

Introduction :

Maintenir un équipement, c'est gérer au coût optimal sa disponibilité dans le processus de production. La maintenance est aux machines ce qu'est la médecine pour les humains. Dans de nombreux cas, elle est un enjeu clé de la productivité et de la compétitivité des entreprises. Elle est devenue une discipline à part entière, avec un langage, des règles, des outils, des méthodes, des procédures contractuelles, une normalisation, des formations adaptées

La maintenance s'adresse et intéresse un grand nombre de secteurs d'activités. Elle peut être pratiquée par un service interne de l'entreprise, une entreprise de sous-traitance, un fabricant de matériel ou un distributeur.

I.1. Généralités sur la maintenance**I.1.1. Définition de la maintenance :**

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance est définie comme « **l'ensemble des actions**¹ permettant de **maintenir**² ou de **rétablir**³ **un bien**⁴ **dans un état spécifié**⁵ ou en mesure d'assurer **un service déterminé**⁶ on lui ajoutant **un cout optimal**⁷. » [1]

Cette définition inclue les principaux concepts de la maintenance, qui sont :

- **1^{er} concept** : le groupe d'actions (l'ensemble des actions) qui englobent :
 - a) La conception de la maintenance telle que la formation des agents de maintenance, la notion de maintenabilité, la documentation technique, les équipements adéquats (outillages) et les approvisionnements (pièces de rechange).
 - b) L'exécution des différentes opérations de la maintenance qu'elle soit préventive (événement probable) ou corrective (événement certain).
 - c) Le suivi concernant :
 - ✓ La qualité et la fiabilité des matériels ;
 - ✓ La gestion de l'outil de maintenance et la durabilité des matériels.
- **2^{ème} concept** : la maintenance préventive (maintenir) qui comprend les différentes opérations d'entretien, de surveillance, de révision ou de préservation des matériels.

- **3^{ème} concept** : la maintenance corrective (rétablir) qui concerne la localisation de la défaillance, la remise en état du matériel et la durabilité des équipements (reconstitution, rénovation, etc.).
- **4^{ème} concept** : la notion de bien dont on distingue :
 - a) Les biens durables (seuls concernés par la maintenance).
 - b) Les biens semi-durables (à la première panne ils sont irréparables).
 - c) Les biens éphémères (durabilité limitée à la première utilisation).
- **5^{ème} concept** : l'état spécifié : en effet un bien peut avoir au moins trois états ; neuf, dégradé et défaillant, qui s'étalent sur le temps correspondant à sa durée de vie.
- **6^{ème} concept** : le service déterminé : il se qualifie souvent en termes de disponibilité dans un état donné.
- **7^{ème} concept** : le coût optimal : qui mesure l'efficacité de la maintenance à travers l'analyse des différents coûts et ratios de maintenance.

I.1.2. Importance de la maintenance

Pendant longtemps, la maintenance est considérée par les gestionnaires plus comme une fatalité qu'un ensemble d'activités ayant pour d'accomplir toutes les tâches nécessaires pour que l'équipement soit maintenu ou rétabli dans un état spécifié ou en mesure de : [2]

✓ Permettre une exécution normale des opérations dans les meilleures conditions de Coûts, de sécurité et de qualité (le cas de la production) ;

✓ Obtenir un service dans les meilleures conditions de confort et de coût (c'est le cas, par exemple, des services vendus en général mais surtout des transports, des hôpitaux).

Donc pour nous, entretenir, consiste à dépanner, réparer, réaliser des opérations préventives dont le but principal est d'assurer le fonctionnement de l'outil de production d'une manière globale entretenir c'est subir.

Outre cela le progrès technologique ainsi que l'évolution de la conception de la gestion des entreprises ont fait que la maintenance est devenue de nos jours une fonction importante de l'entreprise dont le rôle dans l'atteinte des objectifs de l'entreprise est loin d'être négligeable.

Donc la fonction maintenance est l'affaire de tous et doit être omniprésent dans les entreprises et les services. Elle est devenue un enjeu économique considérable pour tous les pays qui souhaitent disposer d'outils de production disponibles, performants.

