

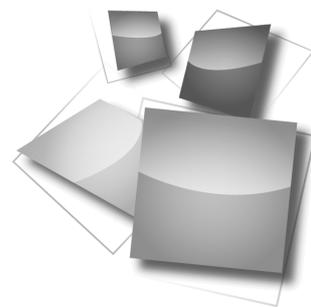
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 1



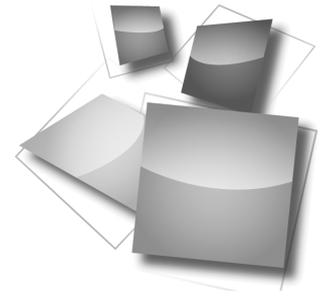
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I - Objectifs du module</b>	<b>4</b>
<b>II - Public cible</b>	<b>5</b>
<b>III - Pré-requis</b>	<b>6</b>
<b>IV - Chapitre 1 : Objectifs et politiques de maintenance</b>	<b>7</b>
<b>1. Objectifs spécifiques</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Objectifs de la maintenance</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Maintenance corrective</b> .....	<b>8</b>
3.1. <i>Interventions palliatives</i> .....	8
3.2. <i>Interventions curatives</i> .....	8
3.3. <i>Processus de déroulement d'une maintenance corrective</i> .....	9
<b>4. Maintenance préventive</b> .....	<b>9</b>
4.1. <i>Maintenance systématique</i> .....	9
4.2. <i>Maintenance conditionnelle</i> .....	9
4.3. <i>Maintenance prédictive</i> .....	9
4.4. <i>Maintenance améliorative</i> .....	10
4.5. <i>Logiciel de planification de la maintenance préventive</i> .....	10
<b>5. Maintenance mixte</b> .....	<b>10</b>
5.1. <i>Sur une machine</i> .....	10
5.2. <i>Sur une ligne de production</i> .....	10
<b>6. Conclusion</b> .....	<b>10</b>

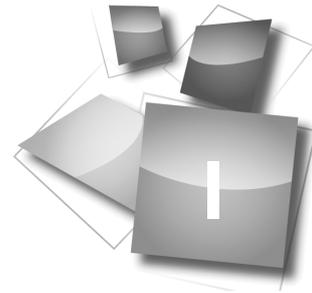
# Introduction



La fonction maintenance, dont la vocation est d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est désormais une des fonctions stratégiques dans les entreprises. Il n'y a pas bien longtemps que le coût et la qualité étaient les seuls facteurs concurrentiels, et la satisfaction des demandes des clients pouvait être assurée en maintenant de grands inventaires de produits finis. Actuellement, les changements technologiques rapides et les petites marges bénéficiaires ont rendu une telle stratégie peu économique, forçant ainsi les industriels à fonctionner avec des niveaux de stockage les plus bas possibles. Toutefois, les clients ont eux aussi changé dans le sens où ils exigent des produits de haute qualité, des livraisons fiables et rapides, tout cela avec des coûts raisonnables. Sous cette pression, les industries sont contraintes de progresser continuellement sur plusieurs dimensions dont les principales sont le coût de revient, la qualité du produit et les délais de livraison.

Bien que ces trois dimensions (coût, qualité, délai) soient généralement appliquées dans la plupart des industries, leur importance relative varie d'une firme à une autre. Par exemple, les entreprises de fabrication d'aliments dépendent principalement du rendement des machines. Les fabricants de voitures ou de montres tiennent à la qualité de leurs produits pour conserver leur image de marque. Les industries de produits de haute technologie (ordinateurs, télévisions, caméras) quant à elles, dépendent de la vitesse à laquelle leur produit est mis sur le marché. Dans ce contexte, la gestion de la maintenance est loin d'être stabilisée au fur et à mesure de l'automatisation et de la complexité des processus de production. Elle évolue au gré de l'introduction de nouvelles méthodes de gestion, du développement technologique des outils de production, en particulier dans les domaines de la mesure et du contrôle de fonctionnement, de la systématisation progressive de l'usage des normes et des procédures.

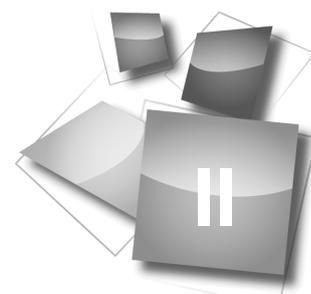
# Objectifs du module



Permettre aux étudiants de :

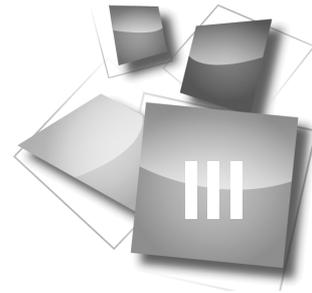
- Connaître les caractéristiques et les fonctions de la maintenance dans les systèmes industriels,
- Acquérir des éléments de base pour l'organisation et le contrôle de telles fonctions.

