

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

## **UED 3.2 ; Maintenance des systèmes électromécaniques ;**

- ✓ Définition de la fonction maintenance (Selon ISO, ANSI, NE, DIN, AFNOR) ;
- ✓ Les différentes formes de la maintenance ;
- ✓ Les fonctions essentielles de la maintenance ;
- ✓ Les opérations de maintenance,
- ✓ Les niveaux de maintenance ;
- ✓ Les objectifs de la maintenance ;
- ✓ Rôle et stratégie de la maintenance ;
- ✓ Les activités connexes ;
- ✓ Maintenance corrective ;
- ✓ Maintenance préventive.
- ✓ Le diagnostic machine ;
- ✓ L'application de la maintenance préventive pour un système mécanique ;
- ✓ L'application de la maintenance préventive pour un système électrique.

### **1. INTRODUCTION**

La maintenance est devenue indispensable pour le bon fonctionnement et la compétitivité d'une entreprise. Tous les secteurs d'activités sont concernés par la fiabilité et l'état de leurs outils de production. Surveiller les installations pour prévenir les pannes, optimiser les opérations et planifier la maintenance est indispensable pour la pérennité économique des entreprises.

### **2. HISTORIQUE**

Le concept de maintenance d'un équipement est apparu pour la première fois en 1954, dans l'armée américaine, mais on n'a commencé à s'y intéresser vraiment qu'au début des années 80 ! La pétrochimie, le nucléaire, les transports ont été des éléments initiateurs de la maintenance d'aujourd'hui. Les risques encourus étant tellement élevés dans ces domaines, il valait mieux les prévenir plutôt que de les subir, tout en évitant des coûts ou des surcoûts trop élevés.

### **3. DEFINITION**

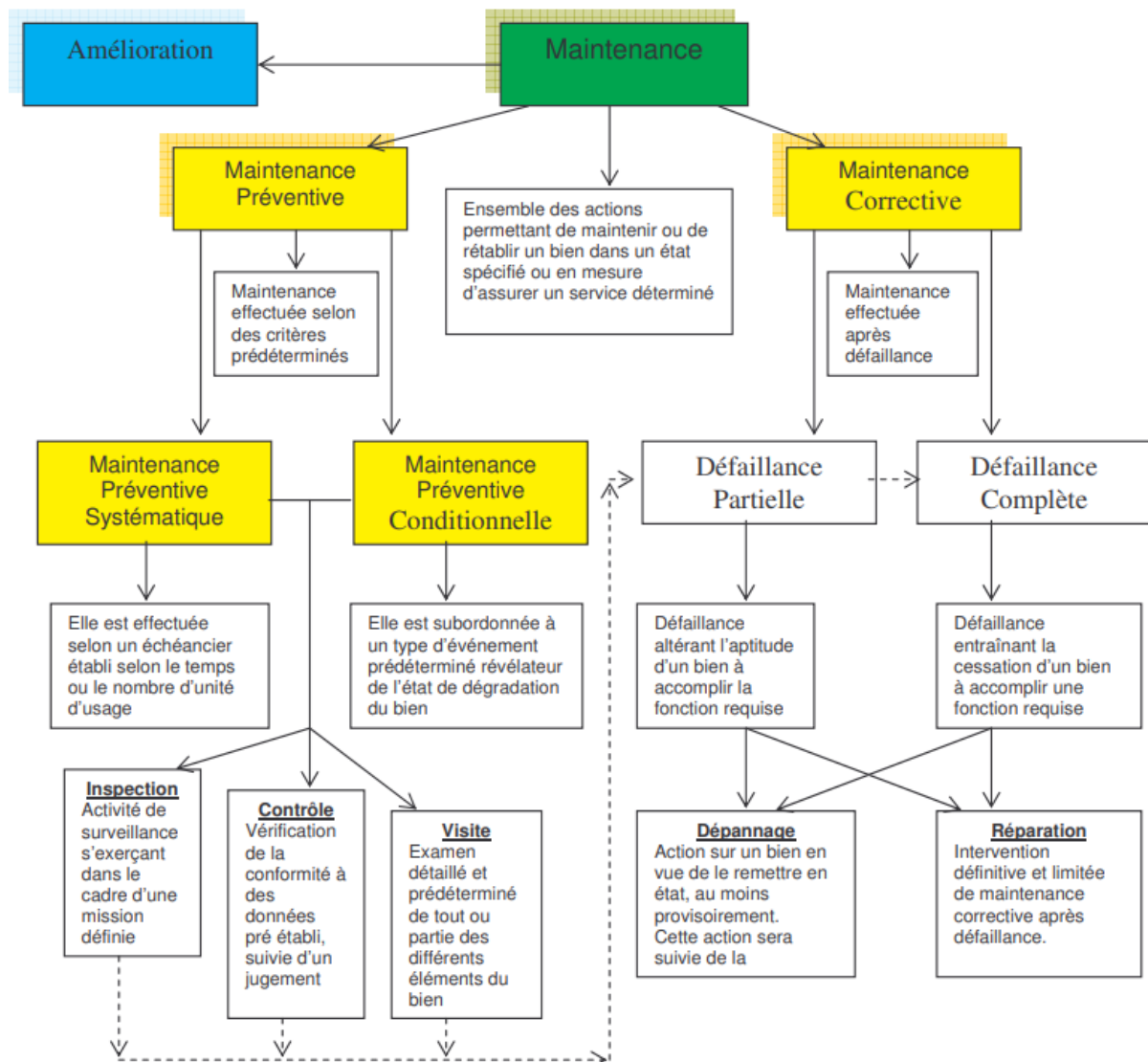
Une première définition normative de la maintenance est donnée par l'AFNOR en 1994 (norme NFX 60-010), à savoir « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

Dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité.

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

## 4. LES DIFFERENTES FORMES DE LA MAINTENANCE



### 4.1 LA MAINTENANCE CORRECTIVE (NF EN13336) :

« maintenance exécutée après défaillance et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise »

- ✓ **Maintenance palliative** (dépannage) : activités de maintenance destinées à permettre à un bien en panne d'accomplir provisoirement sa fonction requise jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.
- ✓ **Maintenance curative** (réparation) : activités de maintenance destinées à permettre à un bien en panne d'accomplir d'une façon permanente sa fonction requise.

### 4.2 LA MAINTENANCE PREVENTIVE (NF EN13336) :

« Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien »

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

**4.2.1 Maintenance systématique** : maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

## **Domaine d'application**

Ce type de maintenance s'adresse de préférence à des équipements

- dont la défaillance menacerait la sécurité des biens et des personnes,
- dont la défaillance entraînerait des coûts élevés,
- dont l'arrêt ou le redémarrage est long,
- qui sont soumis à des obligations réglementaires.

## **Mise en œuvre**

La mise en œuvre d'une maintenance systématique suppose

- une étude préalable pour en déterminer le coût,
- le choix d'une fréquence fixe d'intervention en fonction du temps moyen de bon fonctionnement,
- une planification des tâches à exécuter et des mesures de sécurité à prendre,
- une préparation des documents nécessaires
- la rédaction de rapports de visite
- l'exploitation des résultats pour dresser l'historique des interventions et réajuster la fréquence d'intervention.

## **Avantages**

La maintenance systématique a plusieurs avantages :

- elle est facile à gérer, les périodes d'intervention étant fixes,
- elle permet d'éviter les détériorations graves,
- elle diminue les risques d'avarie imprévue.

## **Inconvénient**

L'inconvénient d'une telle stratégie est qu'elle repose sur l'hypothèse d'un temps moyen de bon fonctionnement constant, ce qui implique un taux de défaillances constant, alors qu'en réalité un équipement vieillit (phénomènes d'usure), ce qui se traduit par une diminution du temps moyen de bon fonctionnement.

