C_a$

Sachant que  $N$  est le besoin annuel

Alors le coût total  $C_t = (C_i + C_p) = \frac{N}{n} \cdot C_1 + \frac{n}{2} \cdot C_a \cdot t$

Il peut être considéré comme une fonction de la variable  $n$ .  $C_t$  est donc minimal pour la valeur  $n$  qui annule sa dérivée .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 67 sur 67

$$\frac{dC_t}{dn} = -\frac{N.C_1}{n^2} + \frac{C_a.t}{2} = 0 \text{ pour la valeur } n = \sqrt{\frac{2NC_1}{C_a.t}} \text{ formule de Wilson.}$$

Cette valeur de n est appelée la quantité économique de commande .

Appliquée à l'exemple précédent on trouve  $n = \sqrt{\frac{2.600.100}{25.0,2}} = 154,9$  pièces.

### 4.3.3 LES METHODES DE REAPPROVISIONNEMENT :

pour gérer le stock-maintenance il convient de choisir la méthode de réapprovisionnement qui :

- minimise les coûts de gestion
- éviter les rupture de stocks

La méthode de réapprovisionnement retenue doit surveiller les paramètres de gestion choisis qui peuvent être soit liés au temps soit aux quantités.

Les paramètres liés au temps sont :

- délai livraison : intervalle de temps entre la date de passation de la commande et la date de réception .
- intervalle de commande : intervalle compris entre deux commandes successives .
- intervalle de réapprovisionnement : intervalle de temps entre deux approvisionnements .

Les paramètres liés aux quantités sont :

- stock disponible : différence entre réel au magasin et le stock affecté
- stock affecté : quantité approvisionnée en fonction d'un besoin et qui ne peut être prélevée que pour satisfaire ce besoin .
- stock de sécurité : quantité prélevée sur le stock et destinée à pallier les aléas des approvisionnement et des consommations , afin d'éviter la rupture du stock .

Dans la pratique plusieurs modes d'approvisionnement sont utilisables suivants plusieurs paramètres, on cite notamment :

#### APPROVISIONNEMENT A INTERVALLE CONSTANT

Cette méthode se traduit par un réapprovisionnement périodique avec une quantité constante ou variable fig .33.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 68 sur 68

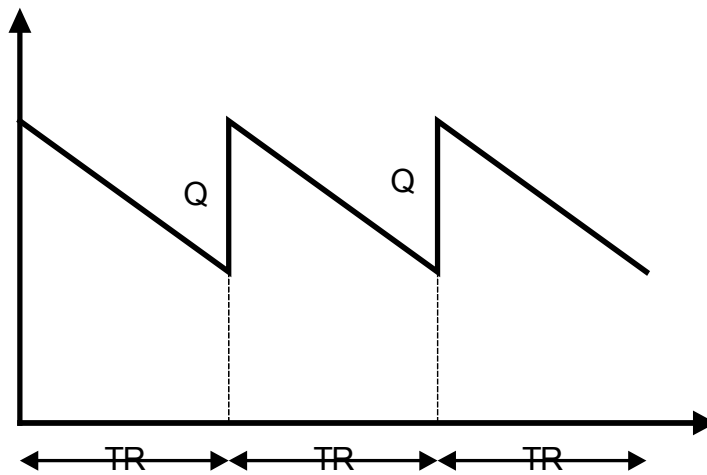


Figure 33 approvisionnement à intervalles égalux

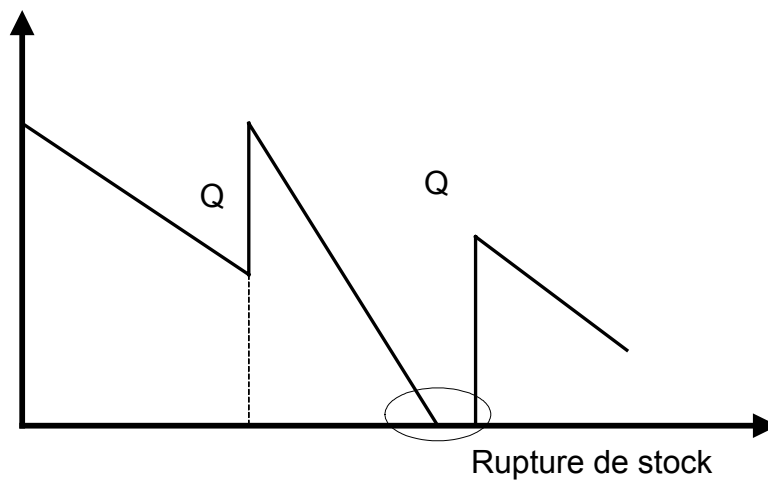


Figure 34 rupture de stock

L'avantage de cette méthode est sa simplicité , pas de suivi au niveau du stock , d'où un coût de gestion réduit.

Son inconvénient est le risque de rupture de stock fig.34 .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 69 sur 69

## APPROVISIONNEMENT A NIVEAU PREDETERMINE

Cette méthode se traduit par une passation de commande dès que niveau de stock atteint une valeur prédéterminée dite stock d'alerte (SA) fig.35.

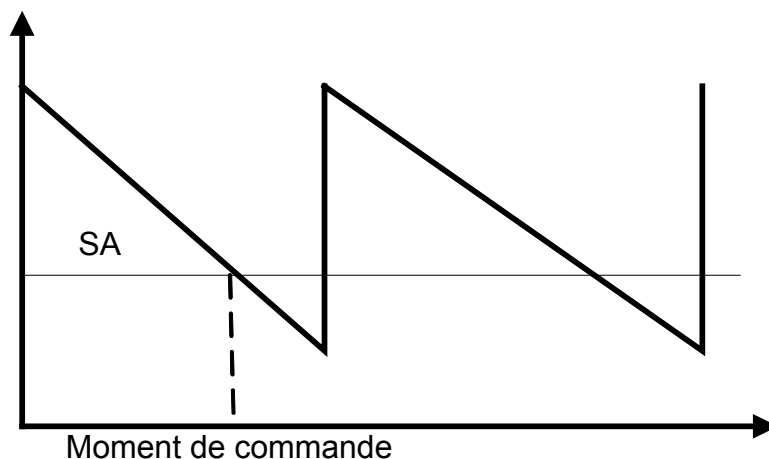


Figure 35 approvisionnement à niveau prédéterminé

Cette méthode ne peut exclure totalement le risque de rupture de stock. Ce risque est fonction de stock d'alerte. Ce dernier doit au moins être égal à la consommation moyenne durant le délai de livraison.

## APPROVISIONNEMENT AVEC STOCK MINIMAL

Dans cette méthode la commande est passée au moment où le stock est égal au stock minimal dit par fois stock de sécurité.

### 4.4 ORGANISATION DU MAGASIN

Le magasinage concerne les moyens à mettre en œuvre pour pouvoir physiquement entreposer les différents articles du stock maintenance.

Ce magasinage :

**Doit permettre de repérer facilement les articles entreposés.**

**Doit offrir une capacité suffisante à chaque article compte tenu de sa nature et de sa quantité.**

**Doit être conçu avec accès facile.**

**Doit permettre la conservation des articles de tout facteur de dégradation.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 70 sur 70

#### **4.4.1 NOMENCLATURE**

La nomenclature d'un produit est la liste de ses composants pris dans un ordre logique . La nomenclature s'établit après l'inventaire complet des constituants concernés . Cet inventaire doit permettre d'éliminer les constituants excédants.

A partir d'une nomenclature on adopte une classification efficace qui permet de :

- trouver un constituant qui existe, ou être sûr qu'il n'existe pas.
- disposer une place unique prête à recevoir.
- trouver tous les composants susceptibles de satisfaire un besoin donné .
- trouver tous les besoins que satisfait un constituant donné.

#### **4.4.2 CODIFICATION**

##### **A. GENERALITES**

La codification est une classification idéologique caractérisée par :

le critère , nécessaire et suffisant pour l'identification des constituants communs , adapté aux besoins d'exploitation de la nomenclature par exemple : critère topographique.

la définition ;

l'hierarchisation.

##### **B. CRITERE TOPOGRAPHIQUE :**

Ce critère répond au besoin de localisation du constituant :

Par rapport à son lieu d'emploi dans le matériel.

Une pompe aura des codes différents ce qui peut être intéressant des études de fiabilité .