# Public cible



**Ce cours est destiné aux étudiants Licence 3 en électrotechnique , automatique et à tous ceux qui veulent apprendre les base de la maintenance industrielle.**

# Pré-requis



**Pour bien suivre ce cours, l'étudiant doit avoir des connaissances générales sur l'industrie tel que le fonctionnement des machines et les chaînes de production. De même, il faut avoir un bagage sur les systèmes électriques, mécaniques et hydrauliques.**



# Chapitre 1 : Objectifs et politiques de maintenance



Objectifs spécifiques	7
Objectifs de la maintenance	8
Maintenance corrective	8
Maintenance préventive	9
Maintenance mixte	10
Conclusion	10

Par définition, la maintenance vise « toutes les activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management ». Au sein du service de maintenance, on distingue globalement deux politiques de maintenance : la maintenance corrective et la maintenance préventive. Toutefois, quand une tâche de maintenance préventive est réalisée sur un équipement suite à la défaillance d'un autre équipement, on parle de maintenance mixte ou opportuniste. Dans ce chapitre la définition de chacune de ces politiques est donnée après avoir cerné les principaux objectifs de la maintenance.

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit connaître les principaux objectifs de la maintenance et doit être capable de faire la différence entre les différents politiques de maintenance.

## 2. Objectifs de la maintenance

Les principaux objectifs de la maintenance est d'assurer la pérennité des équipements, de diminuer les pannes et les imprévus et de réduire les coûts de révision et de remise en état de fonctionnement. On peut synthétiser les missions de la maintenance en les plaçant sur trois plans interdépendants: Bibliografie\_1

1. Sur le plan technique :
  1. accroître la durée de vie des équipements,
  1. améliorer leur disponibilité et leurs performances.
2. Sur le plan économique :
  1. améliorer les prix de revient en réduisant les coûts de défaillance
  1. réduire le coût global de possession de chaque équipement, en particulier les équipements critiques ou sensibles.
3. Sur le plan social :
  1. réduire le nombre d'événements fortuits, ce qui réduit le risque d'accidents,
  1. revaloriser la qualité du travail.

## 3. Maintenance corrective

La maintenance corrective regroupe les différentes opérations effectuées après l'apparition d'une défaillance sur un équipement donné. Ces opérations comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état avec ou sans modification et le contrôle du bon fonctionnement.

Il est à souligner que les activités de maintenance corrective sont subies et découlent directement des conséquences de l'apparition d'une défaillance.

Ces activités englobent deux types d'interventions :

### 3.1. Interventions palliatives

Les interventions palliatives qui remettent l'équipement en état de fonctionnement provisoirement. Cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère temporaire qui devront être suivies d'actions curatives.



#### *Exemple*

Un bouton à 2 positions est défectueux, il est remplacé par un bouton à 3 positions en supprimant une position pour ne pas interrompre la production (le bouton 2 positions n'étant pas en stock). Une réparation sera nécessaire dès un arrêt de production pour remplacer le bouton par un échange standard.

### 3.2. Interventions curatives

Les interventions dites curatives qui réparent l'équipement d'une manière définitive. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou des remplacements ayant pour objet de supprimer la ou les défaillance(s).



#### 4.4. Maintenance améliorative

Il existe un autre type de maintenance dite améliorative qui consiste à se débarrasser définitivement des défaillances. Elle nécessite par contre une réflexion pour déterminer les causes réelles du problème et envisager par la suite les remèdes adaptés à leur suppression.

#### 4.5. Logiciel de planification de la maintenance préventive

La vidéo ci-dessous présente le logiciel de planification de la maintenance préventive SAGE

### 5. Maintenance mixte

La maintenance mixte consiste à profiter de l'opportunité offerte par l'arrêt d'un système pour effectuer parallèlement d'autres interventions, prévues ou non, sur d'autres éléments.

Le système considéré peut être :

#### 5.1. Sur une machine

lors de la défaillance d'un équipement, on profite de l'arrêt de la machine pour effectuer des interventions sur d'autres équipements de la même machine.

#### 5.2. Sur une ligne de production

lors de l'arrêt de la machine des interventions sont réalisées sur une ou plusieurs machines de la même ligne et dont l'arrêt ne pénalisera pas le fonctionnement de l'unité de production.

