

## Introduction :

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des usines aussi bien que pour la qualité des produits. C'est un défi industriel impliquant la remise en cause des structures figées actuelles et la promotion de méthode adaptées à la nature nouvelle des matériels. La maintenance est un gisement de productivité, de sécurité et de qualité à explorer.

Dans ce chapitre, nous allons commencer par présenter formes de la maintenance et certaines notions de base concernant les activités de maintenance ainsi organisation de la maintenance.

### I.1.Définition

D'après l'AFNOR (NF X 60 010): La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût optimal les objectifs de la maintenance, schématisés dans la figure 2, sont nombreux :

- Assurer la qualité et la quantité des produits fabriqués, tout en respectant les délais.
- Optimiser les actions de maintenance (exemple : réduire la fréquence des pannes).
- Contribuer à la création et au maintien de la sécurité au travail.
- Consolider la compétitivité de l'entreprise (exemple: améliorer la productivité).

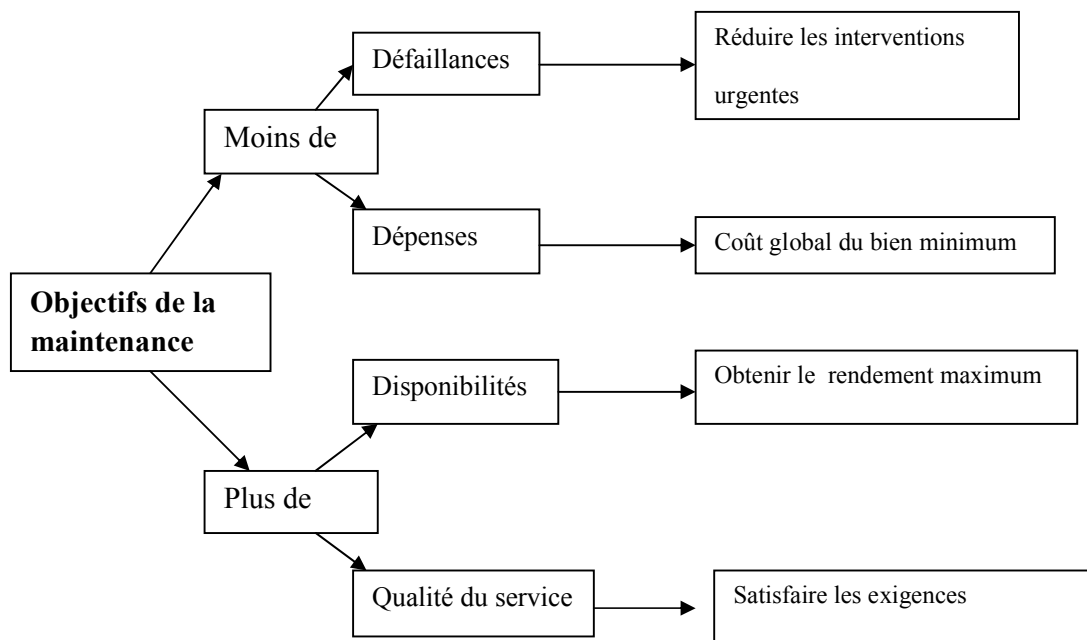
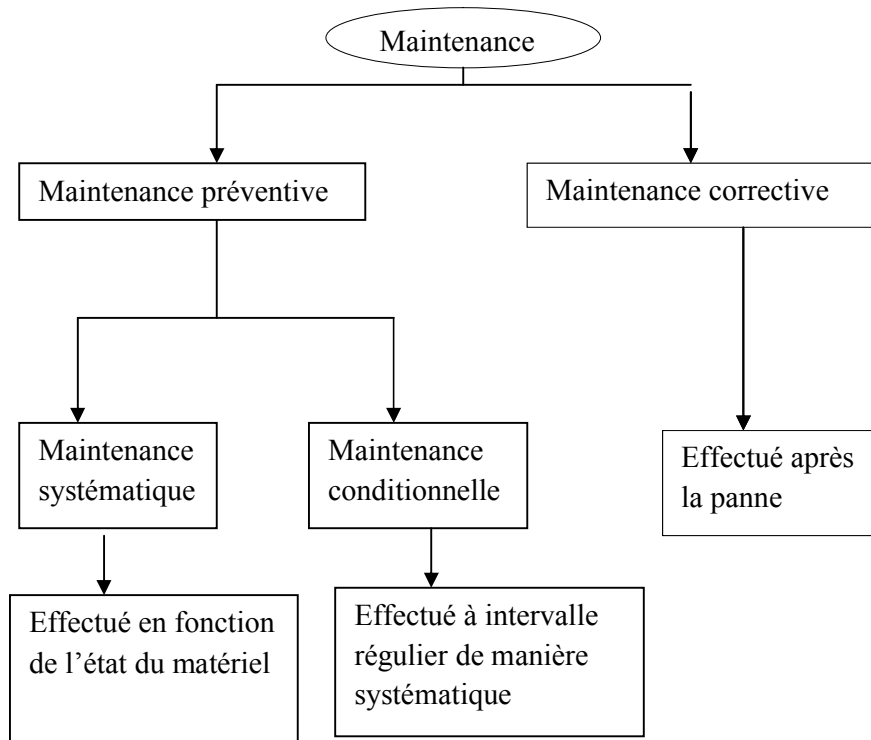