Si l'entretien ne se traduisait que par des interventions, nous pouvons dire que la maintenance est tout autre chose. C'est d'abord un état d'esprit, une manière de penser, Ensuite une discipline nouvelle dotée de moyens permettant d'intervenir dans de meilleures conditions, d'appliquer les différentes méthodes en optimisant le coût global. La maintenance vise à éviter les pannes et les temps morts que celle-ci entraînent.

La maintenance ne doit pas être perçue comme une fonction secondaire et elle doit bénéficier de toute l'attention voulue.

Actuellement la modernisation de l'outil de production impose une évolution fondamentale dans le domaine de maintenance. Cette évolution se traduit par un changement profond pour les entreprises (remplacement de la fonction entretien par la fonction maintenance), par une évolution de mentalités.

Cette mutation nécessite des structures nouvelles, des moyens nouveaux et pour le personnel un état d'esprit « Maintenance ».

Donc la maintenance désigne plusieurs catégories de travaux notamment :

- ✓ Surveillance et travaux simples (graissage etc.) généralement dévolus aux utilisateurs du matériel ou des installations ;
- ✓ Contrôle de fonctionnement et travaux plus complexes que les précédents, souvent effectués par spécialistes ;
- ✓ Dépannage et réparation en cas d'incident confiés à des ouvriers ou équipes spécialisées ;
- ✓ Entretien systématique comportant des révisions partielles ou totales, faites sur place ou dans un atelier spécialisé ;
- ✓ Reconstruction complète de machines ou d'installations, constituant une véritable remise à neuf.

I.1.3. Objectifs de la maintenance : [3]**I.1.3.1. Objectifs opérationnels:**

- Maintenir l'équipement dans un état acceptable ;
- Assurer la disponibilité maximale de l'outil de production à un prix raisonnable ;
- Créer un service qui élimine les pannes à tout instant ;
- Augmenter à la limite la durée de vie de l'outil de production ;
- Maintenir les installations dans une priorité ;
- Diminuer la probabilité de défaillance en service ;
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans les bonnes conditions ;
- Supprimer les causes des accidents graves ;
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production (ambiance de maintenance).

I.1.3.2. Objectifs économiques :

- Réduire au maximum les coûts de la maintenance ;
- Réduire les temps d'arrêt de production ;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de maintenance corrective coûteuse ;
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant...etc.

I.1.4. Méthode de maintenance :

Les méthodes de maintenance dépendent de l'utilisation du matériel et du type de matériel. Cependant, elles dérivent toutes des deux méthodes de base que sont la maintenance corrective et la maintenance préventive. [1]

I.1.4.1. La maintenance corrective :

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance corrective se définit comme "une maintenance effectuée après défaillance".

Dans cette approche, les machines fonctionnent sans dépenses particulières pour l'entretien ni la surveillance, jusqu'à l'incident.

Dans la maintenance corrective, tout incident sur la machine a une influence sur l'exploitation, et puisque les arrêts sont aléatoires, la planification dans la production est difficile.

maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

❖ Opérations de la maintenance corrective :

Ces opérations peuvent être classées en trois groupes d'actions, qui sont :

- ✓ Le premier groupe concerne la localisation de la défaillance ; il comprend les opérations suivantes : le test, la détection, le dépistage et le diagnostic ;
- ✓ Le deuxième groupe concerne les opérations de la remise en état ; il comprend les opérations suivantes : le dépannage ; la réparation et la modification (du matériel ou du logiciel) ;
- ✓ Le troisième groupe concerne la durabilité ; il comprend les opérations suivantes : la rénovation, la reconstitution et la modernisation.

I.1.4.2. La maintenance préventive :

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance préventive se définit comme " une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu".

C'est une intervention de maintenance prévue, préparée et programmée avant la date probable d'apparition d'une défaillance, elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cour d'utilisation.

Le programme de la maintenance préventive comporte les activités fondamentales suivantes :

- ✓ Inspections périodiques et surveillance des machines ;
 - ✓ Entretien de l'entreprise pour éviter les perturbations de production.
- elle est subdivisée en :
- La maintenance preventive systématique ;
 - La maintenance preventive conditionnelle ;
 - La maintenance préventive prévisionnelle.

a). La maintenance préventive systématique :

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance préventive se définit comme " Maintenance préventive effectuée suivant un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage"

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète .Cette méthode nécessite de connaître :

- Le comportement de matériel en exploitation ;
- Les usures ;
- Les modes de dégradation ;
- Le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries.

b). La maintenance préventive conditionnelle :

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance conditionnelle se définit comme "Une maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (auto diagnostique, information d'un capteur, mesure d'une usure) révélateur de l'état de dégradation du bien".