##### 5.2.1. Exemple d'une maintenance mixte

La vidéo montre la maintenance d'un moteur électrique lors de l'arrêt de la chaîne de fabrication.

### 6. Conclusion

La Figure 2 résume les différents concepts de maintenance qu'on trouve dans la littérature, en indiquant les événements initiateurs. Référence\_1

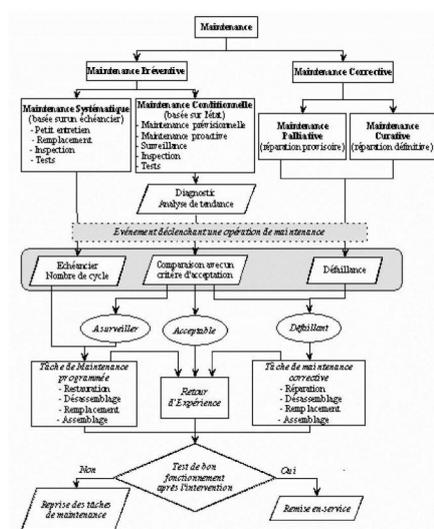


Figure 2 - Diagramme des différents concepts de maintenance

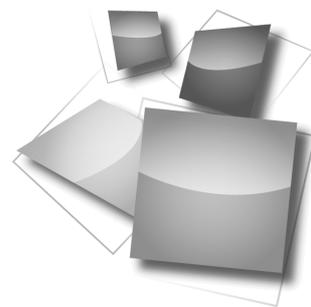
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 2



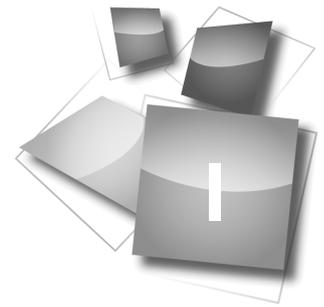
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>I - Chapitre 2 : Opérations de maintenance</b>	<b>3</b>
<b>1. Objectifs spécifiques</b>	<b>3</b>
<b>2. Opérations de la maintenance préventive</b>	<b>3</b>
2.1. <i>Inspection</i>	3
2.2. <i>Contrôle</i>	3
2.3. <i>Visite</i>	4
<b>3. Opérations de la maintenance corrective</b>	<b>4</b>
3.1. <i>Dépannage</i>	4
3.2. <i>Réparation</i>	4
<b>4. Autres opérations du service maintenance</b>	<b>4</b>
4.1. <i>Travaux d'amélioration</i>	4
4.2. <i>Travaux de modernisation</i>	4
4.3. <i>Travaux de rénovation</i>	4
4.4. <i>Travaux neufs</i>	4
<b>5. Conclusion</b>	<b>4</b>

# Chapitre 2 : Opérations de maintenance



Objectifs spécifiques	3
Opérations de la maintenance préventive	3
Opérations de la maintenance corrective	4
Autres opérations du service maintenance	4
Conclusion	4

Il existe des définitions normatives des différentes opérations de maintenance ; néanmoins:

- Les normes donnent l'esprit d'une intervention mais ne définissent pas toujours clairement les opérations à effectuer,
- Les normes ne couvrent pas toutes les prestations.

De ce fait, pour éviter toute ambiguïté, il est nécessaire pour chaque entreprise de définir parfaitement les prestations attendues ou effectuées (objectif, détail des opérations, etc.)

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit connaître les différentes opérations correspondantes à chaque type de maintenance.

## 2. Opérations de la maintenance préventive

Les opérations suivantes sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

### 2.1. Inspection

C'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. 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 visuelle de fuites, détection d'odeurs, de bruits anormaux.
- dépannages simples : réglage de tension de courroie, échanges de lampes...

### 2.2. Contrôle

C'est la vérification de la conformité par rapport à des données pré-établies, suivies d'un jugement (décision de non conformité, d'acceptation, d'ajournement)

## 2.3. Visite

C'est une 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.

## 3. Opérations de la maintenance corrective

Il existe deux types d'opérations de la maintenance corrective :

### 3.1. Dépannage

C'est une action sur un bien en panne en vue de le remettre en état de fonctionnement, provisoirement avant réparation.

### 3.2. Réparation

c'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective

## 4. Autres opérations du service maintenance

On peut trouver d'autre opérations de maintenance, comme :

### 4.1. Travaux d'amélioration

ils consistent à modifier un équipement pour augmenter sa sécurité, sa fiabilité et sa maintenabilité.

### 4.2. Travaux de modernisation

ils consistent à remplacer des composants âgés ou à leurs adjoindre des composants d'une génération nouvelle.