Figure I.1: Schématisation des objectifs de la maintenance [1]

## I.2. Formes de la maintenance :

Il existe deux principales familles de maintenance que l'on peut repérer sur la figure (I.1) : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective est celle que le système subit lorsque la panne est déjà présente et qu'il faut réparer. La maintenance préventive est celle qui permet d'anticiper et de prévenir les défaillances.[2]



**Figure I.2 : Les différentes formes de maintenance**

### I.2.1. Maintenance corrective :

La maintenance corrective est souvent perçue comme la forme primaire de la maintenance car l'intervention a lieu « en urgence » une fois la défaillance survenue. Comme le montre la figure (I.3), la logique de cette politique de maintenance est assez simple : lorsqu'une machine est défectueuse, il faut la réparer, ce qui sous-entend que si elle fonctionne, on n'y « touche » pas.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

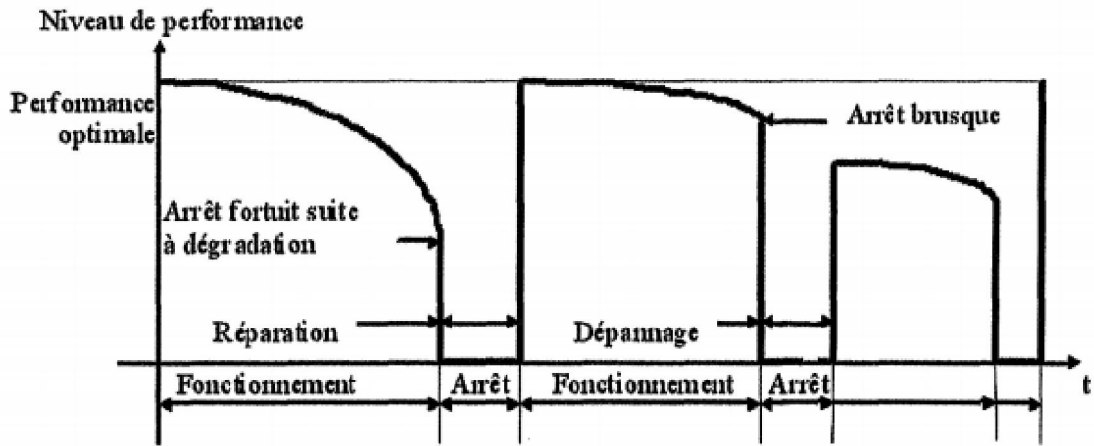


Figure I.3: Schématisation de la maintenance corrective

Il existe deux types de maintenance corrective : la maintenance curative et la maintenance palliative.

- Maintenance curative: ce type de maintenance permet de remettre définitivement en état le système après l'apparition d'une défaillance. Elle se caractérise par la recherche des causes initiales d'une défaillance en vue de réparer l'équipement. Cette remise en état du système est une réparation durable.
- Maintenance palliative : opération destinée à remettre un équipement dans un état provisoire de fonctionnement de manière à ce qu'il puisse assurer une partie des fonctions requises. L'intervention a un caractère provisoire dans le sens où elle nécessitera forcément une intervention ultérieure.

La défaillance (à distinguer d'une panne qui est un état) est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques [3]. La défaillance d'un bien provoque une indisponibilité mesurée par le temps d'indisponibilité après défaillance. Comme le montre la figure (I.4), le temps d'indisponibilité après défaillance correspond au temps entre l'apparition de la défaillance sur un équipement et la remise en condition de cet équipement en production normale.