Elle consiste à ne changer l'élément que lorsqu'il présente des signes, de vieillissement ou d'usure mettant en danger, ses performances.

On s'appuie sur des mesures physiques qui sont :

- ✓ La mesure des températures ;
- ✓ Analyse des huiles ;
- ✓ La mesure des vibrations et des bruits.

c). La maintenance préventive prévisionnelle :

maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètre significatifs de la dégradation du bien.

➤ Les opérations de maintenance préventive :

Ces opérations peuvent être classées en quatre groupes d'actions, qui sont :

- ✓ Le premier groupe concerne l'entretien ; il comprend les opérations suivantes : le nettoyage, la dépollution et le retraitement de surface ;
- ✓ Le deuxième groupe concerne la surveillance ; il comprend les opérations suivantes : l'inspection le contrôle et la visite ;
- ✓ Le troisième groupe concerne la révision ; il comprend les opérations suivantes : la révision partielle et la révision générale ;

✓ Le quatrième groupe concerne la préservation; il comprend les opérations suivantes : la mise en conservation, la mise en survie et la mise en service.

I.1.4.3. Autres termes non normalisés caractérisant des formes de maintenance :

Les termes étudiés dans ce paragraphe concernent des applications non normalisées du mot : *maintenance* (peu utilisée ou très spécifiques ou étranger).

✓ *La maintenance réparatrice* est la forme ancienne et universelle de la maintenance corrective, déclenchée par une défaillance. Mais elle ne contient pas la dimension « saisie pour analyse ultérieure », caractéristique de la maintenance corrective : corriger, c'est : *améliorer*.

✓ *La maintenance palliative* caractérise les actions de dépannage : remise en état provisoire.

✓ *La maintenance d'amélioration* est à nos yeux un pléonasme : par nature, la maintenance s'inscrit dans une démarche de progrès. Toute l'organisation tend à favoriser le diagnostic, générateur d'améliorations par rupture avec l'entretien traditionnel. Rappelons que, pour le CEN, « l'amélioration est l'ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise ».

✓ *La maintenance abinitio* se rapporte aux actions effectuées en amont de la mise en service d'un équipement et destinées à faciliter la maintenance ultérieure. Ces actions ont lieu dès la conception (prise en compte de la maintenabilité, construction de la fiabilité), au niveau des « travaux neufs » ou de la négociation d'investissement (éléments de soutien, documentation, etc.).

✓ *La maintenance proactive ou détective* (terme émergent) repose sur l'exploitation du retour d'expérience et sur l'analyse approfondie des phénomènes pathologiques à l'origine des défaillances.

✓ *La maintenance rationnelle* est un terme défini par J. MAXER comme « l'ensemble des actions et des réflexions permettant de rétablir et d'améliorer la qualité et la fiabilité des biens et des services ».

✓ *Télémaintenance* : maintenance exécutée à distance sans accès physique du personnel au bien.

✓ *Maintenance en ligne* : maintenance exécutée alors que le bien est en fonctionnement.