### 4.3. Travaux de rénovation

ces travaux comprennent l'inspection complète de tous les organes suivie de :

- la réparation des éléments usés.
- l'achat d'éléments neufs.

### 4.4. Travaux neufs

ils contiennent, entre autres, les tâches suivantes :

- avis sur le choix du matériel.
- réception technique et vérification de la conformité.
- Installation.

## 5. Conclusion

Alors, les opérations de la maintenance est l'ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien (machine/appareil) contre toute défaillance.



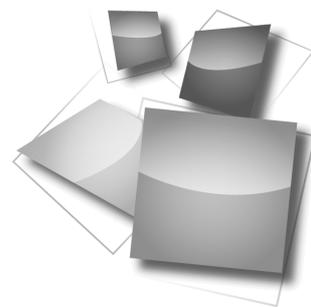
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 3



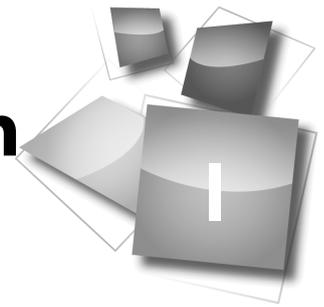
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>I - Chapitre 3 : Organisation de la fonction maintenance</b>	<b>3</b>
<b>1. Objectifs spécifiques</b>	<b>3</b>
<b>2. Relation entre maintenance et autres fonctions de l'entreprise</b>	<b>3</b>
2.1. La fonction « études et travaux neufs »	3
2.2. La fonction « méthodes et fabrication »	3
2.3. La fonction « achats »	4
2.4. La fonction « financière »	4
2.5. La fonction « gestion des stocks de fournitures et pièces de rechange »	4
2.6. La fonction « normalisation »	4
2.7. La fonction « gestion des ressources humaines »	4
2.8. La fonction « sécurité »	4
2.9. La fonction « informatique »	4
2.10. La fonction « métrologie »	4
<b>3. Organisation</b>	<b>4</b>
3.1. Niveaux d'intégration 1 : Activité directement intégrée sous la responsabilité de «l'homme» production	5
3.2. Niveaux d'intégration 2 : Activité maintenance distincte, mais ayant un responsable chargé d'activités complémentaires	5
3.3. Niveaux d'intégration 3 : Activité maintenance distincte et structurée	5
<b>4. Avantages centralisation / décentralisation de la maintenance</b>	<b>5</b>
4.1. Avantages de la centralisation	5
4.2. Avantages de la décentralisation	5
<b>5. Documentation relative au matériel</b>	<b>5</b>
5.1. Le dossier technique	5
5.2. Le dossier historique	6
5.3. La fiche historique	6
<b>6. Documentation relative aux travaux</b>	<b>6</b>
6.1. La demande de travail (DT)	6
6.2. L'ordre de travail (OT)	6
6.3. Le bon de travail (BT)	6
<b>7. Conclusion</b>	<b>7</b>

# Chapitre 3 : Organisation de la fonction maintenance



Objectifs spécifiques	3
Relation entre maintenance et autres fonctions de l'entreprise	3
Organisation	4
Avantages centralisation / décentralisation de la maintenance	5
Documentation relative au matériel	5
Documentation relative aux travaux	6
Conclusion	7

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit connaître les principales relations entre la fonction maintenance et autres fonctions de l'entreprise, les niveaux d'intégration et les différents documents nécessaires pour maintenir un bien.

## 2. Relation entre maintenance et autres fonctions de l'entreprise

Le service maintenance est responsable du maintien du bon fonctionnement technique de tous les moyens de production (machines, outils, moyens de contrôle, commandes, équipement de manipulation, engins de transport).

Pour mener à bien cette tâche, la fonction maintenance doit être en concertation régulière avec d'autres fonctions de l'entreprise :

### 2.1. La fonction « études et travaux neufs »

- l'information des programmes d'investissements,
- l'étude de l'installation,
- les études de fiabilité et de maintenabilité,
- la standardisation du matériel,
- la documentation technique des constructeurs,
- le choix des entreprises de travaux neufs,
- la réception technique du matériel.

### 2.2. La fonction « méthodes et fabrication »

- les consignes d'utilisation, de conduite et de surveillance du matériel,
- le taux d'utilisation du matériel,
- le niveau de sécurité du matériel et du personnel de fabrication.

### 2.3. La fonction « achats »

- émettre et faire respecter le cahier des charges et les spécifications techniques de qualité nécessaires,
- les problèmes de garantie,
- obtenir le dossier technique adapté aux besoins de la fonction maintenance, en particulier la documentation technique.