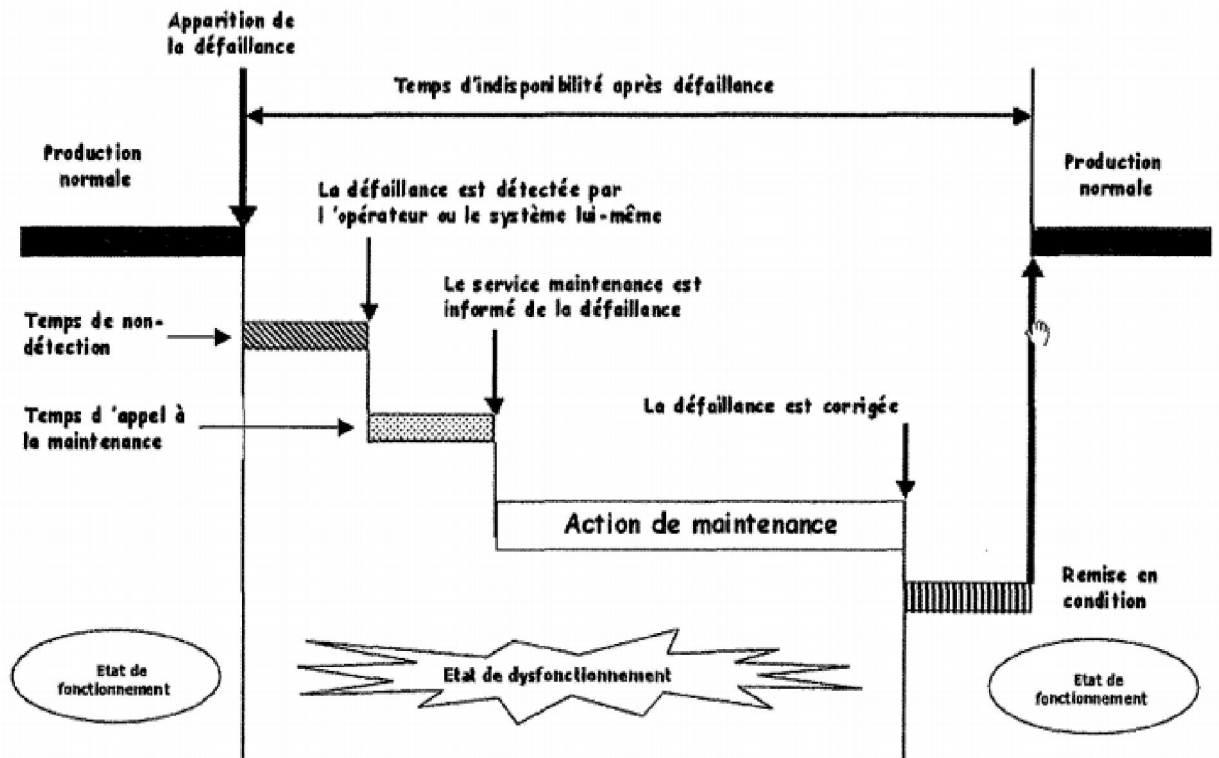


Figure. I.4 : Schématisation du temps d'indisponibilité après défaillance. [4]

L'objectif principal de la maintenance corrective est de remettre le système en état de fonctionnement dans un temps minimum (optimiser le temps d'indisponibilité après défaillance) tout en respectant les règles de sécurité. Ce type de maintenance est réservé aux matériels peu coûteux, non stratégiques pour la production et dont la panne aurait peu d'influence sur la sécurité.

