

Chapitre 01 : Introduction

1. Définition générale :

L'entretien ou la maintenance est défini comme étant «**l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé**» (norme **AFNOR X 60-010**). Entretien, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration, vérification, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production ainsi que la sécurité d'opération.

2. Rôle d'entretien

Trop d'organismes d'entretien continuent à se glorifier sur la façon dont rapidement ils peuvent réagir à un échec ou à une interruption catastrophique de production plutôt que sur leur capacité d'empêcher ces interruptions. Tandis que peu admettront leur adhérence continue à cette mentalité de panne, la plupart des usines continuent à fonctionner en ce mode. Le contraire à la croyance populaire, le rôle de l'organisation d'entretien doit maintenir l'équipement d'usine, pour ne pas le réparer après un échec. La mission de l'entretien dans une organisation est de réaliser et soutenir la disponibilité optimum.

Disponibilité Optima

La capacité de production d'une usine, en partie, est déterminée par la disponibilité des systèmes de production et de leur matériel annexe. La fonction primaire de l'entretien est de s'assurer que tous les machines, équipement, et systèmes au sein de l'usine sont toujours sur la ligne et en bonne condition de fonctionnement.

Condition de fonctionnement Optima

La disponibilité des machines de processus critiques n'est pas assez pour assurer les niveaux des performances acceptables d'usine. La maintenance a la responsabilité de maintenir les machines de fabrication, l'équipement, et les systèmes directs et indirects de sorte qu'ils soient sans interruption et en condition de fonctionnement optimum. Les problèmes mineurs, peuvent avoir comme conséquence la qualité du produit faible, réduire des vitesses de production, ou affecter d'autres facteurs qui limitent l'exécution globale d'usine.

Utilisation maximum des ressources d'entretien

L'entretien commande une partie substantielle de tout le budget de fonctionnement à la plupart des usines. En plus d'un pourcentage appréciable de tout le budget de travail d'usine, le directeur d'entretien, dans beaucoup de cas, commande les pièces de rechange, autorisent l'utilisation de la main-d'oeuvre contractuelle extérieure, et réquisitionnent des millions dans les pièces de réparation ou l'équipement de rechange. Par conséquent, un but de l'entretien devrait être l'utilisation efficace de ces ressources.

La Vie Optima D'Équipement

Le seul chemin pour réduire le coût d'entretien est de prolonger la vie utile de l'équipement d'usine. La maintenance devrait mettre en application les programmes qui augmenteront la vie utile de tous les capitaux d'usine.

Le minimum de pièces de rechange

Les réductions de l'inventaire de pièces de rechange devraient être un objectif important de la maintenance. Cependant, la réduction ne peut pas altérer leur capacité de rencontrer les buts 1 à 4. Avec les technologies prédictives d'entretien qui sont aujourd'hui disponible, l'entretien peut prévoir le besoin de l'équipement ou des pièces spécifique assez loin à l'avance de les acheter sur une base de nécessiter.

Capacité de réagir rapidement

Il est impossible que tous les échecs catastrophiques peuvent être évités. Par conséquent la maintenance doit maintenir la capacité de réagir rapidement à l'échec inattendu.

3. Types de maintenance :

On distingue deux principaux types de maintenance :

3.1. Maintenance corrective

Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. Pratiquement, c'est fonctionner sans entretien jusqu'à la rupture de la pièce.

Il s'agit d'une **maintenance effectuée après défaillance**. C'est une politique de maintenance qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne. Ce qui ne veut pas dire obligatoirement que celle-ci n'a pas été « pensée ». C'est un

choix politique de l'entreprise qui malgré tout, nécessite la mise en place d'un certain nombre de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences :

1. Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), méthode permettant de mettre en évidence de façon prospective un certain nombre d'organes ou de machines critiques pour la sécurité ou la fiabilité d'un système après inventaire des défaillances élémentaires possibles.
2. Installation d'éléments de secours.
3. Utilisation de technologies plus fiables
4. Recherche de méthodes de surveillance les mieux adaptées aux points névralgiques (capteurs intégrés...).
5. Utilisation de méthodes de diagnostics de pannes plus rapides (arbre des causes de défaillances, historique des pannes, systèmes experts...).