### 2.4. La fonction « financière »

- les relations économiques entre amortissement et maintenance,
- les cycles de révision économiques du matériel,
- la décision de remplacement

### 2.5. La fonction « gestion des stocks de fournitures et pièces de rechange »

- le catalogue magasin,
- l'implantation et le classement du magasin,
- le choix de la méthode de gestion,
- la réduction du coût de possession des stocks

### 2.6. La fonction « normalisation »

- le catalogue magasin,
- la réduction du coût de possession des stocks,
- la nomenclature des équipements.

### 2.7. La fonction « gestion des ressources humaines »

la gestion prévisionnelle du personnel, avec en particulier son niveau de qualification, l'évolution des carrières, permutations, promotions, départs, embauches, formation,...

### 2.8. La fonction « sécurité »

la sécurité du personnel et du matériel (organisation du travail, aménagement des postes de travail, prévention intégrée...)

### 2.9. La fonction « informatique »

le système et les moyens d'information.

### 2.10. La fonction « métrologie »

la gestion des moyens de mesure.

## 3. Organisation

L'organisation du service maintenance dans une entreprise se divise en trois niveaux d'intégration déferents :



### 3.1. Niveaux d'intégration 1 : Activité directement intégrée sous la responsabilité de «l'homme » production

- Dans ce cas, ce dernier devra être particulièrement attentif dans ses choix et dans son raisonnement, à avoir une vue globale de son activité et à considérer sa responsabilité maintenance à égalité avec sa responsabilité production. Il sera donc conduit à analyser les problèmes importants sous les deux aspects avant de faire le choix optimal qui s'impose.
- Souvent les PMI sont organisées ainsi.

### 3.2. Niveaux d'intégration 2 : Activité maintenance distincte, mais ayant un responsable chargé d'activités complémentaires

- Dans ce cas, un homme ou une petite équipe aura la responsabilité de l'ensemble des fonctionnalités maintenance.
- PMI assez importantes, ou petites unités décentralisées de groupes importants.
- Structure fortement répandue en maintenance hospitalière et de grands ensembles (hôtels,bâtiments publics...)

### 3.3. Niveaux d'intégration 3 : Activité maintenance distincte et structurée

Unités importantes de production de masse ou process.

Maintenance centralisée ou décentralisée.

## 4. Avantages centralisation / décentralisation de la maintenance

### 4.1. Avantages de la centralisation

- Standardisation des matériels et des méthodes facilitée,
- Uniformisation des procédures, des codifications des systèmes de gestion de l'information,
- Utilisation des investissements lourds (en outillage) facilitée,
- Optimisation de l'emploi des ressources plus aisée,
- Suivi budgétaire global plus rapide.

### 4.2. Avantages de la décentralisation

- Facilité de constitution d'équipes polyvalentes,
- Facilité des contacts maintenanceproduction,
- Amélioration de la motivation et de la responsabilité du personnel de maintenance,
- Incitation à la " fixation " de la compétence,
- Meilleure mise en oeuvre de la TPM (Total Productive Maintenance).

## 5. Documentation relative au matériel

### 5.1. Le dossier technique

il comprend tous les renseignements et documents qui concernent un même type de machine :

- Éléments d'identification : désignation du type, constructeur, caractéristiques générales, liste des machines du même type, fiche technique,
- Répertoire des documents classés dans le dossier,
- Synthèse des modifications effectuées sur ces machines.
- Nomenclature de la machine
- Instructions de maintenance

## 5.2. Le dossier historique

Il comprends tous les renseignements et documents concernant la vie d'une machine :

- les modifications, y compris les améliorations de maintenance,
- les commandes extérieures,
- les ordres de travaux
- les rapports d'expertise ou d'incident,
- la fiche historique

## 5.3. La fiche historique

La fiche historique relative à chaque machine, regroupe les informations concernant les interventions de maintenance effectuées :

- numéro d'ordre des travaux
- date d'exécution,
- nature et désignation du travail,
- temps passé,
- coût de l'intervention,
- durée d'arrêt due à l'intervention,
- nombre d'unités d'usage ou d'heures de fonctionnement.

## 6. Documentation relative aux travaux

### 6.1. La demande de travail (DT)

Elle émane le plus souvent d'un responsable production qui la dirige vers le responsable de maintenance qui l'enregistre.

### 6.2. L'ordre de travail (OT)

C'est la fiche d'ordonnancement qui comporte tous les éléments relatifs à la programmation et au lancement (dates, délais, matières et outillages, éléments de sécurité).

### 6.3. Le bon de travail (BT) :

Il constitue l'interface « méthodes / réalisation ». Tous les éléments relatifs à la quantification et à la qualification du travail y figurent, de façon à permettre la valorisation du bon (estimation du coût de maintenance).