Par rapport à son niveau de montage dans l'équipement

Un clapet de la pompe aura un code traduisant la décomposition par niveau de démontage du matériel pompe qui est la tête de la nomenclature , c'est aussi une codification en cascade voir fig.36.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 71 sur 71

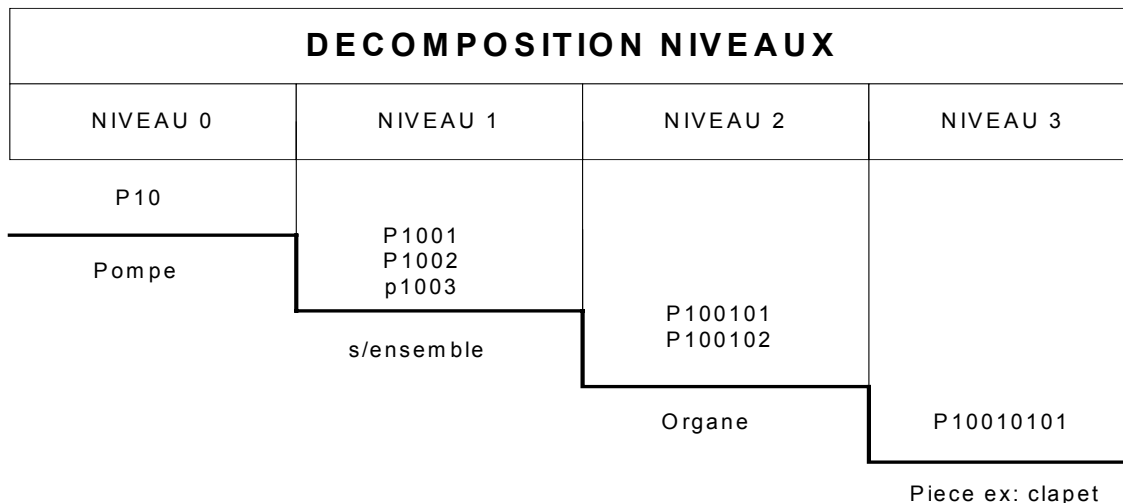


Figure 36 hiérarchie des articles

- Par rapport à son lieu de stockage

**Exemple : les palettes sont stockées dans l'allée 2 à la colonne 5 , d'où une partie de code donne l'emplacement fig. 37.**

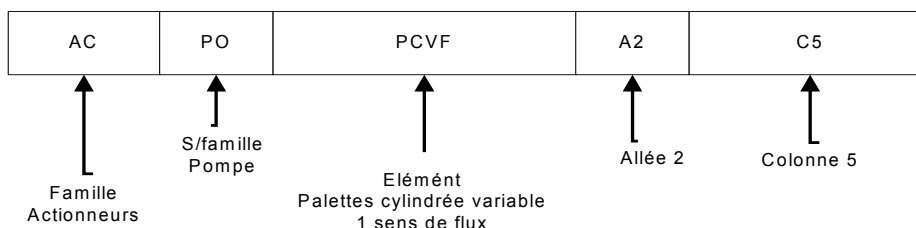


Figure 37 codification suivant le lieu de stockage

## 5 LES COMPOSANTES D'UN SYSTEME DE GESTION INFORMATISEE

### 5.1 *PLAN GENERAL D'IMPLANTATION D'UNE GESTION DE MAINTENANCE ASSISTEE PAR ORDINATEUR (GMAO)*

**Le choix du système d'information, s'il n'est pas imposé, est une étape de lourdes conséquences. Cette sélection tient compte de la stratégie d'entreprise et comprend plusieurs phases :**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 72 sur 72



- le choix du matériel ;

- le choix du SGBD (système de gestion de base de données) ;

la décision d'intégration ou non à d'autres logiciels dans l'entreprise ;

en fonction de ce choix, ce sera un projet d'entreprise (décision d'intégration) dans lequel la direction devra obligatoirement s'impliquer fortement ou un « projet-maintenance » (logiciel non intégré) qui laissera à ce service plus de liberté d'action. L'éventail des fournisseurs possibles se rétrécira très fortement suite à ces décisions.

la réalisation d'un cahier des charges avec des spécifications sommaires pour lancer un appel d'offres auprès des éditeurs de GMAO ou les intégrateurs susceptibles d'être retenus. Avant cela, il pourra être effectué une étude de faisabilité.

### **5.1.1 CONDITIONS PREALABLES :**

Un projet d'entreprise :

La première des conditions de la réussite, est que la direction de l'entreprise soit elle même impérativement convaincue de l'utilité du projet. Cette volonté affichée sera alors transmise à tous les niveaux hiérarchiques pour créer un véritable projet d'entreprise.

Le groupe de pilotage ;

Une autre condition est la mise sur pied d'un groupe de pilotage chargé de suivre le déroulement du projet. La direction y fera des apparitions régulières pour montrer son intérêt sur l'état d'avancement.

Le groupe de pilotage supervise la bonne marche du projet phase par phase et trouve des solutions aux éventuelles dérives. Il est le garant du respect du calendrier et du budget.

Sa composition varie en fonction de la taille et de l'activité de l'entreprise.

Le chef de projet

Contrairement au groupe de pilotage qui se réunit épisodiquement, le chef de projet est une personne qui va travailler sur cette mise en place à plein temps. En effet, il est fortement déconseillé de confier cette tâche au responsable maintenance qui n'aurait pas le temps de prendre le recul nécessaire. Cependant, le chef de projet devra impérativement avoir une bonne connaissance du métier de la maintenance, et aussi des compétences en informatique.

A noter que certaines entreprises se passent d'un chef de projet mais font appel aux services d'un consultant. Je pense que le chef de projet est

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 73 sur 73

**indispensable pour les entreprises importantes, alors que le consultant est plus recommandé en PMI-PME.**

**L'organisation du service :**

**Pour un service qui est déjà bien organisé et où tous les aspects de la maintenance sont connus, une informatisation n'est que l'évolution logique et ne devrait pas poser trop de problèmes.**

**En revanche pour un service entretien coutumier du dépannage «pompiers», le passage à la rigueur s'avère compliqué, le problème étant de trouver le niveau minimum d'organisation nécessaire et suffisant pour entamer une démarche d'informatisation.**

**Alors que faut-il faire si le niveau d'organisation est insuffisant. C'est là qu'intervient la notion de pré-GMAO, c'est à dire un système intermédiaire qui a le mérite d'être économique et simple à mettre en œuvre.**

**Avec l'aide d'un tableur de type EXCEL ou d'un SGBD\*, comme ACCES on peut créer un petit programme permettant par exemple, de compiler des informations sur les temps passés, et ainsi de produire des ratios sur l'activité du service par machine ou secteur pendant une période donnée. Ce système a l'avantage d'apporter un peu de rigueur sur la collecte des informations, de familiariser le personnel avec l'outil informatique et surtout, de donner la possibilité de faire les premières analyses.**

**A noter que de petites sociétés peuvent très bien se satisfaire d'un système de ce type en l'améliorant au point de calculer les coûts de maintenance.**

**La motivation :**

**La motivation est bien difficile à quantifier et dépend beaucoup de la culture et de l'histoire de l'entreprise. La meilleure évaluation de la motivation sera faite par un œil extérieur après avoir rencontré les différents acteurs concernés par le projet et pris connaissance de l'historique de la maintenance et de la société.**

**Il est évident que si le niveau de motivation est élevé, l'informatisation sera facilitée, en revanche, dans le cas contraire, il faut prévoir une campagne de sensibilisation et d'information en profondeur et à tous les niveaux.**

**Cette motivation s'obtiendra en prenant le temps d'expliquer au personnel les avantages qu'ils peuvent, à leur niveau, retirer d'une GMAO. Mais il faut aussi prendre le temps d'écouter ses craintes ou ses rancœurs, pour mieux lui montrer le bon côté du système. C'est un travail de fond et de longue haleine, il faut être convaincant, patient, persuasif, et bien sûr être convaincu soi-même.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 74 sur 74

Le dialogue est la seule manière d'arriver à un résultat durable, car l'informatique étant souvent perçue comme une contrainte, il serait désastreux de vouloir en plus obliger quelqu'un à s'en servir sans lui expliquer pourquoi. D'autant plus dans un système comme la GMAO, qui s'appuie sur une base de données qui doit être le plus fiable possible. Le moindre désintérêt du personnel conduirait à une mauvaise saisie des informations, ce qui fausserait la base de données et rendrait impossible toute analyse, renforçant ainsi le désintérêt.

Comme on le constate, il peut s'agir d'une spirale conduisant à un rejet de tout le personnel devant un système qui ne sert, de ce fait, plus à rien. Dans ces conditions, il faudra attendre des années, avant une seconde tentative, et encore, c'est souvent dans ces cas là, que la mémoire des hommes est la plus fiable.

## 5.2 GESTION INFORMATISEE

La maintenance traite un très grand nombre d'informations et l'outil informatique devient rapidement indispensable, d'où la Gestion de la maintenance assistée par ordinateur GMAO.

### 5.2.1 CARACTERISTIQUES D'UN LOGICIEL DE GMAO

Un logiciel GMAO doit présenter un certain nombre de caractéristiques fonctionnelles. Il doit être :

de conception modulaire , c'est à dire composé de plusieurs modules de traitement interfacée tels que :

gestion de stock

suivi des équipements

gestion des travaux

outil d'analyse et prise de décision ,,.,.,.,,

Ce qui permet une souplesse d'implantation au sein de l'entreprise en fonction des objectifs de sa politique de maintenance .