Dans ce type de maintenance, la panne se traduit pour l'exploitant par une hantise de l'arrêt de production et pour le service entretien par une mobilisation brutale en vue de « faire face ». Les exploitants et l'entretien doivent donc définir, en collaboration, une stratégie et mettre en place les parades citées précédemment. La maintenance corrective devra s'appliquer automatiquement aux défaillances complètes et soudaines (défaillances catalectiques). Hormis ce cas, ce type de maintenance sera réservé à du matériel peu coûteux, non stratégique pour la production, et dont la panne aurait peu d'influence sur la sécurité.

3.1.1. Types de maintenance corrective :

La maintenance **corrective**, comprend généralement:

- **Le dépannage** qui est une intervention provisoire, le plus souvent immédiate, qui est rendue nécessaire soit par l'absence de pièces de rechange soit pour préparer la réparation définitive. Ce type de pratique est fréquent en cours de mise au point, de rodage ou au contraire en fin de vie du matériel. Cependant, on effectue souvent du dépannage sur les équipements en vue de pouvoir terminer un cycle de production; ce faisant, on entrave parfois le niveau de sécurité de l'équipement, mettant en péril l'intégrité physique de leurs opérateurs.
- **La réparation** qui est pour ainsi dire l'aboutissement de la maintenance et aussi un très gros pourcentage de ses activités. Le personnel de maintenance n'est que trop souvent surchargé de multiples tâches de réparation désordonnées, mal planifiées, avec des codes de priorité toujours les plus urgents les uns que les autres. On joue alors au pompier en essayant d'éteindre le plus gros feu pendant que s'en rallument dix autres.

- **Les opérations d'amélioration** qui, par contre, visent avant tout la suppression ou la diminution des pannes et des anomalies. On ne procède alors pas seulement à une simple réparation mais on apporte des modifications à la conception d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des pièces, de réduire la consommation d'énergie, de standardiser des composants, d'améliorer la maintenabilité, etc.

3.2. Maintenance préventive :

Définition AFNOR X 60-010: 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 échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé **d'unités d'usage (maintenance systématique)**, et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (**maintenance conditionnelle**).

3.2.1. Les opérations de la maintenance préventive :

Elles peuvent être regroupées en 3 familles : les inspections, les contrôles, les visites. Elles permettent de maîtriser l'évolution de l'état réel du matériel. Elles peuvent être effectuées de manière continue ou à des intervalles, prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

- **L'inspection** : activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Elle peut être effectuée sous forme de « rondes » et à pour but la détection de défaillances mineures :
 - défauts de lubrification (contrôles des niveaux)
 - défauts de pression, de températures, de vibrations.
 - détection visuelles de fuites, détection d'odeurs, de bruits anormaux.
 - dépannages simples : réglage de tension de courroie, échanges de lampes

Les activités d'inspection sont en général exécutées sans outillage spécifique et ne nécessitent pas d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

- **Visite** : activité consistant en un examen détaillé et prédéterminé de tout ou partie des éléments d'un bien. Elle peut entraîner certains démontages et déclencher des opérations correctives des anomalies constatées.
- **Contrôle** : vérification de la conformité par rapport à des données pré-établies, suivies d'un jugement (décision de non conformité, d'acceptation, d'ajournement). Exemple : contrôle du jeu fonctionnel dans un mécanisme.

3.3. Types de maintenance préventive :

3.3.1. La maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Généralement, la maintenance préventive s'adresse aux éléments dont **le coût des pannes est élevé**, mais ne revenant pas trop cher en changement (les meilleurs exemples sont le changement systématique de l'huile, changement de la courroie de synchronisation,...).