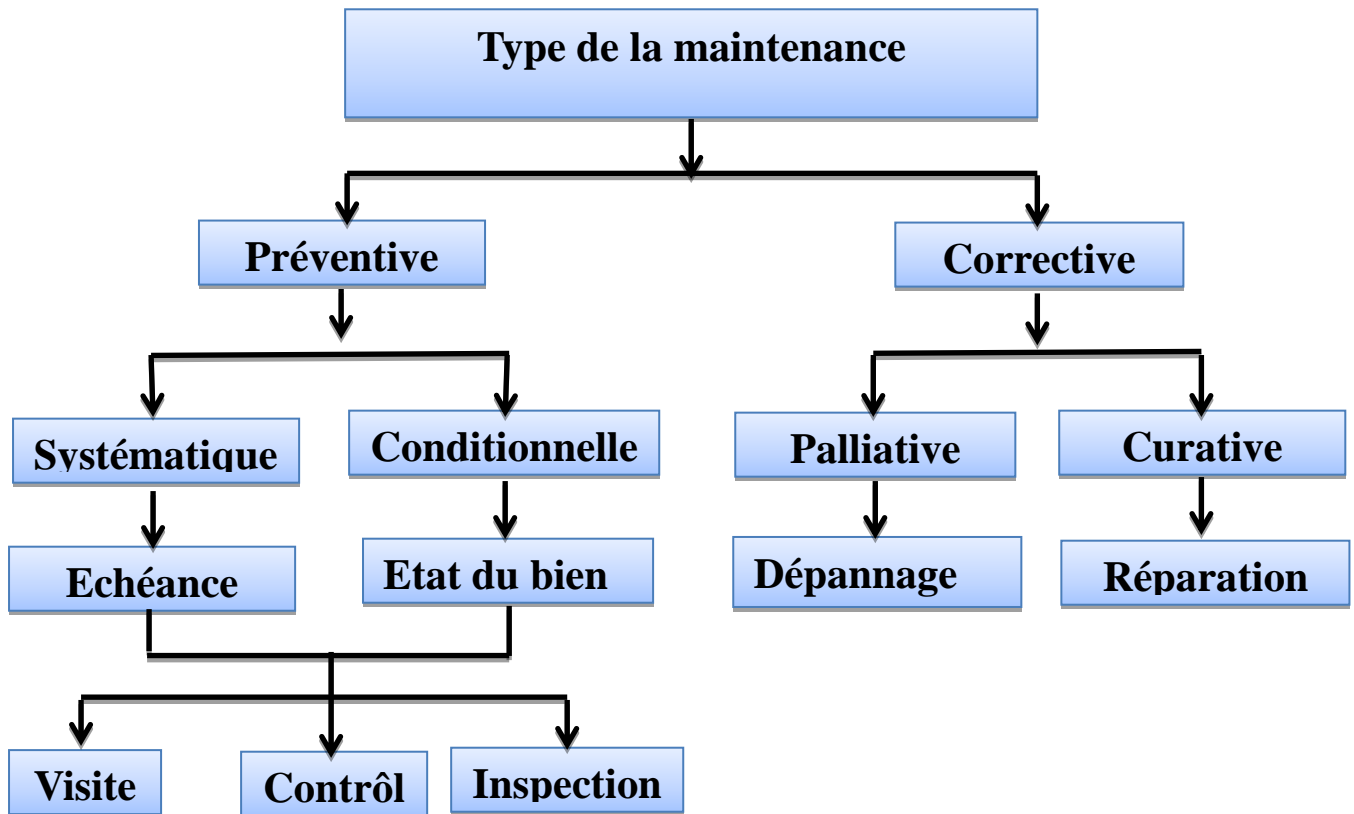


Figure I.1: Différents formes de maintenance

I.1.5. Les opérations de la maintenance [2]

➤ Le dépannage :

C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un équipement en panne en vue la remettre en état de fonctionnement.

Cette action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de conditions de réalisation hors règles de procédures, de coût et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Souvent les interventions de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses et n'exigent pas la connaissance du comportement des équipements et des modes de dégradation.

➤ La réparation :

C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

➤ **Les inspections :**

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

➤ **Les visites :**

Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies au préalable qui peuvent entraîner d'organes et une immobilisation du matériel.

➤ **Les contrôles :**

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement.

Le contrôle peut, comporter une activité d'information, inclure une décision, acceptation, rejet ajournement, déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Les opérations de surveillance (inspection, visite, contrôle) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

➤ **Les révisions**

C'est l'ensemble des actions d'examen de contrôle et des interventions effectuées en vue de protéger l'équipement contre toute défaillance majeure. Il y a des révisions partielles et des révisions générales et dans les deux cas il y a une nécessité de la dépose de différents sous-ensembles d'un matériel.

I.1.6. Les niveaux de maintenance :

Les opérations à réaliser sont classées, selon leur complexité, en cinq les normes NFX 60-010. Pour chaque niveau, la liste des opérations précisées est donnée à titre d'illustration. [4]

❖ **1^{er} niveau :**

Réglages simples au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, fusibles...).

❖ 2^{ème} niveau :

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive telles que les graissages ou contrôles de bon fonctionnement (rondes).