La mise en œuvre d'un système GMAO nécessite la création de fiches de base qui regroupe, par nature, toutes les informations nécessaires à la gestion de la maintenance , fig. 38 .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 75 sur 75

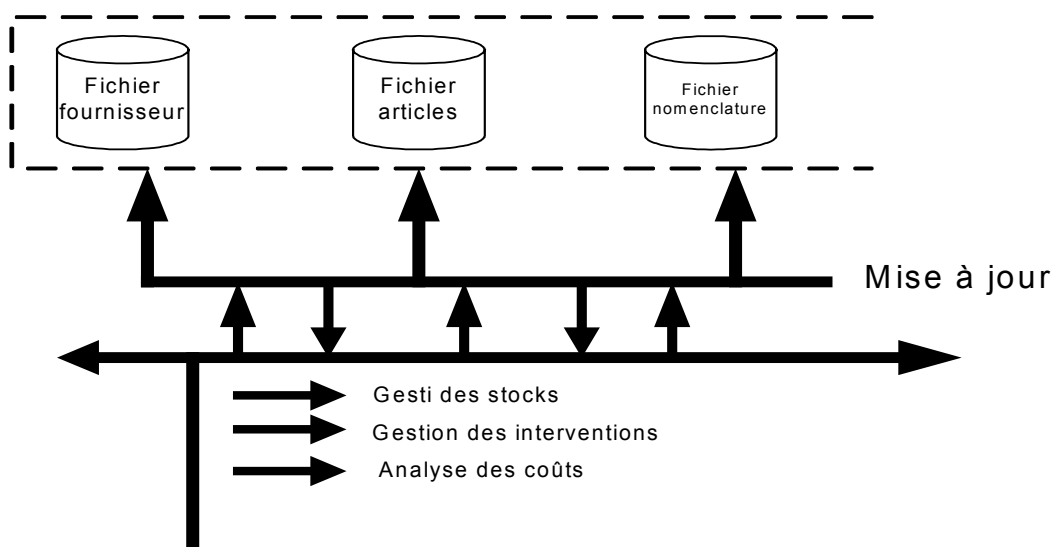


Figure 38 les bases de données

L'optimisation d'un système de GMAO passe par son exploitation en Multi-Utilisateurs d'où la nécessité d'un réseau informatique fig 39.

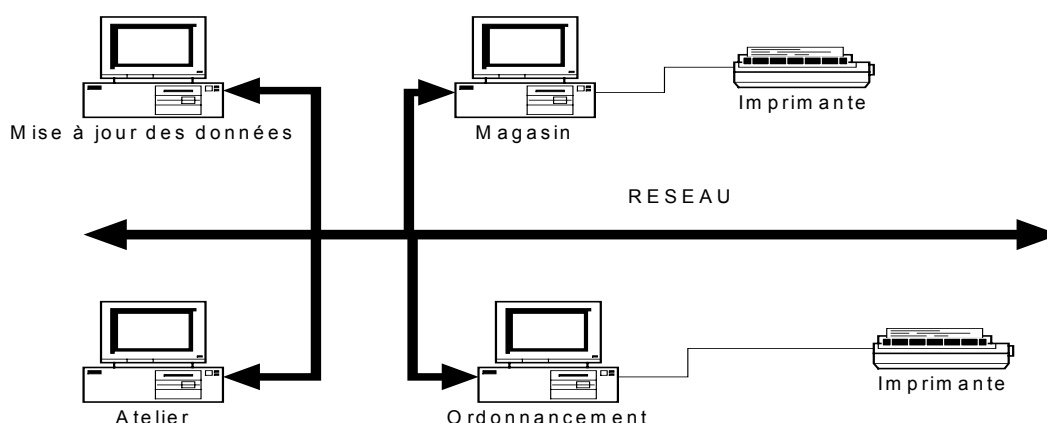


Figure 39 réseau informatique

d'exploitation conviviale on offrant des possibilités d'apprentissage simples et rapides .

d'intégration aisée au sein de l'entreprise en prenant facilement en compte sa terminologie et ses règles de gestion .

### 5.2.2 GESTION INFORMATISEE DES STOCKS

Cette gestion comprend celle des stocks et celle des transactions. Mais la base de la gestion des stocks est la constitution de la fiche article. Les informations

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 76 sur 76

qu'elle contient permettra des analyses, des recherches et une gestion plus ou moins fine des stocks.

### 1. Les fonctions minimum contenues dans la fiche article

- Le code article interne à l'organisation et son libellé.
- Le code article chez le fournisseur et son libellé (éventuellement en langue étrangère).
- Les caractéristiques techniques, comme par exemple les dimensions d'un roulement à bille.
- La possibilité de recherche d'articles qui doit se faire sur l'un et/ou l'autre des éléments précédents. Souvent, les pièces ne sont connues que par le code du fournisseur ou ses dimensions techniques. Une recherche doit pouvoir se faire par une combinaison de critères, par exemple rechercher le roulement de telle dimension de la famille/sous-famille «Roulements à Bille double rangée de telle dimension». Elle se fera alors en introduisant les données précédentes et le logiciel proposera une liste de choix répondant à ces critères.
- La désignation (code et libellé) du fournisseur et celle du fabricant.
- Des critères de gestion, comme par exemple :
  - La classe d'article : pièce courante, consommable, stratégique ;
  - La politique de réapprovisionnement : gestion prudente, gestion standard, flux tendu, etc. ;
  - Le taux de TVA ;
  - Le coefficient à appliquer pour les coûts de stockage ;
  - Des critères techniques : famille et sous-famille d'articles ;
  - Une zone de commentaire en texte libre ;
  - Classe d'inventaire et fréquence (inventaire tournant) ;
  - article réparable ou non, etc.
- Le lieu de stockage : magasin, rangée, travée, numéro de casier.
- Le numéro de série ou d'immobilisation pour les équipements tels que des moteurs qui sont stockés provisoirement avant leur installation. Dans ce cas, la quantité ne peut être égale qu'à 0 ou 1. Il devra également être possible de suivre ses différentes localisations : stock, monté sur un équipement, en réparation...

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 77 sur 77

- L'absence de cette importante fonction est éliminatoire dans le choix du logiciel.
- Les machines sur lesquelles on trouve ces articles, ou celles sur lesquelles ils ont été utilisés. Ce renseignement doit pouvoir se mettre à jour automatiquement par le logiciel.
- Les prix unitaires : standard, PMP (prix moyen pondéré calculé automatiquement) ou dernier prix connu.
- La quantité en stock : libre, réservée, en attente de livraison...
- Les paramètres de réapprovisionnement : par exemple le stock mini, le stockmaxi, le niveau de réapprovisionnement. Sur certains logiciels évolués, ces paramètres sont périodiquement actualisés par le logiciel en fonction du profil des consommations si elles sont significatives. Il faudra apporter une grande attention à cette fonction car elle dépend de la stratégie de la logistique et des stocks. Cette stratégie sera très différente d'une entreprise à l'autre. Une entreprise africaine éloignée de ses fournisseurs a, bien entendu, des contraintes différentes d'une entreprise située dans une zone industrielle parisienne avec des fournisseurs proches.
- Le classement ABC des consommations (n-1) et (n-2), les dates des derniers mouvements.
- L'historique des (n-1) et (n-2), les dates des derniers mouvements.
- Les composants de remplacement unidirectionnel ou bidirectionnel (exemple: un écrou en acier inox peut remplacer un écrou acier ordinaire mais pas l'inverse).
- Les règles de conversion : un article est parfois débité dans une unité d'usage différente de celle avec laquelle il est stocké (exemple : l'huile qui est achetée et stockée en fûts de 200 litres et qui est débitée au litre).

## 2. Les fonctions complémentaires souhaitables dans la fiche article

- La consultation d'un plan ou d'une vue éclatée désignant l'article ou la machine sur laquelle il est utilisé. Cette consultation qui fait appel à un autre logiciel (CAO, DAO...) doit se faire sans quitter la fiche article.
- L'attribution de responsables par familles d'articles (technologique ou utilisation). Le responsable sera ainsi consulté pour toute modification des règles de gestion (rebut, limitations des quantités en stocks).

### Les transactions magasin :

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 78 sur 78

**Dans le mouvement de flux naturel d'un article, elles sont successivement :**

- La réception fournisseur, le retour fournisseur total ou partiel. En cas de non- conformité, le réceptionnaire doit retrouver sur son écran d'ordinateur le détail de la commande attendue ;**
  - La prise en compte de la réception provisoire quantitative et de la réception définitive qualitative après contrôle ;**
  - La sortie de stock qui est imputée sur un numéro d'OT et/ou un compte analytique suivi éventuellement d'un retour magasin. Le magasinier doit pouvoir retrouver sur son écran en fonction du numéro de l'OT les réservations ou allocations qui sont générées lors de la préparation des travaux ou ordonnancement. Cette liste de pièces peut également être éditée à l'avance ;**
- Les consolidations et la gestion multi-site.**

### **3. La gestion des valeurs en stock**

**Cette fonction comprend les inventaires et les recherches multicritères destinées à optimiser les quantités et valeurs en stock. Ces recherches et analyses peuvent présenter une grande variété de formes, elles feront en général appel au générateur d'état.**

**Les rapports d'analyse les plus fréquents seront :**

- Le classement des articles en stock par valeur ;**
- Le classement des articles en stock par taux de rotation ;**
- La valeur des stocks mois par mois ;**
- Le taux de rotation des articles en stock ;**
- Le taux de services des demandes (pourcentage de demandes satisfaites) ;**
- Les détails de réponse des demandes non satisfaites ;**
- La liste des articles non mouvementés ;**
- Le classement ABC des sorties d'articles par la période ;**
- La courbe d'évolution des valeurs stockées ;**
- la recherche d'équivalences pour une caractéristique donnée, etc.**

### **4. Les caractéristiques de l'outil d'analyse**

**L'utilisation conviviale par l'utilisateur du générateur d'état.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 79 sur 79

Le programme d'inventaire comprenant la sélection multicritères et l'édition des articles à inventorier.

L'écran de saisie des quantités relevées lors de l'inventaire. L'actualisation des stocks avec différents niveaux d'autorisation en fonction de la valeur manquante.

La gestion des consommables non imputables à la maintenance ou à un équipement comme le fuel, les produits d'entretien.