## 7. Conclusion

La Figure 3 résume l'organisation de la fonction maintenance dans une entreprise.

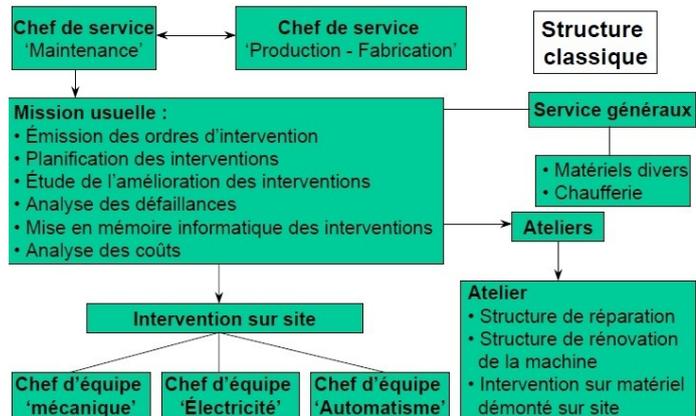


Figure 3 : Organisation de la fonction maintenance

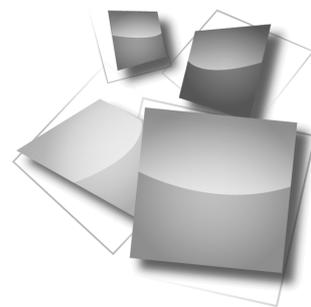
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 4



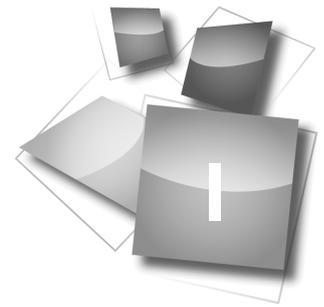
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>I - Chapitre 4 : Niveaux de maintenance</b>	<b>3</b>
1. Objectifs spécifiques .....	3
2. 1er Niveau .....	3
3. 2ème Niveau .....	3
4. 3ème Niveau .....	3
5. 4ème Niveau .....	4
6. 5ème Niveau .....	4
7. Conclusion .....	4

# Chapitre 4 : Niveaux de maintenance



Objectifs spécifiques	3
1er Niveau	3
2ème Niveau	3
3ème Niveau	3
4ème Niveau	4
5ème Niveau	4
Conclusion	4

La norme X 60-010 distingue 5 degrés de maintenance, classés de manière croissante, selon la complexité des interventions à effectuer.

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit faire la différence entre les cinq niveaux de la maintenance industrielle.

## 2. 1er Niveau

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

## 3. 2ème 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

## 4. 3ème 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 réaligement des appareils de mesure.

## 5. 4ème 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.

## 6. 5ème Niveau

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

## 7. Conclusion

Le tableau 1 résume les cinq niveaux de la maintenance industrielle.

Niveau de maintenance	Taches effectuées
Niveau 1	Travaux simples sans outillages
Niveau 2	Travaux simples avec outillages simples
Niveau 3	Diagnostic, réparations et remplacements
Niveau 4	Travaux lourds de maintenance
Niveau 5	Reconstructions et rénovations

Tableau 1

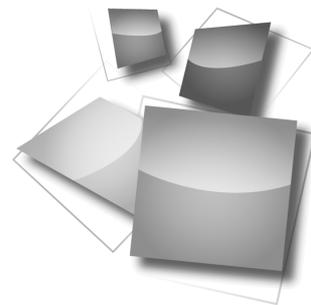
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 5



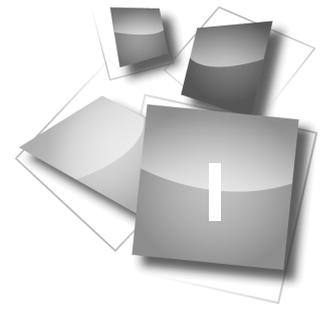
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>I - Chapitre 5 : Indicateurs de sûreté de fonctionnement</b>	<b>3</b>
1. Objectifs spécifiques .....	3
2. Indicateurs de fiabilité .....	3
3. Indicateurs de Maintenabilité .....	4
4. Indicateurs de disponibilité .....	4
5. Conclusion .....	5

# Chapitre 5 : Indicateurs de sûreté de fonctionnement



Objectifs spécifiques	3
Indicateurs de fiabilité	3
Indicateurs de Maintenabilité	4
Indicateurs de disponibilité	4
Conclusion	5