**4.2.2 Maintenance conditionnelle** : maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

**4.2.3 Maintenance prévisionnelle** : maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien (permet de retarder et de planifier les interventions).

Il existe plusieurs outils qui font partie d'un ensemble que l'on peut appeler : « CND – Contrôle non destructif ».

Voici les différents outils pouvant être utilisés :

- Contrôle par les sens humains : touché, vue, ouïe, odorat
- Thermographie infrarouge : électrique, mécanique, isolation, niveau
- Analyse par ultrasons : fuites, étanchéité, lubrification, mécanique, électrique
- Analyse vibratoire : balourd, alignement, transmission, roulement, pompe, ventilateur
- Analyse des huiles : hydraulique, compresseur, moteur, réducteur
- Contrôle visuel : endoscopie, stroboscopie
- Analyse des moteurs électriques

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

## 5. LES FONCTIONS ESSENTIELLES DE LA MAINTENANCE

Outre la fonction gestion qui consiste à faire des choix, à dégager des priorités d'action, la maintenance a mis en évidence trois fonctions :

**5.1 Fonction Méthode (étude et préparation) :** Le service méthodes assure la réflexion du fonctionnement du service maintenance sur la base de ses résultats de fonctionnement.

- ✓ Gestion doc. Technique, dossier machine, historique...
- ✓ Analyse du comportement du matériel,
- ✓ Suivi et analyse des interventions.
- ✓ Préparation des interventions,

La préparation des travaux nécessite le plus de rigueur possible dans la collecte des informations pour définir le triplet « symptôme, cause et remède de panne ». Les informations peuvent être collectées par plusieurs intervenants avec pour support la GMAO mais nécessitent toujours rigueur et objectivité.

*Analyse de panne : l'application d'une méthodologie d'analyse de panne est conseillée pour diminuer le temps de réparation : une procédure basée éventuellement sur une méthodologie (5 pourquoi, QQQQCCP) est préconisée*

### a) 5 Pourquoi

A l'apparition d'un problème, il est naturel de se poser la question « pourquoi est-ce arrivé ? », dans le but de trouver une solution et de résoudre le problème. Cet outil va plus loin, une fois la solution apportée à la première question, il repose la question pourquoi, sur la base de cette réponse, dans le but de trouver la cause initiale. C'est un outil participatif, pour trouver la cause racine, il faut aller à l'endroit où a eu lieu le problème, zone d'action et travailler avec les personnes qui sont directement impliquées.

#### Exemple :

- **Pourquoi** l'opérateur a glissé ?  
Parce qu'il y avait de l'huile par terre.
- **Pourquoi** y avait-il de l'huile par terre ?  
La machine fuyait.
- **Pourquoi** la machine fuyait ?  
La maintenance préventive n'a pas été faite.
- **Pourquoi** la maintenance préventive n'a pas été faite ?  
Le technicien en charge est malade et absent.
- **Pourquoi** une autre personne n'a pas remplacé le technicien ?  
La gamme de maintenance est perdue et lui seul sait la faire.

### b) QQQQCCP

Cet outil est également basé sur des questions : **Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Pourquoi**. Ces différents pronoms interrogatifs servent à circonscrire le sujet traité. Correctement défini, le problème est plus simple à traiter ou l'objectif plus clair à suivre.

Poursuivons l'exemple précédent avec cette méthode :

#### Qui

- connaît la gamme de maintenance ?
- documente la maintenance ?
- est le fabricant de la machine ?
- pourrait faire la gamme de maintenance ?

#### Quoi / quel

- est l'état des gammes de maintenance ?

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

- sont les risques si nous perdons toutes les gammes ?
- est niveau de mise à jour des gammes ?
- sont les machines qui ont besoin d'une gamme ?