### **5.2.3 GESTION INFORMATISEE DES ACHATS**

La gestion des achats est en général complémentaire à la gestion des stocks. La particularité des achats en maintenance est due à la multiplicité des références commander avec des quantités souvent faibles et des fournisseurs multiples.

Les fonctions minimum

- La gestion des réapprovisionnements avec des dispositifs de calcul des besoins s'ils ne sont pas inclus dans le module de gestion des magasins et stocks.
- La consolidation par fournisseur des réapprovisionnements demandés par différents services.
- La possibilité de commander des articles non stockés, des articles non référencés, des services tels que les travaux et réparations sous-traitées.
- La gestion des commandes ouvertes avec leur règlement par périodes, la gestion des commandes contractuelles.
- Le catalogue fournisseur avec les tarifs quantitatifs.
- La liste détaillée des fournisseurs et des fabricants.
- L'émission et l'édition des bons de commandes personnalisables.
- Le transcodage automatique entre le code interne et le code du fournisseur.
- Les niveaux d'autorisation aux différents stade de la commande.
- L'aide au choix de fournisseur par la recherche des équivalences, la comparaison aisée des prix, et l'indice de satisfaction.
- Le suivi de la qualité des fournisseurs actualisé automatiquement par les contrôles de réception et le calcul des délais.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 80 sur 80



- Le contrôle assisté des factures en regard des bons de commande avant accord de paiement. Un pourcentage de tolérance peut être défini par famille d'articles afin de n'a pas bloquer inutilement le système.
- La consultation des stocks et du profil des consommations par articles.
- La possibilité de régler des réceptions partielles ou partiellement refusées, etc.

#### Les fonctions complémentaires souhaitables

- Le lancement d'appel d'offres aux fournisseurs référencés pour un article.
- La transformation sans ressaisie d'un appel d'offres en commande.
- L'édition automatique des lettres de remerciements (offre déclinée) et des lettres de relance pour retard de livraison.
- Le suivi qualitatif des fournisseurs.

#### **5.2.4 GESTION INFORMATISEE DES EFFECTIFS**

La gestion des ressources humaines en GMAO est en général limité à la mise à jour des informations de la fiche de chaque employé. Ces informations seront utilisées en ordonnancement pour affecter les techniciens en fonction des compétences requises ou pour les imputations de coûts sur les équipements.

La fiche de l'employé peut également être utilisée pour définir les mêmes informations concernant le personnel des sous-traitants, le coût horaire sera bien entendu différent.

##### 1. Les informations minimum contenues dans la fiche

- La qualification des techniciens, des employés ou des sous-traitants.
- Les coûts horaires avec les différents tarifs correspondant aux heures supplémentaires.
- Le calendrier qui sera celui du service ou du site par défaut.

##### 2. Les informations et fonctions complémentaires éventuellement souhaitables

- Le bilan de compétences : formations suivies et expériences significatives.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 81 sur 81

- L'adresse et le téléphone (indispensable pour les sous-traitants).
- Les informations propres au sous-traitant.
- Les informations administratives diverses.
- La visualisation du calendrier avec le numéro d'équipe ou de poste.
- Le temps de présence et d'absence.

De moins en moins de modules de sous-traitance séparés sont proposés dans les GMAO.

Cette fonction est désormais étroitement intégrée aux autres modules de la façon suivante :

- Complément aux informations de la fiche de l'employé ;
- Passation de commandes du type service ;
- Création et gestion de contrats qui permettent de trouver les renseignements suivants disponibles à chaque ordonnancement : date de validité, étendue des prestations fournies, fourniture ou non des pièces...

### **5.2.5 GESTION INFORMATISEE DES BONS DE TRAVAUX**

#### **A. Généralités**

La gestion des travaux consiste à traiter les demandes d'interventions qui arrivent dans le portefeuille des travaux à réaliser.

#### **1. Les fonctions minimum**

La gestion des travaux doit permettre de moduler la gestion des interventions selon :

- Une procédure simplifiée pour les travaux rapides ;
- Une procédure normale pour les travaux comprenant les préparations, les réservations et affectations (ordonnancement), l'édition d'un OT (ordre de travail) ou de plusieurs BT (bons de travaux) ;
- Une procédure de travaux planifiés qui sont déclenchés par l'occurrence d'une date. Cette date peut être modulée éventuellement par une modification du calendrier de production. Une fois validée dans le portefeuille des interventions, il sera traité en procédure normale, comme décrit précédemment ;

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 82 sur 82

- Une procédure du type ronde ou inspection. Ce sont des travaux de vérifications, de mesures ou de réglages simples mais nombreux portant sur plusieurs équipements. Cette procédure doit être simple et rapide à utiliser. Par exemple, une inspection portant sur dix équipements différents ne doit pas nécessiter la création de dix demandes d'interventions. Certaines de ces inspections peuvent être réalisées par des outils de TMAO comme par exemple des terminaux portables munis de sondes ou de capteurs, dont on décharge les relevés de mesure contenus en mémoire dans la GMAO.

## 2. La préparation des travaux à effectuer

La préparation des travaux à effectuer doit permettre :

- L'insertion automatique ou semi-automatique de gammes de maintenance, constituées d'opérations subdivisées éventuellement en tâches prédéfinies et qui comportent les pièces et outillages nécessaires ;
- La réservation des outillages ;
- La réservation des pièces et leur commande automatique si elles sont en quantité insuffisante ;
- L'aide à l'ordonnancement ou à l'affectation des ressources–humaines ou outillage – en consultant un plan de charge ;
- L'édition des OT, personnalisable selon les gammes de maintenance ;
- L'accès sélectif au portefeuille des travaux, à préparer en fonction du groupe d'utilisateurs ou du mot de passe ;
- La souplesse des imputations de comptes analytiques. Elles doivent se faire sur le compte de l'équipement par défaut mais être modifiable si nécessaire ;
- La facilité de prise en compte des interventions sous-traitées et de leurs spécificités ;
- La possibilité d'inclure automatiquement des consignes de sécurité imprimées sur les OT/BT en fonction des localisations ou des équipements qui le nécessitent ;
- Le routage des éditions des OT vers les imprimantes situées à proximité des personnels concernés.

## 3. Les fonctions complémentaires souhaitables

- Le gestionnaire de projet (PERT ou diagrammes de GANTT) ou encore l'interface avec un progiciel standard de gestion de projet (MS Project, PSN, etc.).

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 83 sur 83

- L'aide à l'affectation de personnel par la recherche et la sélection des compétences et des expériences.
- L'accès sélectif par les techniciens aux travaux affectés selon le profil utilisateur ou le mot de passe.
- La personnalisation de l'édition d'OT selon les gammes de maintenance sélectionnées. L'édition de l'OT peut également être associée à des éditions de texte ou de schémas. Ainsi, un OT destiné à des relevés de vibration peut être édité en même temps que le dessin de la chaîne cinématique de la machine considérée.
- La réservation préventive des pièces prédictives ou des ressources à partir des prévisions sur un horizon variable avant l'occurrence de leur date de déclenchement.
- Plusieurs niveaux d'autorisation pour l'exécution.
- La simulation du plan de charge pour les services importants (s'il y a plus de 40 techniciens à planifier).
- La visualisation des éléments clés du contrat de sous traitant durant la préparation.

#### 4. La gestion de la maintenance préventive

Il existe plusieurs variantes de maintenance préventive :

- La maintenance préventive systématique basée sur un calendrier ;
- La maintenance préventive du type conditionnel, dans laquelle la mesure d'une valeur déclenche une intervention ;
- La maintenance préventive du type prévisionnel (aussi appelée «prédictive »), qui est une combinaison des deux. On définit en premier les dates calendaires de l'intervention. Ces dates peuvent être modulées en fonction des relevés de compteur ou de mesures conditionnelles. Selon son degré de perfectionnement, le système pourra ou non calculer la date probable d'occurrence au degré d'usure qui nécessite une intervention. Si pour une raison ou une autre les relevés ne sont pas enregistrés, les dates calendaires constituent une sécurité ;
- La maintenance d'opportunité, qui n'est pas une appellation normalisée mais une nécessité nouvellement apparue en fonction des contraintes de productivité.
- Il peut arriver que des interventions du type correctif soient nécessaires mais que, au vu des contraintes économiques et commerciales, la direction prenne le risque d'attendre un arrêt de la production pour les réaliser. Ces

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 84 sur 84

travaux seront alors préparés et enregistrés, puis lancés dès que l'équipement sera disponible pour cela.

#### 5. Les fonctions minimum

- Le planning de maintenance calendaire par ligne de production et par équipement, comme précédemment expliqué.
- La définition détaillée des gammes de maintenance (opérations, tâches, compétences, outillages, pièces) qui seront déclenchées par ces travaux.

#### 6. Les fonctions complémentaires souhaitables

- La possibilité d'anticiper une opération de maintenance en cas de modification du calendrier de l'équipement considéré.
- La prévision d'occurrence de la date d'intervention liée à des relevés de compteurs ou de mesures.

### B. Les comptes rendus d'Interventions.

Les travaux terminés, un compte rendu doit être établi afin de remplir les fichiers d'historique des équipements. Ce compte rendu permet de connaître les temps passés par équipement et les temps d'arrêt, l'effet, la cause et le remède pour une intervention demandée. Un commentaire en texte libre doit pouvoir être éventuellement ajouté.

Nota : le premier critère clé d'appréciation sera la facilité d'emploi et la rapidité de

saisie. L'insuffisance de cette fonction est éliminatoire dans le choix du logiciel.