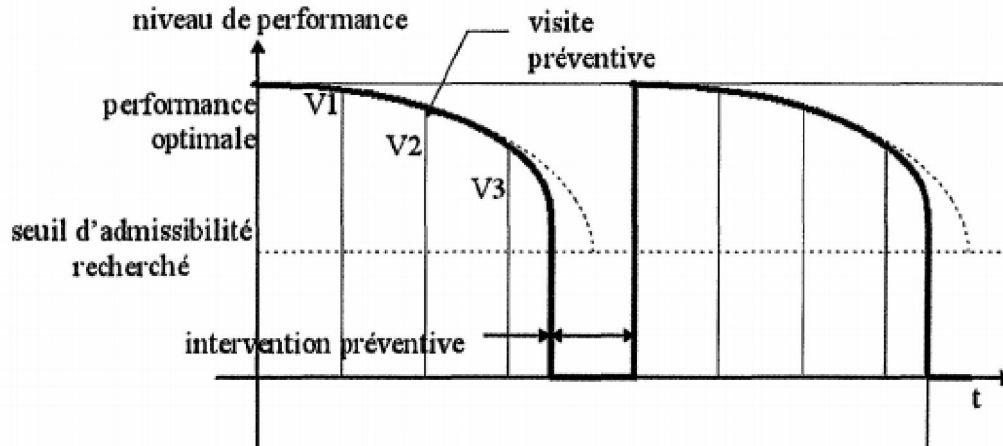
### I.2.2. Maintenance preventive:

La maintenance préventive se fonde sur l'adage "mieux vaut prévenir que guérir", sur la connaissance des machines, la prise en compte des signes précurseurs et le réalisme économique. . [5]

Comme le montre la figure (I.5), les visites préventives permettent de visualiser le niveau de performance d'un équipement en vue de prévoir une intervention préventive.

La maintenance préventive vise à réduire les coûts des pannes et de maintenance en prenant pour base le constat que la plupart des réparations et immobilisations coûteuses auraient pu être réduites ou évitées par un entretien constant et préventif. En effet elle doit

permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation et l'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.



**Figure I.5 : Schématisation de la maintenance préventive**

Il existe différents types de maintenance préventive :

#### **I.2.2.1.La maintenance préventive systématique :**

Cette méthode nécessite de connaître : le comportement des équipements, les usures et les modes de dégradation. Elle intervient à intervalles fixés sur la base du minimum de vie des composants, donné par l'expérience et/ou par le constructeur. C'est pourquoi ce type de maintenance est aussi appelé maintenance préventive fondée sur la durée de fonctionnement.

La maintenance préventive systématique, schématisé par la figure (I.6), se traduit donc par des interventions planifiées qui consistent à nettoyer, réparer ou remplacer périodiquement un organe sans contrôle préalable de l'équipement.[6]

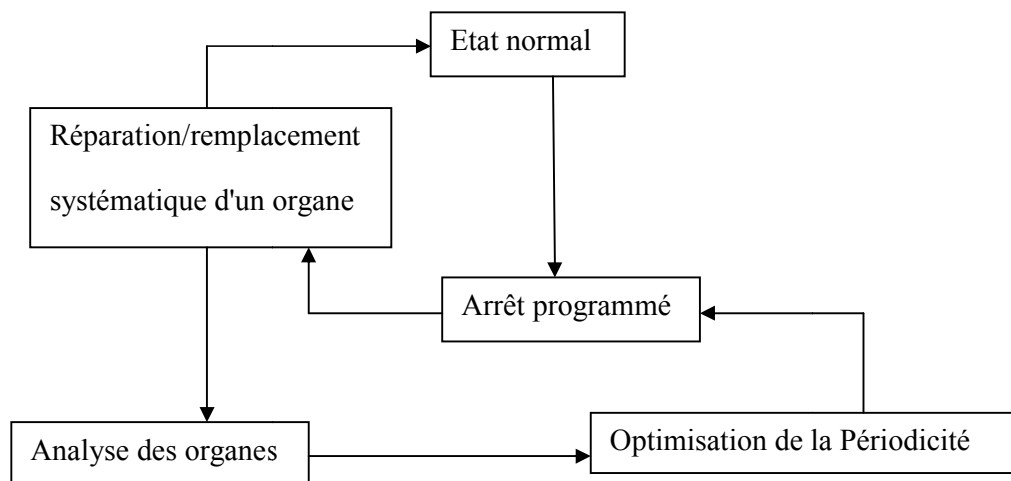


Figure I.6 : Cycle de maintenance préventive systématique

La maintenance préventive conditionnelle, schématisé par la figure(I.7), se traduit par des visites préventives qui consistent à suivre les paramètres significatifs de la dégradation du bien.

Lorsque le paramètre suivi dépasse le seuil d'alarme il faut prévoir une intervention pour remettre en condition normale l'équipement. En effet, la détection d'un dépassement d'un seuil d'alerte affecté à l'évolution du paramètre étudié déclenche le diagnostic des causes de la défaillance. [1]

Les conclusions de ce diagnostic permettent de définir l'intervention de maintenance.