❖ 3^{ème} 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.

❖ 4^{ème} niveau :

Tous les travaux de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction. Avec réglages des appareils de mesure utilisés. Au besoin vérification des étalons de mesure par des organismes spécialisés.

❖ 5^{ème} niveau :

Rénovation, reconstruction, et toutes les opérations importantes confiées à un atelier central ou à des unités extérieures.

I.1.7. Les missions principales de la fonction maintenance : [1]

Les missions principales de la fonction maintenance sont :

- Accroître la fiabilité du système, c'est-à-dire « l'aptitude du système à accomplir dans des conditions données et pendant un temps donnée, une fonction requise » ;
- Assurer la disponibilité du système, c'est-à-dire « son aptitude à être en état d'accomplir sa fonction » ;
- Accroître la maintenabilité du système, c'est-à-dire « l'aptitude du bien à être rétabli ou maintenu dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

I.1.8. Les activités connexes de la maintenance : [1]**❖ Rénovation :**

Inspection de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement préparation des pièces, sous - ensemble défailtantes conservations des bonnes pièces.

❖ Reconstruction :

Nécessite le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origines ou des pièces neuves équivalentes.

Les modifications apportées peuvent concerner, en plus de la maintenance et de la durabilité, la capacité de production, l'efficacité, la sécurité entre la rénovation et la reconstruction, développe une forme intermédiaire, elle consiste à récupérer sur des matériels rebutés des éléments en bon état.

❖ La modernisation :

Remplacement des équipements, accessoires et appareils ou éventuellement des logiciels apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine.

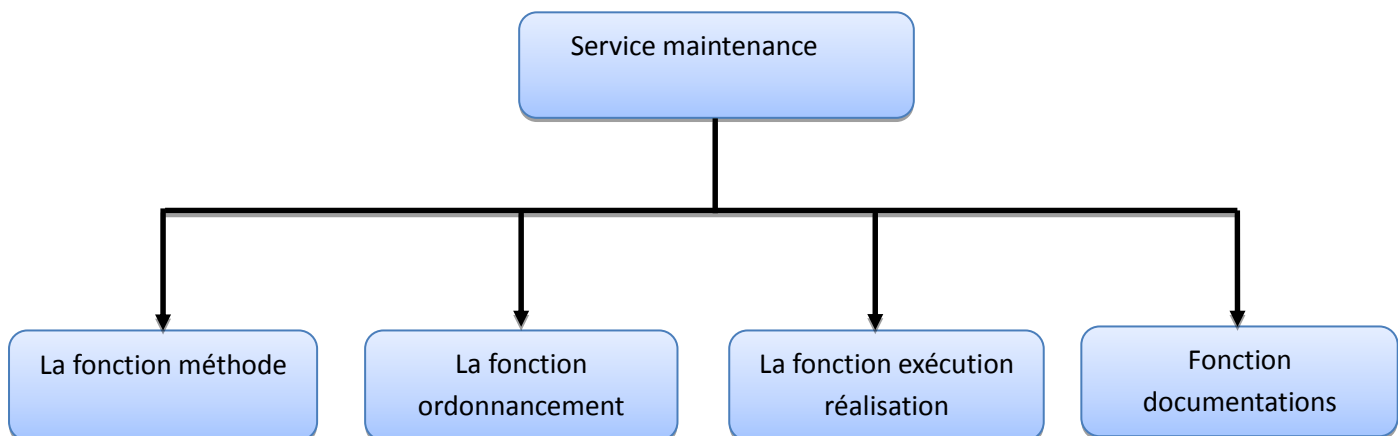
I.1.9. Les fonctions de la maintenance : [5]

Figure I.2 : les fonctions de maintenance.

I.1.9.1. La fonction méthode

C'est le cerveau du service maintenance, elle définit les méthodes, les techniques, les moyens et les normes d'entretien.

Etude technique du matériel :

- Détermination des pièces de rechange ;
- Préparation des interventions: (outils à utiliser, gamme de travail, personnel qualifié) ;
- Elaboration de la documentation nécessaire ;

- Proposition de modification en cas de pannes répétitive ;
- Définir et choisir les procédures de la maintenance ;
- Choisir les procédures d'essai ;
- Choisir les procédures de contrôle ;
- Vérifications des travaux effectués ;
- Etudier les procédures de déclenchement des interventions.