En d'autres mots quand les conséquences de la défaillance en coût et pertes sont plus importantes que le coût et pertes causés par les remplacements des composantes du produit; à noter que dans une maintenance planifiée, le remplacement des composantes, se fait dans des échéances inférieures à leurs durée de vie, ce qui peut constituer dans d'autres conditions, une sorte de gaspillage.

Pratiquement, la maintenance préventive s'exécute sans contrôle préalable de l'état du bien et à des **intervalles de temps définis** (révision périodique.) Les opérations peuvent être :

Le remplacement :

- de l'huile des boîtes de vitesse, des réducteurs, des mécanismes en mouvement;
- des filtres (air, huile, carburant,...);
- des pièces d'usure normal (plaques de glissière, plaquettes de freins, disques d'embrayage, courroie de transmission,...);
- des roulements, paliers de rotation;
- des ressorts et d'autres pièces sujets à un phénomène de fatigue mécanique et électrique.

Le réglage et l'étalonnage :

- des jeux de glissières ou des cales d'ajustement;
- des tensions de courroies;
- des niveaux de pressions hydrauliques et pneumatiques.

Le contrôle de l'état général :

- des divers blocages;
- des niveaux d'huile;
- apparence d'usure ou de fissure.

3.3.2. Maintenance préventive conditionnelle :

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.) révélateur de l'état du bien.

C'est un type de maintenance déclenché suite à un symptôme observable permettant de prédire une défaillance prochaine. Il s'agit là d'intervenir juste avant que la panne ne survienne. La maintenance préventive conditionnelle ou Maintenance prédictive, est conditionnée par un évènement prédéterminé obtenu par l'autodiagnostic, par des relevés de mesures périodiques ou par des capteurs spécialisés... Le choix entre une maintenance préventive systématique et une maintenance préventive conditionnelle est déterminé par les enjeux de la défaillance. La maintenance préventive conditionnelle s'impose quand le coût et pertes dues au remplacement des composantes et le coût et pertes dues à la défaillance sont comparables et de même importance. Ce choix permet de disposer des composantes du produit jusqu'à la limite de leurs durées de vie, et permet par conséquence d'amortir leurs coûts avec un profit maximal. La maintenance préventive conditionnelle s'adresse aux pièces des machines **coûtant chers en remplacement et pouvant être surveillées par des méthodes non destructives** (vibration, huile, température, décharge partielle, etc.) Pratiquement, il s'agit de vérifier l'état de fonctionnement avant d'effectuer tout travail. Changer l'élément que lorsque celui-ci présente des signes de vieillissement ou d'usure affectant les performances.

3.3.2.1. Notion d'indicateur :

Afin de détecter un défaut de la machine, il convient de définir un ou plusieurs indicateurs d'états de la machine qui pourront être suivis selon la figure 1 suivante :