#### 1. Les fonctions minimum

- ☞ Pouvoir retrouver et éventuellement corriger la demande d'intervention.
- ☞ Choisir des codes de causes et remèdes standard dans des bibliothèques de choix sélectionnés automatiquement par le code équipement (les défaillances possibles d'une pompe ne sont pas les mêmes que celles d'un groupe électrogène).
- ☞ Différencier les temps de panne des temps d'arrêt de l'équipement.
- ☞ Pouvoir moduler les principes de déclaration des temps passés en fonction des difficultés possibles à ce niveau (attention à ne pas donner une impression de surveillance).
- ☞ La création et la mise à jour des gammes de Maintenance.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 85 sur 85

La maintenance préventive et le plan de réponse aux événements nécessitent la constitution de travaux préétablis appelés gammes de maintenance. Il est intéressant d'avoir la possibilité de structurer ces gammes en éléments standard réutilisables et combinables entre eux. Ce sera l'objet de cette fonctionnalité.

- La définition de l'opération : c'est la description de la ou des compétences nécessaires, le libellé du travail à faire, le temps requis, les consignes de sécurité, les tours de main et mesures (démontage, mesure d'isolement...). Ces opérations seront extraites d'une bibliothèque.
- La description du travail : il s'agit du code et de la définition du sous-ensemble ou de la pièce de la nomenclature. Elle sera souvent complétée par du texte libre.
- La description de l'outillage nécessaire pour réaliser le travail. Il y aura donc une gestion des outils.
- L'indication des mesures à effectuer : le compte rendu devra offrir automatiquement cette possibilité si elle est prévue dans l'opération.
- La partition de l'OT en plusieurs BT pour les travaux comprenant plusieurs opérations et qui font appel à des compétences différentes : plusieurs BT (bons de travaux) pourront être édités.
- La possibilité de combiner séquentiellement ou simultanément plusieurs opérations.
- La possibilité d'inclure automatiquement des consignes de sécurité imprimées sur les OT/BT en fonction des localisations ou des équipements qui le nécessitent.

## 2. Les fonctions complémentaires souhaitables

☞ La possibilité d'associer des éditions de schémas, vues éclatées et de plans inclus dans d'autres logiciels (Autocad, Word, Draw, Excel...) à l'édition des OT/BT.

☞ Les analyses des défaillances. Cette fonction fait rarement l'objet d'un module spécialisé. Elle pourra être remplie par le générateur d'état et les informations contenues dans l'historique des équipements.

Une analyse peut être réalisée en extrayant les éléments suivants :

- Equipement et sous-ensemble analysés ;
- Effet ou symptôme constaté ;
- Cause relevée ;

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 86 sur 86

- Remède apporté ;
- Pièces échangées ;

Il est ainsi démontré l'importance d'utiliser une codification cohérente pour désigner chacun des éléments de cette analyse.

Pour réaliser des AMDEC, les fonctions supplémentaires suivantes sont nécessaires :

- Découpage en blocs fonctionnels de chaque sous-ensemble de l'équipement pour définir les fonctions affectées par le défaut ;
- Définition du mode de défaillance ;
- Effet sur les autres fonctions ou sous-ensembles ;
- Codification de la criticité du défaut, de sa probabilité d'occurrence, de sa sévérité pour l'exploitation, du risque de non-détection ;
- Manière dont est détecté le défaut ;
- Pondération des éléments de l'analyse.

### **5.2.6 LES FONCTIONS COMPLEMENTAIRES DE LA GMAO.**

Les fonctions complémentaires de la GMAO sont des options ou encore des logiciels à part qui complètent la GMAO.

#### **1. La gestion des étalonnages et des calibrages**

Destinée à enregistrer et visualiser les courbes de dérives des tests et mesures effectués, elle permet également de gérer les dates de vérification. Les étalonnages et les calibrages peuvent également être gérés par le module de maintenance préventive.

#### **2. Le gestionnaire de projet**

S'il n'est pas intégré à la GMAO, ce logiciel permet de planifier des projets et de les visualiser par des diagrammes de Gantt des PERT.

#### **3. Le module d'interface technique**

Il permet l'interface avec des acquisitions de mesure, des GTC (gestion technique centralisée). Il permet d'adapter les signaux transmis par ces appareils au format requis par la GMAO. Ces signaux pourront être des signaux d'alarme, des arrêts de machine, des coupures parfois invisibles, des relevés de mesure de vibration, cavitation, thermique, des relevés de compteurs, etc.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 87 sur 87

Cet interface est souvent réalisée en spécifique.

#### 4. Les générateurs d'état extérieurs à la GMAO

Ces générateurs autorisent l'interrogation des bases de données, ce qui permet d'aller chercher des informations, de les assembler pour présenter des rapports sous la forme souhaitée. Ils se différencient des générateurs d'état intégrés à la GMAO par leurs plus grandes possibilités de recherche. Ils peuvent agir dans plusieurs logiciels et ainsi réaliser des tableaux de bord pour une exploitation industrielle à partir d'indicateur d'état de la GMAO, de la GPAO, de systèmes de supervision.

Ils comprennent un programme d'interrogation et un tableur pour la mise en forme de tableaux et de graphismes. Leur utilisation libère un poste dédié à la GMAO.

#### 5. Les particularités de la GMAO pour gérer une activité tierce ou un SAV

En service après-vente destiné à des tiers, un appareil qui rentre en réparation est installé chez un client. Il n'apparaît parfois qu'au moment de l'intervention et, dans ce cas, il ne peut être suivi avec précision.

Dans ce cas des services après-vente de matériels, de petits matériels tels que des micro-ordinateurs par exemple, la fiche équipement devra faire référence à un modèle constructeur bien documenté en caractéristiques techniques et nomenclatures de pièces détachées. Les équipements seront souvent créés lors de l'entrée en réparation. Cette création devra donc être très rapide et plus succincte que pour la gestion d'équipements industriels.

Les réparations donnent lieu à des facturations qui sont comptabilisées et éditées immédiatement ou périodiquement.

La GMAO devra comporter des fichiers clients avec les conditions commerciales, les clauses et la validité du contrat, les conditions de facturation et le règlement qui se rapprochent de la gestion commerciale. Elle devra également comporter une planification des visites ou des entretiens périodiques contractuels.

Ces informations devront être immédiatement visualisables lors de la réception ou d'un appel téléphonique d'un client. Il s'agit donc bien d'un logiciel ayant ses propres spécificités.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 88 sur 88



## 6 LES PARAMETRES A SURVEILLER DANS L'ELABORATION D'UN PLAN D'IMPLANTATION D'UN SYSTEME DE GESTION INFORMATISEE

### 6.1 PARAMETRES A SURVEILLER

#### 6.1.1 LE LANCEMENT DU PROJET

Il est conseillé de veiller à la communication du projet dans l'entreprise. Un projet informatique suscite toujours des craintes, à tort ou à raison. C'est pourquoi il est conseillé de faire une présentation générale des objectifs envisagés et des implications pour les acteurs de l'entreprise qui seront concernés.

Le moment du lancement devra être étudié de façon à ne pas coïncider avec des périodes de très forte activité ou d'autres événements de nature à perturber ce projet.

#### 6.1.2 LES ETAPES DU PROJET

☞ L'installation provisoire des postes de travail pour le groupe de projet

Cela comprend l'installation dans une pièce – permettant l'étude au calme – d'un ou plusieurs postes de travail avec une imprimante. Il faut prévoir deux personnes au maximum par poste de travail pour les séances de formation. Un poste téléphonique est nécessaire pour joindre le service client de l'éditeur de logiciel durant la phase d'étude.

☞ Le paramétrage du logiciel en fonction de l'étude de faisabilité effectuée

Le paramétrage est la personnalisation des logiciels aux besoins des utilisateurs. Il peut représenter une charge de travail très variable en fonction des logiciels et de l'utilisation qui en est faite. Il implique au minimum la création de groupes d'utilisateurs définis pour chaque site en fonction de l'organisation maintenance. Cette opération nécessite la création dans le gestionnaire de menu des groupes suivants :

- superviseur informatique (sécurités, paramétrages, sauvegarde...);
- chef de projet;

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 89 sur 89

- responsable méthodes, ordonnancement ;
- responsable de gestion, stocks, achats ;
- magasinier ;
- technicien ;
- contremaître ou chef d'équipe ;
- responsable d'exploitation ;
- opérateur d'exploitation ;
- intervenants AMDEC.

Pour chaque groupe, le responsable d'exploitation doit effectuer :

- la création d'un code désignant le profil ;
- les menus et options autorisés ;
- les personnalisations éventuelles ;
- l'attribution d'un profil utilisateur ;
- l'accès aux bases de données autorisées (base opérationnelle ou base d'étude/formation).

Pour chaque utilisateur, un mot de passe est attribué et changé régulièrement.

Le paramétrage induit des décisions définitives découlant des règles de gestion. Elles devront avoir été définies en amont pour éviter de perdre temps et énergie.

Le consultant de l'éditeur réalise une maquette pour former le groupe de projet et tester le fonctionnement de l'application.

Si les moyens ne le permettent pas, il faut étudier tous les détails d'installations et de paramétrage du logiciel. Dans ce cas, cette prise de connaissance nécessitera deux à trois mois supplémentaires de temps de projet, à moins d'une bonne expérience de la GMAO ou de ce logiciel.