Etude économique :

- Analyser les coûts de maintenance (CM) ;
- Analyser les coûts de défaillance (CD) ;
- Analyser les coûts de fonctionnement (CF).

I.1.9.2. La fonction ordonnancement :

- Etablir les plannings d'interventions ;
- Répartir le personnel en fonction des travaux et du délai ;
- Calculer le temps d'intervention ;
- Suivre l'avancement des travaux.

I.1.9.3. La fonction exécution ou réalisation

- Assurer l'installation des machines et des matériels (réception contrôle, mise en fonctionnement) ;
- Informer le personnel sur les équipements (consignes d'utilisation) ;
- Assurer la remise en marche du matériel après intervention ;
- Etablir le diagnostic de défaillance du matériel ;
- Gérer les stocks, pièces de rechange, outillages, appareils de contrôle ;
- Gérer l'intervention de la maintenance.

I.1.9.4. La fonction documentation

Elle consiste à créer, organiser, animer, compléter et mettre à jour toute la documentation relative à la maintenance :

- **La documentation technique :** Résumant le fonctionnement des machines et leurs caractéristiques ainsi que les caractéristiques des pièces d'usine ;

- **La documentation historique :** Résumant les interventions effectuées sur machines ainsi que leurs durées ;

- **La documentation fournisseur** : Résumant l'évolution des techniques ;
- **La documentation économique** : Documentation des constructeurs qui porte et contient les frais des machines et des pièces de rechange ;

I.1.10. Périmètre des biens maintenus par le service maintenance : [6]

Le service maintenance vise à conserver le potentiel de production de l'entreprise. Ce dernier est constitué par un ensemble de biens matériels décomposable en quatre grandes catégories :

❖ Catégorie n° 1 :

les équipements de production de type process. Ces équipements traitent une matière première généralement en continu ou par lots importants comme phase préalable à l'élaboration du produit fini.

❖ Catégorie n°2 :

les équipements de production servant à transformer, assembler, conditionner, finir et expédier le produit. Ce sont généralement des équipements avec beaucoup d'électromécanique et peu d'éléments d'usure, si ce n'est des outillages liés au procédé.

❖ Catégorie n° 3 :

les installations techniques et réseaux d'énergies/fluides. Ce sont les installations de distribution électrique, froid industriel, air comprimé, traitement des eaux, chaudière...etc., auxquels nous rajoutons les différents moyens de transport et de manutention de l'usine.

❖ Catégorie n° 4 :

les terrains, bâtiments et installations de bâtiments (éclairage, mobilier de bureaux...), autrement dit toute l'infrastructure usine indépendante du processus de production.

I.2. Entretien [7]

L'entretien est l'ensemble des actions qui garantissent le bon fonctionnement et la durée de la machine dans le temps

- il s'agit d'une nécessité essentielle de toute implantation industrielle pour que celle ;
- ci puisse produire avec continuité et se maintenir en parfait état de marche dans le temps.

I.2.1. Types d'entretien

Il existe deux types:

I.2.1.1. Entretien de maintien :

Il répare ou prévient la panne autrement dit rétablit le bon fonctionnement initial.

Il Peut être.

- Accidentel : Répare après la panne ;
- Programmé : un temps d'entretien fixé ;
- L'inspection.

I.2.1.2. L'entretien d'amélioration

Il s'agit d'une simple amélioration qui permet d'obtenir une meilleure efficacité (le coût d'entretien modification et ou de remplacement est comparé avec le coût d'entretien) en laissant de côté l'entretien d'amélioration moins intéressant. L'entretien peut être subdivisé en entretien (programmé ou préventif ou accidentel ou d'urgence).

Conclusion

Après ce chapitre on remarque que la maintenance est très importante dans l'industrie pour diminuer les coûts et éviter les accidents. Aussi on parle de l'importance de la fonction maintenance dans les entreprises industrielles ainsi que la description de l'état actuel de service maintenance au sein de deux entreprises Cevital et ENIEM Cette description nous aidera à réaliser la maintenance curative. Cette étude est basée sur la corrosion et les type de protection dans le circuit d'eau et cette étude est l'un des étapes de la démarche de la méthode suivi.