### DETECTION ⇒ DIAGNOSTIC ⇒ INTERVENTION

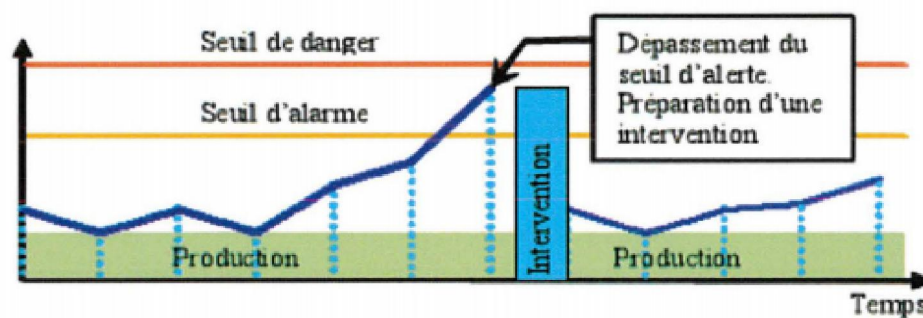


Figure I.7 : Schématisation de la maintenance préventive conditionnelle.

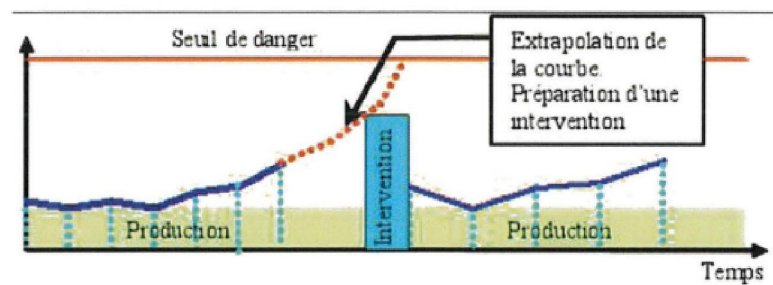
La maintenance préventive conditionnelle est donc subordonnée à des mesures et à des diagnostics précis de l'état de dégradation de la machine. La nature de ces mesures dépend de la machine à suivre. Cela peut être des mesures de vibration, des analyses d'huile, des thermographies infrarouges .Lorsque le seuil admissible de ces défauts est dépassé, il devient nécessaire de programmer l'arrêt de la machine.

Ceci doit être fait en perturbant au minimum le cycle de production, c'est à dire entre deux séries ou lors d'un arrêt programmé.

#### **I.2.2.2.La maintenance préventive prévisionnelle :**

La maintenance préventive prévisionnelle, schématisée par la figure (I.8), consiste à extrapoler la courbe de dégradation d'un organe pour prévoir une intervention.

### **PREVISION $\Rightarrow$ DIAGNOSTIC $\Rightarrow$ INTERVENTION**



**Figure I.8 : Schématisation de la maintenance préventive prévisionnelle.**

La courbe d'évolution d'un défaut étant connue, il est possible d'en extrapoler sa tendance pour prévoir la date de défaillance.

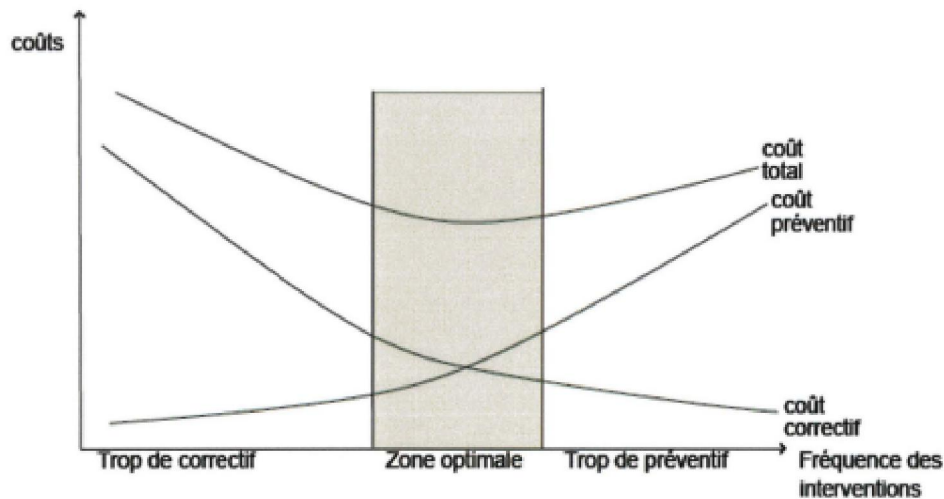
A partir de cette prévision, la date du diagnostic et du déclenchement de l'intervention de maintenance est planifiée afin que cette dernière soit terminée avant que le niveau requis pour le paramètre étudié ne soit dépassé. [7]