### **6.1.3 LE RECENSEMENT, LE DECOUPAGE ET LA CODIFICATION DES EQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS CONCERNES.**

Les équipements et installations doivent être définis (codifiés, répertoriés) selon une logique de maintenance. Ce travail sera réalisé par des spécialistes des méthodes de maintenance.

Le découpage des équipements fait appel à trois notions de découpage ayant chacune ses propres caractéristiques et objectifs :

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 90 sur 90

- le découpage topologique ;
- le découpage fonctionnel ;
- le découpage matériel.

Pour plus de clarté, il est conseillé d'utiliser les termes du document AFNOR NF X 60-200.

## ☞ Le découpage topologique

### a) Les objectifs

Ce découpage situe géographiquement les emplacements ou localisations et nécessite plusieurs niveaux. Il apportera des compléments d'information au découpage fonctionnel et doit permettre par exemple la localisation des canalisations enfouies.

Ce découpage doit être cohérent avec les repérages utilisés dans les documents descriptifs.

### b) La réalisation

Les emplacements géographiques sont décomposés de la façon suivante :

- pour les bâtiments, machines, installations : site, zone, bâtiments, localisation par des repères issus d'un maillage XY et complété par une indication de niveau, par exemple pour la localisation d'une vanne de sécurité : Zone 2, Bâtiment 1, A5, niveau 1,5 m.

De nombreuses heures sont perdues dans les usines en recherche d'organes mal localisés et non documentés ;

- pour les magasins : travées, rangées, rayonnages.

La décomposition est complétée par des caractéristiques d'environnement : (couvert, air libre, climatisé...).

La logique est celle de la désignation d'un lieu qui ne correspond pas forcément à un équipement opérationnel.

Il est souhaitable de ne pas se limiter au découpage topologique des installations à maintenir. Il faut réaliser en même temps celui de toutes les installations et localisations concernées indirectement (canalisation diverses, quartiers de vie, magasins, ateliers...). La codification de ces localisations sera nécessaire ultérieurement pour l'utilisation de la GMAO.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 91 sur 91

## ☞ Le découpage fonctionnel

Il répond à plusieurs objectifs :

- disposer d'un descriptif des installations basé sur le fonctionnel et non pas seulement sur le géographique ;

- intégrer toutes les catégories de matériel par leur rôle vis-à-vis du procédé.

Avoir une finesse de découpage permettant à chaque corps de métiers de suivre ces appareils ;

- uniformiser et homogénéiser les descriptions, afin de permettre la consolidation d'analyses entre sites distants, en bénéficiant de critères identiques.

La réalisation du découpage fonctionnel Les installations sont décomposées par rapport à leur fonction, de la façon suivante :

- des caractéristiques fonctionnelles : réglages, données de production, criticité dans le processus ;

- des caractéristiques administratives : responsable d'exploitation, responsable de maintenance, numéro de série des équipements, etc.

La logique est celle du lien opérationnel entre les systèmes et leurs sous-systèmes. Son degré de détail est défini dans la politique de maintenance .

## ☞ Le découpage matériel et les nomenclatures

Ce découpage complète le précédent par la description détaillée des éléments qui composent l'équipement. Il décrit le matériel selon le modèle et les plans du constructeur.

a) La réalisation du découpage matériel, des nomenclatures

L'équipement est décomposé selon l'exemple suivant :

**Modèle Compresseur EOLE 2200 (appellation du constructeur)**

**Sous-ensembles Bloc moteur type : xxx**

**Composants : Roulements, accouplement, bornier**

La décomposition est complétée par :

- des caractéristiques techniques : dimensions, puissance, débit maximum, documents techniques, etc. ;

- des caractéristiques administratives : constructeur, informations sur le constructeur et sur le distributeur.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 92 sur 92

La logique est celle du démontage, réparation et remontage. Ce découpage indique les sous-ensembles et les composants. Il se fait sur un ou plusieurs niveaux. Un même modèle peut être utilisé sous des immatriculations différentes dans plusieurs systèmes.

La consolidation des retours d'expérience concernant un même modèle sur plusieurs sites permet des analyses statistiques.

**b) La réalisation des saisies**

Certains éditeurs proposent de réaliser les saisies sous un tableur (ce qui est le plus rapide) et assurent la conversion des données. Il est possible que le mode de saisie subisse quelques modifications en fonction des résultats des prototypes.

**c) La réalisation du prototypage**

Selon un scénario préétabli, le fonctionnement de la solution est simulé sur le logiciel avec un nombre restreint de données. La maquette ainsi réalisée permettra de matérialiser les objectifs à atteindre ainsi que les moyens nécessaires. La direction confirmera par une validation définitive.

**d) La rédaction des manuels utilisateurs**

Ils assureront la pérennité et le transfert de la connaissance dans l'entreprise.

**e) La formation des utilisateurs**

Elle se fera peu de temps avant la mise en œuvre définitive qui sera elle-même assistée afin d'éviter l'érosion des connaissances et pour accroître la motivation durant la formation.

#### **6.1.4 LA PREPARATION DE LA FORMATION DES UTILISATEURS**

L'objectif est de former les utilisateurs à la fois au logiciel et à ses règles d'utilisation en les plaçant dans un contexte d'activité familier. La formation s'adressera donc à des groupes d'utilisateurs homogènes (magasiniers, techniciens, contremaître...).

Les cours de formation sur le site seront complétés par des séances de travaux pratiques précédant la mise en application. Les séances de travaux pratiques seront adaptées au site, mais l'objet du module de formation sera standard pour le groupe d'utilisateurs.

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 93 sur 93

Chaque module est défini dans une fiche pédagogique dont la conception est présentée ci-après :

**Techniciens :** Consultation technique des équipements, nomenclatures, diagnostics, compte rendu

**Magasiniers :** Transaction dans le stock : sorties, réceptions fournisseurs, inventaires, recherche des pièces par caractéristiques

**Responsable des stocks :** Valorisation des stocks – Optimisation – Réapprovisionnements. Analyse financière.

**Acheteur Réapprovisionnement - Lancement des commandes – Suivi des fournisseurs – Appels d’offres.**

**Comptables :** Rapprochements des factures et transfert en comptabilité

**Agent méthodes :** Gestion des équipements – Gestion des tâches Analyse des défaillances – AMDEC

**Responsable méthodes Préventif – Gestion des ressources – AMDEC Etude approfondie du logiciel – Prédicatif.**

**Contremaître et chef d’équipe :** Idem technicien, plus ordonnancement et suivi des affectations.

**Responsable maintenance du site :** Tous les cours, plus utilisation du générateur d’états.

**Responsable d’exploitation :** Signalements – Demandes d’intervention – Suivi opérationnel des équipements – Tableaux de bord

**Opérateurs d’exploitation ou de production :** Signalements – Demandes d’intervention – Maintenance 1er niveau.

## 7 L’ORDONNANCEMENT D’UNE TACHE DE MAINTENANCE

### 7.1 GENERALITES

Quels sont les travaux importants , par le nombre et la durée des opérations qui les composent , mis en œuvre par le service maintenance ?

Ce sont le plus souvent les arrêts annuels de process, de tranche, qui mobilisent sur une période allant de 8 jours à un mois un grand nombre de techniciens , souvent extérieurs au service .

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 94 sur 94

L'ordonnancement est la fonction qui , responsable de la fixation des délais , prévoit les moyens de réalisation , les affecte en temps opportun et veille en œuvre.

Pour mener à bien des activité d'ordonnancement on exploite :

les documents du service méthodes maintenance tels que : dossier matériel , gammes de démontage , instructions de maintenance .....

ainsi que toutes les informations recueillies auprès du personnel de conduite .

## 7.2 PLANIFICATION DES TRAVAUX

L'ordonnancement doit établir le programme des travaux , et doit les planifier .

Les travaux peuvent être classés en deux grandes familles :

les travaux prévisibles et qui sont en rapport avec la maintenance préventive

les travaux imprévisibles , en rapport avec la maintenance corrective.

La planification de ces travaux se fait en fonction de l'ordre d'urgence qui leur est attribué :

Travaux en urgence 1 : à effectuer immédiatement, en général des travaux de dépannage exécutés par un personnel qualifié et polyvalent.

Travaux d'urgence 2 : à effectuer avant ou en cours d' une date limite prédéterminer .

Travaux d'urgence 3 : dont le délai d'exécution est dans une large mesure .

## 7.3 TERMINOLOGIE DE LA PLANIFICATION

### 7.3.1 PROJET

C'est un ensemble de tâches, chaque tâche étant une phase .

### 7.3.2 CHEMIN CRITIQUE

c'est l'ensemble de tâches « en série » qui conditionnent la durée totale d'un projet .

### 7.3.3 PLANNING

le planning au sens propre , ce sont des divers modèles de tableaux qui visualisent la programmation des travaux

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 95 sur 95

### 7.3.4 LISSAGE

Le lissage consiste à rechercher l'optimisation des charges en jouant sur les marges.

### 7.3.5 JALONNEMENT

Le jalonnement est l'ensemble des dates situant sur un planning les tâches et leurs marges, dans la réalisation d'un projet.

### 7.3.6 PROGRAMMATION

La programmation c'est l'action d'intégrer une tâche sur un planning, donc de lui choisir des dates de début et fin.

### 7.3.7 LANCEMENT

Le lancement c'est une sous fonction de l'ordonnancement ayant pour mission de rassembler tous les moyens pour assurer leur disponibilité au moment choisi.