**Ou**

- sont rangés les classeurs de gammes ?

**Quand**

- a eu lieu la dernière vérification des gammes ?

**Quand**

- pourrons-nous écrire cette gamme ?

**Comment**

- pouvons-nous écrire cette gamme ?

**Pourquoi**

- n'avons-nous pas remarqué son absence ?

## 5.2 Fonction Ordonnancement (rôle de coordination)

- ✓ Se concerte avec la production, le magasin et les méthodes,
- ✓ Déclenche les interventions préventives ou planifiables,
- ✓ Réparti le personnel en fonction des tâches et des délais
- ✓ Suit l'avancement des travaux.

## 5.3 Fonction Réalisation (rôle intervention)

### 5.3.1 Primaires

- ✓ Entretien des équipements
- ✓ Projets et démarrages
- ✓ Modifications
- ✓ Entretien bâtisse et terrain
- ✓ Énergie : HVAC, services publiques, assainissement
- ✓ Contrôle des coûts liés

### 5.3.2 Secondaires

- ✓ Gestion des pièces
- ✓ Sécurité /protection incendies
- ✓ Gestion des déchets / recyclage
- ✓ Gestion des risques (assurances, normes, ...)
- ✓ Conciergerie
- ✓ Comptabilité des actifs
- ✓ Contrôle du bruit
- ✓ Contrôle des énergies
- ✓ Ergonomie (Etude des conditions de travail et de l'adaptation des machines à l'homme).

## 6. LES OPERATIONS DE MAINTENANCE

### 6.1 EN CORRECTIF :

- ✓ **Diagnostic** : Identification de la cause de la défaillance à l'aide d'un raisonnement logique.
- ✓ **Dépannage** : remise en état provisoire avant réparation.
- ✓ **Réparation** : remise en état définitive.
- ✓ **Echange standard** : remplacement d'un sous ensemble défaillant par un identique neuf ou remis en état.
- ✓

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

## 6.2 EN PREVENTIF :

- ✓ **Visite préventive** : examen détaillé et prédéterminé de tout (visite générale) ou partie (visite limitée) des différents éléments du bien (peut impliquer des démontages, déclencher des opérations correctives des anomalies constatées, faire connaître la loi de dégradation des éléments).
- ✓ **Surveillance de fonctionnement** : Activité ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien. Utilisé pour suivre le matériel
- ✓ **Inspection** : contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant les caractéristiques significatives d'un bien.

## 7. NIVEAUX DE MAINTENANCE

Il y a différents types de maintenance, mais il y a aussi plusieurs niveaux de maintenance (ou types d'interventions, d'opérations de maintenance).

Cinq sont distingués par la **norme NF X 60-010**, synthétisés dans ce tableau :

niveau	Travaux	Lieu	Personnel	Exemple
1	Réglages simples - pas de démontage ni ouverture du bien	Sur place	Exploitant du bien	Remise à zéro d'un automate après arrêt d'urgence, changement de consommable
2	•Dépannage par échange standard •Opérations mineures de maintenance préventive	Sur place	Technicien habilité	Changement d'un relais - contrôle de fusibles - ré enclenchement de disjoncteur
3	•Identification et diagnostic de pannes •Réparation par échange standard •Réparations mécaniques mineures •Maintenance préventive (par ex. réglage ou réaligement des appareils de mesure)	Sur place ou dans atelier de maintenance	Technicien habilité	Identification de l'élément défaillant, recherche de la cause, élimination de la cause, remplacement
4	•Travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction •Réglage des appareils de mesure •Contrôle des étalons	Atelier spécialisé avec outillage général, bancs de mesure, documentation	Equipe avec encadrement technique spécialisé	Intervention sur matériel dont la remise en service est soumise à qualification
5	•Rénovation •Reconstruction •Réparations importantes	Constructeur ou reconstruteur	Moyens proches de la fabrication	Mise en conformité selon réglementation d'équipements lourds

## 8. LES OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE

Le principal objectif de la maintenance industrielle est d'assurer le bon fonctionnement des matériels de productions d'une entreprise industrielle. Ce type de suivi régulier a une fonction stratégique dans le secteur industriel. Explicitement liée à l'évolution de la technologie avec l'apparition des nouvelles techniques de gestion et la réduction des coûts de production pour des raisons concurrentielles, il faut toujours penser à une longueur d'avance.

# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

En effet, les objectifs spécifiques sont apparus comme non négligeables en ce qui concerne surtout le matériel industriel pour éliminer et prévenir les dysfonctionnements. La recherche de nouvelle performance dans les différents systèmes de production priorise la maintenance industrielle pour la garantie d'une meilleure qualité en matière de produits fabriqués et les services à rendre aux clients. Dans ce cas, chaque usine industrielle est tenue à mettre en premier plan une bonne maintenance opérationnelle dans l'atteinte des objectifs qu'elle fixe au préalable. En général, la maintenance industrielle est fixée à :

- ✓ Atteindre la production prévue
- ✓ Assurer les normes de qualité des produits fabriqués
- ✓ Éviter la durée de chaque production et des livraisons des produits finis auprès des distributeurs
- ✓ Réduire les pollutions et préserver l'environnement
- ✓ Protéger les personnels de son usine et améliorer les conditions de travail

## 9. OPTIMISATION ET STRATEGIE DE LA MAINTENANCE

### 9.1 Optimisation de la maintenance :

- ✓ Les indicateurs de performance (KPI)
- ✓ La GMAO,
- ✓ AMDEC
- ✓ Retours d'expérience
- ✓ Gestion des pièces détachées

### 9.2 Stratégie de la maintenance :

- ✓ La fiabilité
- ✓ La disponibilité
- ✓ La maintenabilité
- ✓ La gestion économique en maintenance
- ✓ Les démarches (TPM, 5S, ...)



## 10. LES ACTIVITES CONNEXES :

Ces activités complètent les actions de maintenance citées précédemment et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

**10.1 La maintenance d'amélioration :** L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel.

Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif :



# CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

- L'augmentation des performances de production du matériel,
- L'augmentation de la fiabilité (diminuer les fréquences d'interventions),
- L'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance),
- La standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance,
- L'augmentation de la sécurité du personnel.

**10.2 Les travaux neufs :** L'adjonction à la fonction maintenance de la responsabilité des travaux neufs est très répandue, en particulier dans les entreprises de taille moyenne. il est logique de consulter les spécialistes de la maintenance qui, d'une part, connaissent bien le matériel anciennement en place, et d'autre part auront à maintenir en état de marche le matériel nouveau.

**10.3 La sécurité :** La sécurité est l'ensemble des méthodes ayant pour objet, sinon de supprimer, du moins de minimiser les conséquences des défaillances ou des incidents dont un dispositif ou une installation peuvent être l'objet, conséquences qui ont un effet destructif sur le personnel, le matériel ou l'environnement de l'un et de l'autre. Sachant qu'un incident mécanique, une panne, peuvent provoquer un accident, sachant aussi que la maintenance doit maintenir en état le matériel de protection ou même que certaines opérations de maintenance sont elles-mêmes dangereuses, il apparût que la relation entre la maintenance et la sécurité est particulièrement étroite.

## 11. LE DIAGNOSTIC MACHINE ;

### Définitions CEN

- ✓ **Diagnostic de panne :** « actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause ».
- ✓ **Localisation de panne :** « actions menées en vue d'identifier le bien en panne au niveau de l'arborescence appropriée ».
- ✓ **Panne :** « état d'un bien inapte à accomplir une fonction requise »

## 12. L'APPLICATION DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE POUR UN SYSTEME MECANIQUE

## 13. L'APPLICATION DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE POUR UN SYSTEME ELECTRIQUE