#### **I.3.Caractéristique des activités de maintenance**

Dans le milieu industriel, en général, une maintenance mixte est appliquée aux systèmes. En effet, la maintenance préventive est destinée à réduire la probabilité de défaillance, mais il subsiste une part de maintenance corrective incompressible.

Il est donc nécessaire de considérer des stratégies qui combinent les deux : maintenance corrective et maintenance préventive. :[8]

De plus l'optimisation de la maintenance consiste à trouver la balance optimale entre maintenance préventive et corrective tout en respectant les objectifs fixés. L'entreprise doit rechercher un compromis afin d'optimiser les relations entre les coûts de maintenance liés à l'investissement humain et matériel, et les pertes consécutives aux arrêts de la production.



**Figure I.9 : Equilibre maintenance curative/préventive**

La figure (I.9) est une illustration des effets de la fréquence des opérations de maintenance sur les coûts liés soit à la maintenance corrective, soit à la maintenance préventive. L'augmentation du nombre d'interventions sur le système permet de réduire les effets indésirables engendrés par une panne mais pénalise le fonctionnement du système.

Il peut donc entraîner une augmentation du coût global d'exploitation du système dans la mesure où chaque opération de maintenance engendre un coût.

#### **I.4.Organisation de la maintenance :**

Le directeur du service maintenance assume plusieurs responsabilités à savoir :

- Une responsabilité technique du patrimoine qui lui est confié. A ce titre, il a une connaissance approfondie des équipements et des défaillances (et de leurs causes) qui les menacent.



- Une connaissance des risques encourus (financiers, techniques, humains) lors d'un arrêt de production, qu'il soit consécutif à une défaillance ou alors volontaire pour une intervention.
- Une responsabilité sociale puisqu' il devra gérer des moyens humains (disponibilité et constitution des équipes, etc..).
- Une responsabilité économique du matériel confié et de son service. A ce titre, il devra analyser et optimiser les coûts de maintenance, gérer les stocks de rechange et les outillages.
- Une responsabilité politique puisqu'il devra positionner stratégiquement son service dans l'entreprise, ce qui n'est pas toujours une simple affaire.

Il est clair que ces quatre responsabilités ne pourront être assumées que s'il s'entoure de compétences affirmées. Ces compétences devront se retrouver dans les grandes fonctions du service maintenance.

Les fonctions de base du service Maintenance sont au nombre de cinq :

1. fonction « maintenance corrective », c'est à dire le dépannage et la réparation des équipements défaillants.
2. fonction « maintenance préventive », c'est à dire la prévention du risque de défaillance .
3. fonction « amélioration d'équipements existants » et « installation d'équipements neufs ».
4. fonction « méthodes », c'est à dire la mise à jour des documents techniques, la préparation du travail, l'ordonnancement des travaux, la gestion des stocks, la gestion économique de l'activité maintenance, les études techniques.
5. fonction « sous-traitance », c'est à dire le fait de confier des travaux de maintenance à une entreprise tiers.

Ces cinq fonctions ne sont pas exécutées n'importe où, ce qui va conditionner la présence physique du personnel maintenance. La maintenance peut s'effectuer :

- Sur site, c'est à dire là où se trouve l'équipement défaillant ou à modifier.
- Hors site, c'est à dire dans les locaux du service.

#### **I.4.1.Structure du service maintenance :**

##### **I.4.1.1.Fonction Méthodes :**

C'est la fonction qui permet la préparation des travaux de maintenance. Elle comprend :

- L'analyse et/ou les études des travaux à effectuer y compris les améliorations possibles (plans de graissage, de maintenance préventive, etc..),
- La synthèse de cette analyse, c'est à dire la préparation des interventions,
- Le contrôle de la réalisation sachant que la réalisation est confiée à une équipe «terrain»,
- La mise à jour des dossiers techniques et des normes,
- La gestion économique de l'activité maintenance,
- L'assistance technique.