### 7.3.8 AVANCEMENT

Autre sous fonction assurant le suivi des travaux. Il contrôle l'état d'avancement des « en cours », leur achèvement, et enregistrer les éventuelles discordances entre les prévisions et les réalisations

### 7.3.9 DEBLOCAGE

C'est l'action de libérer le lancement d'une tâche après l'enregistrement de la fin de la tâche précédente.

### 7.3.10 TACHE

En maintenance, une tâche est une intervention caractérisée par une durée estimée par le préparateur et portée sur un OT<sup>5</sup>. La situation dans le temps entraîne les notions suivantes.

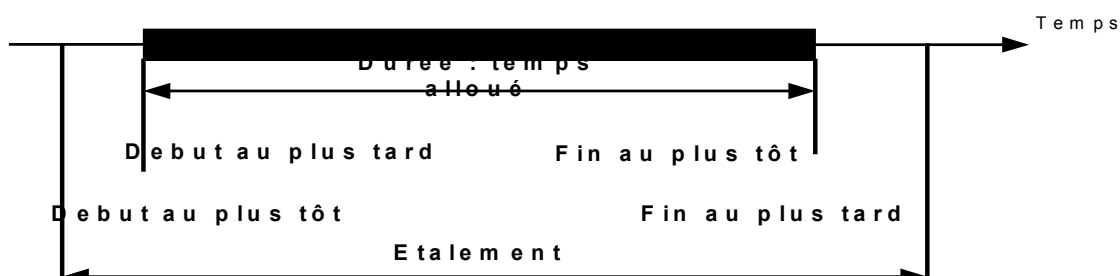


Figure 40 tâche

<sup>5</sup> Ordre de travail

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 96 sur 96



## 7.4 MOYENS DE PLANIFICATION

### 7.4.1 DIAGRAMME DE GANTT

C'est une forme graphique visualisant la succession des tâches, chaque durée de tâche étant représentée par une barre dont la longueur et à l'échelle des temps fig. 40.

Cette méthode est la plus ancienne créée depuis 1918 et pourtant encore très répandue.

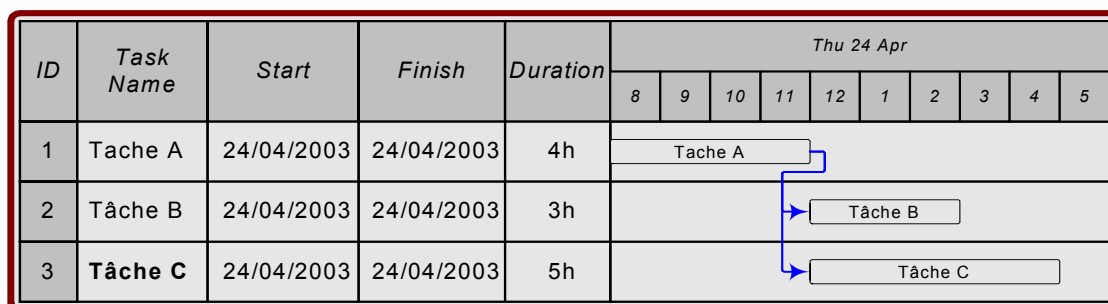


Figure 41 Diagramme deGANTT

Dans la fig.41 on voit bien que la fin de A conditionne les débuts B et C ; la marge sur B offre une liberté de programmation, utilisée pour lisser la charge.

### 7.4.2 LES ETAPES DE CONSTRUCTION D'UN DIAGRAMME GANTT

- ☞ Fixer le projet
- ☞ Définir les différentes opérations à réaliser ( les tâches) .
- ☞ Définir les durées de ces différents tâches .
- ☞ Définir les antériorités entre les différentes tâches .

**EXEMPLE :** Construire le diagramme GANTT correspond au programme suivant :

On veut ordonnancer une opération de maintenance pendant une semaine :

Le programme à réaliser :

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 97 sur 97

Tâche	Durée	Antériorité
<b>A</b>	<b>3</b>	-
<b>B</b>	<b>6</b>	<b>A</b>
<b>C</b>	<b>4</b>	<b>B</b>
<b>D</b>	<b>7</b>	<b>A</b>
<b>E</b>	<b>5</b>	<b>D</b>

**La tâche A n'a pas des tâches antérieures :**  
**Les tâches B et D s'effectuent après la tâche A.**  
**La tâche E s'effectue après la tâche D.**

**Réponse :Diagramme fig. 42 .**

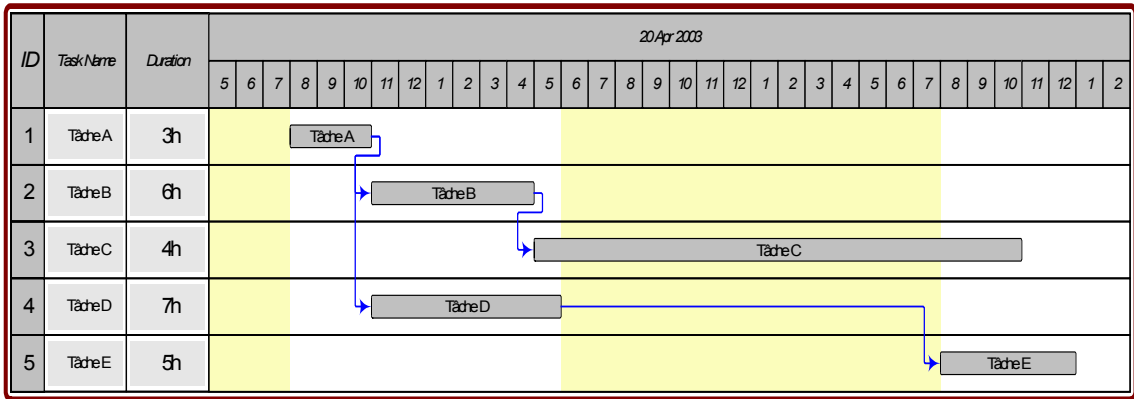


Figure 42 DIAGRAMME DE GANTT

**7.4.3 RESEAU PERT**

**PERT** signifie « Program Evaluation and Revue Technic ». Il a été mis au point en 1958 aux USA pour l'ordonnancement du programme spatial « Polaris ». Il permet de contrôler les délais. Efficace et facile à traiter par ordinateur , nombreuses variantes ont été mises au point :

**CPM : « critical Path Method »** ou méthode du chemin critique.

**PERT coût** : à chaque opération est affecté un coût prévisionnel , ce qui permet de gérer un échancier des dépenses cumulées.

**PERT charge** : il permet le nivellement des charges par lissage .

Dans cette paragraphe on se limite à l'étude du PERT temps qui donne l'ordre de l'exécution des tâches dans un calendrier donné .

#### 7.4.4 METHODE DE CONSTRUCTION DU RESEAU PERT

##### A. Notions fondamentales

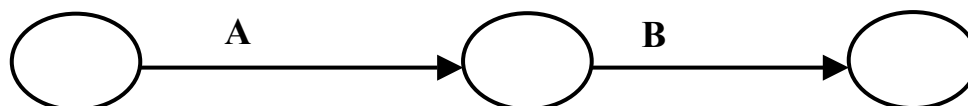
On doit tenir compte des notions suivantes :

- ☞ **PROJET** : c'est le *RESEAU* formé par les tâches et les étapes .
- ☞ **TACHE** : est une opération qui consomme une durée .
- ☞ **ETAPE** : elle ne consomme ni temps , ni coût , ni moyens , c'est un jalon ( nœud) de forme circulaire ,ou autre, complété par les information suivantes :
  - date au plus tôt ;
  - date au plus tard ;
  - Repère de t'étape ( son numéro ).

##### B. Contraintes d'antériorités

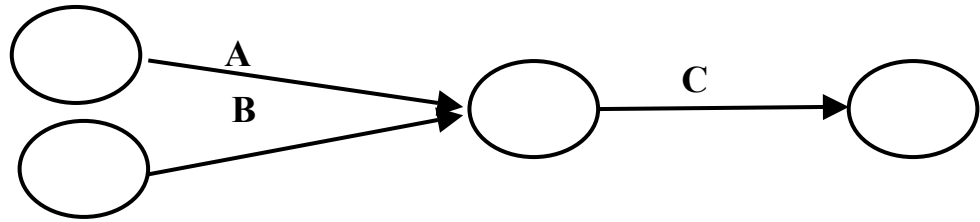
Des relations de dépendances unissent les tâches , suivant les règles suivantes :

- ☞ **Règle d'enclenchement** : B ne peut commencer que si A est achevée.

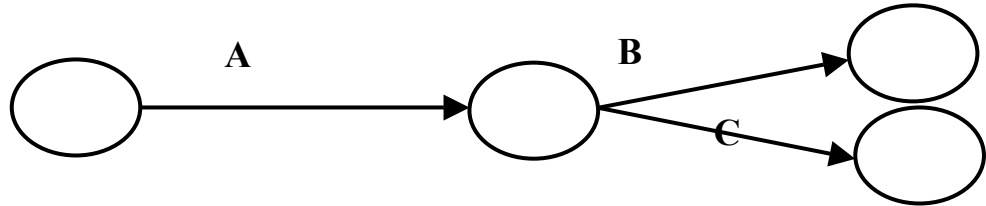


Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 99 sur 99

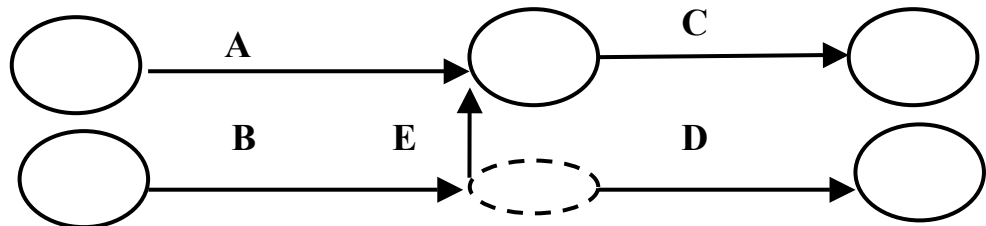
☞ Règle de convergence : C ne peut commencer que si A et B sont achevées.