Afin de mieux connaître, évaluer et maîtriser les défaillances des machines dans les systèmes manufacturiers de production, les équipements composant ces machines sont caractérisés par des indicateurs fondamentaux de sûreté de fonctionnement. Ces indicateurs liés aux notions de Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité (FMD), permettent d'aider la prise de décision sur le choix de politique de maintenance à appliquer et s'attachent à suivre le bon déroulement des opérations de maintenance. Ainsi, pour une maintenance préventive, deux indicateurs sont principalement suivis : le temps d'intervention et la périodicité. Pour une maintenance corrective, le temps de réparation et la fréquence des défaillances sont les paramètres prépondérants en terme de sûreté de fonctionnement. Les indicateurs les plus usuels sont les suivants :

Bibliografie\_2

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit maîtriser les différents indicateurs de sûreté de fonctionnement.

## 2. Indicateurs de fiabilité

Par définition, la fiabilité  $R(t)$  d'un système ( $R$  vient de l'anglais Reliability) est la probabilité de bon fonctionnement du système sur la durée  $[0, t]$  en supposant qu'il n'est pas défaillant à l'instant  $t=0$ .

Les indicateurs liés à la fiabilité sont :

$\gamma(t)$  — Taux de défaillance qui représente le nombre de défaillances par unité de temps.

MTBF — temps moyen entre deux défaillances (Mean Time Between Failures).

MTTF — temps moyen avant la première défaillance (Mean Time To Failure).



*Remarque*

Pour un système non réparable, on a:  $MTTF = MTBF$

### 3. Indicateurs de Maintenabilité

La maintenabilité  $M(t)$  est la probabilité de rétablir le fonctionnement du système après sa défaillance, dans des conditions spécifiques et dans un temps  $t$  donné et limité.

Les indicateurs de maintenabilité sont :

$\mu(t)$  — taux de réparation qui s'assimile à la probabilité que le système soit réparé entre l'instant  $t$  et l'instant  $(t+dt)$ , sachant qu'il n'est pas réparé sur l'intervalle  $[0, t]$ .

M TTR — moyenne des temps de réparation (Mean Time To Repair).

### 4. Indicateurs de disponibilité

La disponibilité  $A(t)$  (A pour Availability) est définie comme étant la probabilité de bon fonctionnement d'un système à l'instant  $t$ .

Les cinq indicateurs de disponibilité sont :

DO — indicateur de base de la Disponibilité Opérationnelle, qui est le rapport entre le temps moyen de bon fonctionnement sur le temps requis.

- DO s'exprime par :

$$DO = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

*math1*

MUT — temps moyen de disponibilité effective (Mean Up Time).

MUT\_TRS — temps moyen de disponibilité effective pendant lequel la machine produit de bonnes pièces.

MDT — temps moyen d'indisponibilité ou d'arrêt propre (Mean Down Time) .

TRS\_Mi — taux de Rendement Synthétique de la machine  $M_i$  qui permet de mesurer la performance d'une machine et d'analyser les causes de non-productivité. Référence\_2

- TRS\_Mi s'exprime par :

$$TRS_{M_i} = \frac{MUT_{TRS}}{MDT + MUT}$$

*math2*



## 5. Conclusion

La Figure 3 illustre les indicateurs liés à la sûreté de fonctionnement précédemment cités.  
Référence\_1

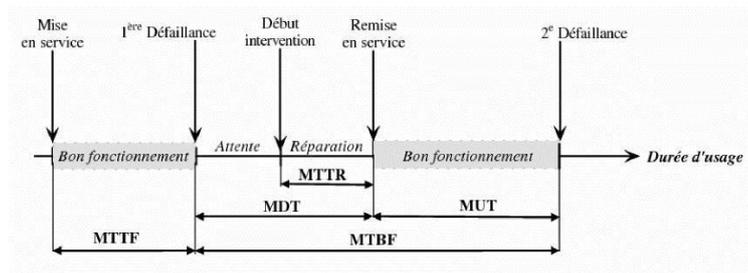


Figure 4 - Durées caractéristiques des indicateurs de Fiabilité — Maintenabilité — Disponibilité