##### **I.4.1.2.Fonction Ordonnancement :**

La fonction Ordonnancement permet l'intervention optimale, à l'heure H et avec tous les moyens nécessaires : personnel, outillage, préparation, dossier technique, consignes de sécurité, moyens spéciaux (appareils de levage, échafaudage, etc..), pièces de rechange. Elle permet également :

- De faire la comparaison entre les besoins et les moyens,
- De prendre en compte les délais d'approvisionnement et de mise à disposition (pièces de rechange, outillages spéciaux, etc..),
- De prendre en compte les servitudes (arrêt de fabrication, sécurité, etc..),
- De prendre en compte les capacités de charge du personnel de maintenance et donc de faire appel à la sous-traitance si nécessaire.[9]

##### **I.4.1.3.Fonction réalisation :**

Elle correspond au court terme et concerne tout le personnel opérationnel de maintenance.

Des équipes polyvalentes (EP) sont attachées à un équipement dont elles ont une parfaite connaissance ; elles sont sous la responsabilité du responsable maintenance pour les raisons suivantes :

- Coordination des travaux,
- Cohérence de la politique maintenance, suivi centralisé du matériel,
- Procédures standardisées permettant la circulation de l'information,
- Echanges inter-équipes facilités.

Le choix de l'une et de l'autre est lié bien sûr à la taille de l'entreprise, à sa nature et à sa technicité.

#### **I.4.2.Les ressources :**

Les ressources du service de maintenance sont principalement le personnel qualifié pour les différentes interventions. Cependant celui-ci a aussi besoin d'outillage et, pour les réparations, de pièces de rechange ainsi que de consommables d'entretien.

##### **I.4.2.1.Les ressources humaines en maintenance**

Les compétences sont le fer de lance de l'activité de maintenance. Chaque tâche de maintenance ayant ses particularités, il n'est pas possible d'automatiser la fonction de maintenance. C'est cela qui rend les techniciens de maintenance si importants aux yeux des autres services.

Ces différentes ressources ne sont donc réunies que dans l'objectif d'améliorer la disponibilité des équipements dans l'entreprise.[10]

##### **I.4.2.2.Les pièces de rechange**

La maintenabilité de l'équipement est liée au fabricant de pièces détachées. En et, la disparition d'un unique fabricant d'un type de pièces de rechange peut rendre très difficile l'obtention des pièces de rechange et donc la remise en service de l'équipement. En ce qui concerne leur stockage. Un programme de gestion permet principalement de pouvoir gérer leurs lieux de stockage, d'en connaître la disponibilité, d'éviter le gaspillage, de connaître l'évolution des stocks et la nécessité de lancer des commandes. Le fait de coder les équipements permet d'organiser le magasin de pièces de rechange.

D'autres ressources doivent aussi être stockées et gérées. Il s'agit de l'outillage, dont la gestion est soumise à des problématiques différentes de celles des ressources humaines.

#### **I.4.2.3.L'outillage**

Les différentes formes d'interventions de maintenance requièrent des ressources matérielles telles que l'outillage. La possibilité de l'intervention dépend donc de leur disponibilité et nécessite d'être planifiée. Certains outillages sont déplaçables, d'autres non.

Parmi l'outillage déplaçable on peut déterminer deux types d'outillages : l'outillage courant, dont chaque opérateur de maintenance dispose (caisse à outils). Mais aussi l'outillage spécifique, ou coûteux (matériel électroportatif par exemple) qui est en quantité limitée et nécessite une réservation. L'outillage lourd, qui n'est pas déplaçable, est en quantité limitée. Il nécessite une intervention dans les locaux du service de maintenance et non sur site. L'utilisation de tels outils nécessite aussi d'être anticipée. On trouve très peu de publications sur la gestion de l'outillage en tant que ressource pour l'activité de maintenance. Les ressources les plus importantes du service de maintenance, mais aussi les plus compliquées à gérer, sont cependant les ressources humaines.

#### **Conclusion**

La recherche de l'accroissement des performances dans l'industrie, de plus en plus variées et complexes, conduit à transférer sur la fonction maintenance la responsabilité de garantir la disponibilité de ces systèmes. La maintenance est l'une des composantes qui influence les performances de l'entreprise.

Dans son chapitre nous avons présenté dans la première partie une description de la fonction maintenance, à savoir ses différentes formes, et dans la deuxième partie nous avons montré la structure et les ressources du service de la maintenance