☞ Règle de divergence : B et C peuvent commencer si A est achevée .



☞ Tâche fictive : Si C suit A et B , D suit B seulement



On a ajouté la tâche fictive E , de durée nulle .

### C. Matrice d'enclenchement

Dans le cas général on trace une matrice carrée portant les tâches en lignes et en colonnes.

Tâche	Antériorité							Durée H						
A	-							3						
B	A							6						
C	B							2						
D	A							5						
E	G F							2						
F	C D							10						
G	B							3						
	A	B	C	D	E	F	G	Les liaisons						
A								0						
B	X							1	0					
C		X						1		0				
D	X							1	0					
E						X	X	2			1	0		
F			X	X				2		1	0			
G		X						1		0				
Les priorités								A	B	C	F	E		
									D	G				

On construit une matrice carrée , dans les grilles liaisons on pose les dépendances comptée pour chaque ligne. La tâche dont la somme des liaisons est nulle est prioritaire.

L'étape suivante est d'éliminer des liaisons de la tâche reportée dans les priorités .

On trouve l'ordre suivant d'enclenchement (RESEAU): A , B et D , C et G, F et en fin E. Cet ordre est représenté par le réseau fig.43

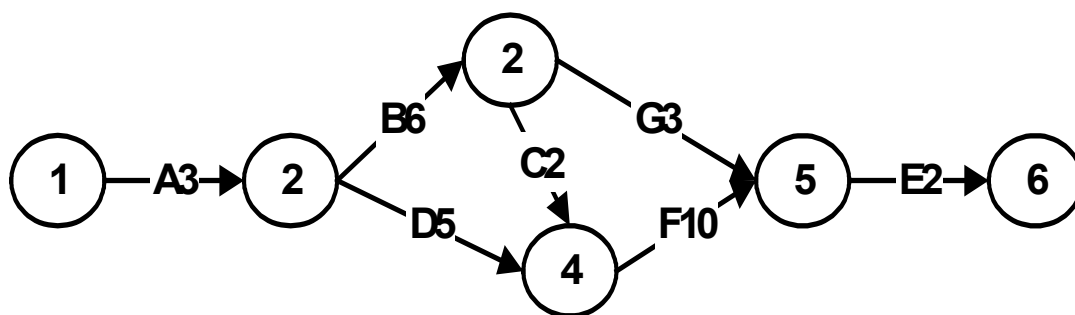


Figure 43 schéma du réseau

Construisons le réseau complet fig. 43:

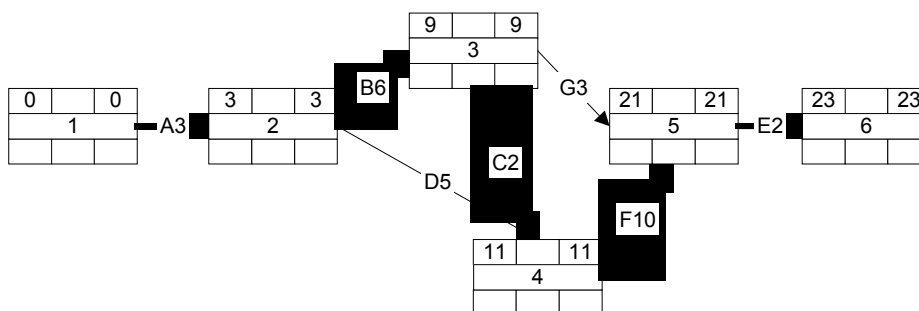


Figure 44 Réseau PERT

**Calcul des dates au plus tôt :**

On travaille de gauche à droite en additionnant les durées des tâches les unes aux autres en prenant la plus grande valeur, aux intersections. On positionne les dates au plus tôt dans la partie supérieure gauche des sommets.

**Calcul des dates au plus tard**

On travaille de droite à gauche en soustrayant les durées des tâches les unes aux autres en prenant la plus petite valeur, aux intersections. On positionne les dates au plus tard dans la partie supérieure gauche des sommets.

**Détermination du chemin critique :**

Le chemin critique est composé des tâches dites critiques qui ont les dates au plus tôt et au plus tard égales, (repérées par les flèches grasses).

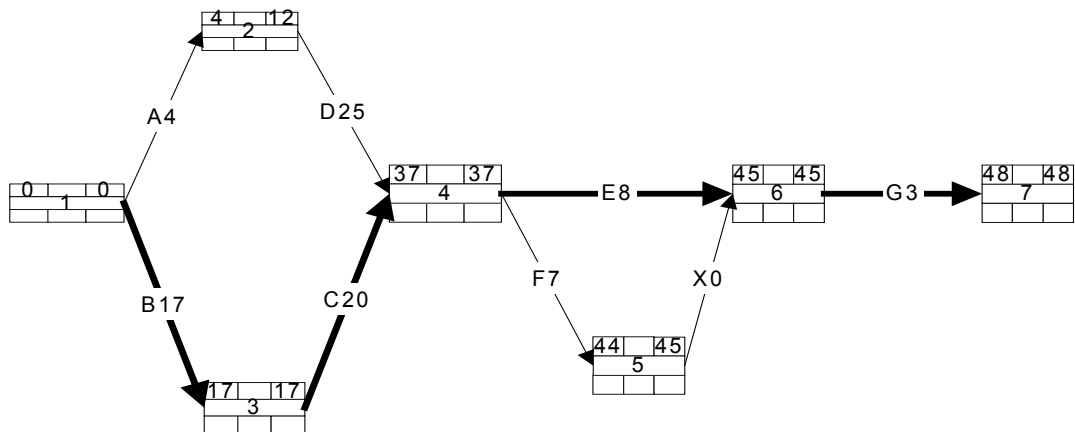
Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 102 sur 102

**Exercices :**

**Construire le réseau PERT du programme suivant :**

Tâche	Durée	Tâches antérieures
<b>A</b>	<b>4</b>	-
<b>B</b>	<b>17</b>	-
<b>C</b>	<b>20</b>	<b>B</b>
<b>D</b>	<b>25</b>	<b>A</b>
<b>E</b>	<b>8</b>	<b>C D</b>
<b>F</b>	<b>7</b>	<b>C D</b>
<b>G</b>	<b>3</b>	<b>E F</b>

**Réponse :**



# **PARTIE PRATIQUE**

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 104 sur 104</b>



## 8 TRAVAUX PRATIQUES

**Demander à chaque stagiaire ou groupe de stagiaires de :**

- 1. Etablir la topologie de leur atelier ou laboratoire en utilisant la documentation du constructeur.**
- 2. Etablir à partir du catalogue de chaque équipement son planning de maintenance préventive en précisant la quantité des articles nécessaires qu'il faut codifier .**
- 3. formuler une demande d'intervention préventive ou corrective ou les deux , simuler une intervention, rédiger le compte rendu .**
- 4. Saisir le travail réaliser à l'aide d'un logiciel de GMAO.**

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 105 sur 105

9 LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

<i>Ouvrage</i>	<i>Auteur</i>	<i>Edition</i>
<b>LA FONCTION MAINTENANCE</b>	<b>F. MONCHY</b>	<b>MASSON</b>
<b>MAITRISE ET GESTION DE LA MAINTENANCE Tome I</b>	<b>Maurice FRAISSE Et Alain BEVERINI</b>	<b>BTE</b>
<b>MAITRISE ET GESTION DE LA MAINTENANCE Tome II</b>	<b>Maurice FRAISSE Et Alain BEVERINI</b>	<b>BTE</b>
<b>MAINTENANCE DES SYSTEMES AUTOMATISES</b>	<b>P. DENIS D.MURAIL A.BIANCIOTTO P.BOYE</b>	<b>DALAGRAVE</b>
<b>GESTION DE PRODUCTION</b>	<b>Alain COURTOIS Maurice PILLET Chantal MARTIN</b>	<b>LES EDITIONS D' ORGANISATION</b>
<b>Brochure de présentation du logiciel de GMAO MAINTIMEDIA</b>	<b>TRIBOFILM INDUSTRIES 2 Rue du Covent BP 24 F 17220 Saint Rogatien France <a href="http://www.tribofilm.com">www.tribofilm.com</a></b>	
<b>Brochure de présentation du logiciel de GMAO OPTIMANT</b>	<b>Apisoft International 5 Rue du Tertre 44477 Carquefou Cedex France <a href="http://www.apisoft.fr">www.apisoft.fr</a></b>	

Préparé par A. MJIDILA	Gestion de la maintenance	13/02/2006
Révision 00-01		Page 106 sur 106

# **ANNEXES**

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 107 sur 107</b>

## 10 ANNEXES

<b>Préparé par A. MJIDILA</b>	<b>Gestion de la maintenance</b>	<b>13/02/2006</b>
<b>Révision 00-01</b>		<b>Page 108 sur 108</b>