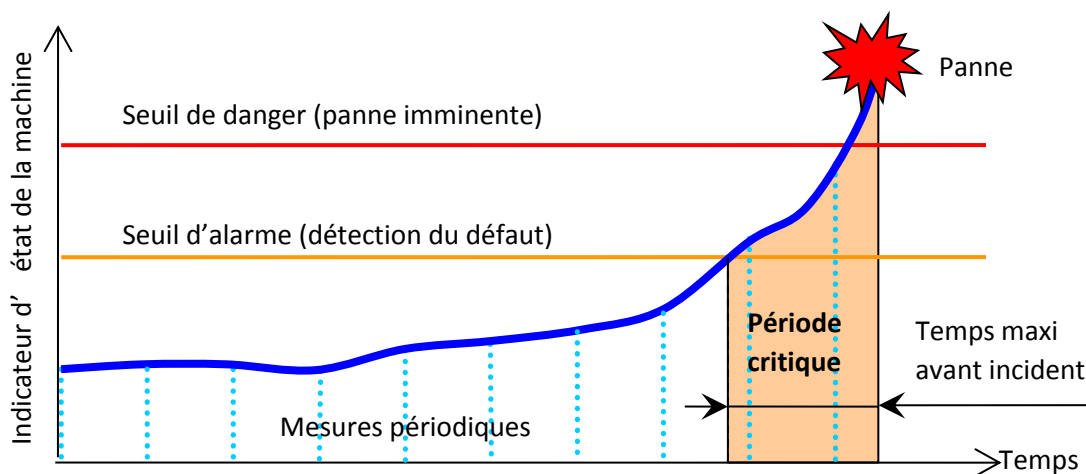


Figure 1. Indicateur d'état de la machine

L'indicateur d'état évolue dans le temps. On définit alors au moins 2 seuils :

- Un seuil d'alarme : il nous prévient que l'état de la machine se dégrade et qu'il va falloir prévoir une intervention de maintenance. On a le temps de programmer l'arrêt de la machine afin de pénaliser le moins possible la production.
- Un seuil de danger : il nous prévient de l'imminence d'une panne. Il nous faut intervenir rapidement.

On peut également définir des seuils intermédiaires afin d'être plus précis dans notre analyse.

3.3.2.2. Avantages et inconvénients de la maintenance préventive conditionnelle :

Avantages :

- réduction de coût et de la durée de réparation par rapport à l'entretien préventif;
- l'accroissement de la durée de vie des pièces par rapport à une politique de changement systématique. Remplacement des pièces défectueuses uniquement;
- la suppression des défauts de jeunesse lors de remise en route après un entretien systématique.

Inconvénient :

- nécessite une équipe de maintenance formée en analyse vibratoire et en essais non-destructifs. Niveau technologique plus élevé.

3.3.2.3. Outils disponibles pour la maintenance conditionnelle industrielle :

- **mesure de température, thermographie infrarouge** : Tout phénomène, normal ou anormal, donnant naissance à un écart de température peut être détecté et mesuré à l'aide de techniques de thermographie. La thermographie permet de visualiser l'état calorifique de la surface et peut donner ainsi des renseignements sur l'état d'échauffement d'une pièce mécanique, le comportement thermique d'un composant électronique ou la mise en évidence d'un défaut électrique.
- **analyse d'huile** (roulements, paliers, engrenages) : Elle permet de détecter les premiers symptômes de l'usure anormale d'un organe en étudiant les particules d'usure générées par le frottement des pièces en contact. L'étude de l'évolution de la concentration des particules en suspension, de leur nature, de leur dimension et de leur morphologie apporte une information sur le comportement des pièces lubrifiées et permet de dépister une éventuelle anomalie avant qu'elle ne se transforme en avarie.
- **L'analyse des vibrations**: Elle consiste à enregistrer les vibrations transmises par les composantes rotatives d'une machine. À chaque type de composantes correspond une fréquence

normale de vibrations qui lui est propre et qui est reliée à sa vitesse de rotation. L'apparition d'un défaut est aussitôt détectée par une augmentation du niveau de vibrations.

4. Comparaison entre les différents types de maintenance.

La maintenance préventive conditionnelle a pour but de :

- Surveiller le fonctionnement de la machine et prévoir quand elle va défaillir ;
- Anticiper la maintenance et réduire les coûts d'arrêt ;
- Réparer les machines seulement lorsqu'elles le nécessitent ;
- Optimiser les révisions sur les seules défaillances.

Par rapport à la maintenance corrective, la maintenance préventive conditionnelle permet d'éviter les pannes donc les arrêts machines et donc les coûts d'indisponibilité, qui peuvent représenter les 2/3 des coûts de production.

Par rapport à la maintenance préventive systématique, la maintenance préventive conditionnelle permet d'éviter des interventions coûteuses pas toujours nécessaires (ex : vidange d'un grand volume d'huile sans qu'elle ne soit dégradée) et qui ne garantissent pas de ne pas avoir une panne. En maintenance préventive conditionnelle, le défaut est détecté AVANT d'engendrer un arrêt de la machine. Le principe est de surveiller la machine régulièrement et de noter son évolution.

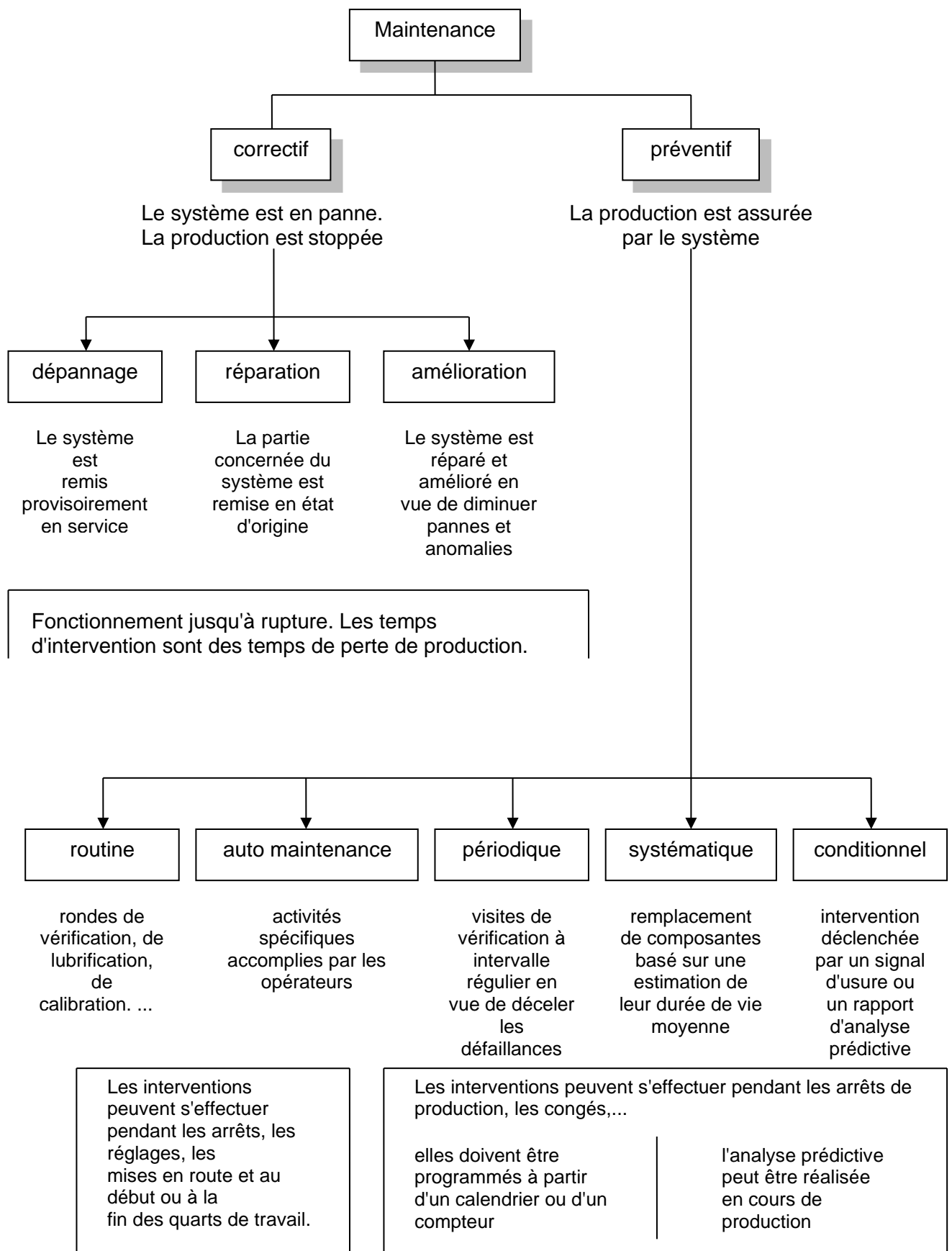


Figure.2 : Types de maintenance