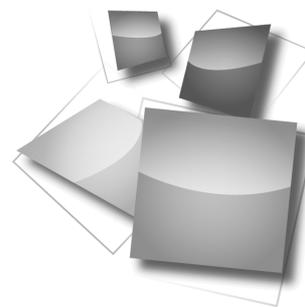
# Maintenance Industrielle

## CHAPITRE 6



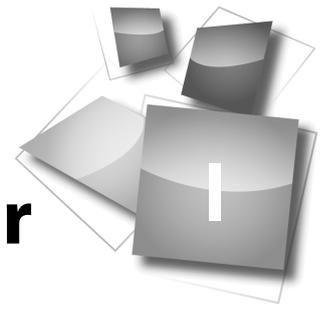
**Benyoucef Abou soufyane**

# Table des matières



<b>I - Chapitre 6 : Gestion de maintenance assistée par ordinateur ( GMAO )</b>	<b>3</b>
<b>1. Objectifs spécifiques</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Catégories de la GMAO</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Les fonctions d'une GMAO</b> .....	<b>3</b>
3.1. <i>Gestion des activités de la maintenance</i> .....	4
3.2. <i>Gestion des éléments maintenus</i> .....	4
3.3. <i>Gestion des stocks et approvisionnements</i> .....	4
3.4. <i>Gestion économique</i> .....	4
3.5. <i>Gestion des investissements</i> .....	4
3.6. <i>Gestion des moyens humains</i> .....	4
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>4</b>
<b>Conclusion</b>	<b>5</b>
<b>Glossaire</b>	<b>6</b>
<b>Abréviations</b>	<b>7</b>
<b>Références</b>	<b>8</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>9</b>
<b>Webographie</b>	<b>10</b>

# Chapitre 6 : Gestion de maintenance assistée par ordinateur ( GMAO )



Objectifs spécifiques	3
Catégories de la GMAO	3
Les fonctions d'une GMAO	3
Conclusion	4

Étant donnée la masse d'informations qu'il est nécessaire de manipuler dans le cadre d'une activité de maintenance, la présence d'outils informatiques de saisie, de stockage, et de traitement de ces informations s'avère indispensable.

Ce chapitre présente des notions générales sur la maintenance assistée par ordinateur.

## 1. Objectifs spécifiques

A la fin de ce chapitre l'étudiant doit connaître les principes de base de la maintenance assistée par ordinateur.

## 2. Catégories de la GMAO

De nombreux logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur existent sur le marché, que l'on peut classer en 5 catégories :

- *La GMAO « Industrielle »* : gestion des ratios techniques, du magasinage, des fiches machine, suivi de projet, planification...
- *La GMAO « tertiaire »* : gestion des bâtiments, informations géographiques, gestion de patrimoine, planification (GTP, GTB),
- *L'aide au diagnostic algorithmique* : arbres de défaillance, calculs de maintenabilité, de fiabilité ...
- *Le monitoring* : analyse des signaux et alarmes,
- *L'aide au diagnostic par intelligence artificielle* : méthodes de résolution analogues au raisonnement humain (systèmes experts, réseaux de neurones...)

## 3. Les fonctions d'une GMAO

Les systèmes de GMAO sont le plus souvent des applications développées à partir d'un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données), permettant de programmer et de suivre sous les aspects techniques, budgétaires et organisationnels, toutes les activités de maintenance, les objets et les acteurs de ces activités. Une GMAO doit donc assurer les fonctions suivantes :

### **3.1. Gestion des activités de la maintenance**

Gestion des différentes interventions à partir des documents.

### **3.2. Gestion des éléments maintenus**

Localisation, caractéristiques techniques, caractéristiques de maintenance, mesures des dérives, résultats des rondes et visites, historique des défaillances, consommations, interventions réalisées...

### **3.3. Gestion des stocks et approvisionnements**

Fiches composants et nomenclatures, fiches fournisseurs, réapprovisionnements automatiques, commandes volontaires, saisie des mouvements...

### **3.4. Gestion économique**

Coûts horaires indirects (pénalisations), coûts horaires directs, coûts horaires des frais généraux, bons de travail, factures, ventilation des ces coûts par éléments maintenu, par politique de maintenance, par fonction, secteur...

### **3.5. Gestion des investissements**

Frais d 'achat et d 'installation, durabilité estimée, types de financements...informations permettant notamment d 'estimer le coût moyen de fonctionnement et l 'amortissement technique des équipements.

### **3.6. Gestion des moyens humains**

Structure des effectifs (qualifications, spécialisations, ancienneté...), relevé des heures de formation, conditions de travail (nb accidents, maladies professionnelles, absences...), relevé des salaires et promotions...

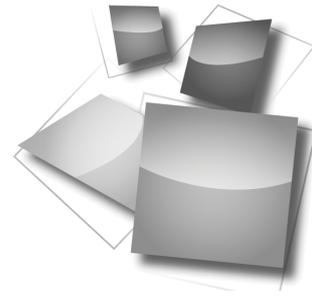
## **4. Conclusion**

Vu la quantité d 'informations qu'il est nécessaire de manipuler dans le cadre d 'une activité de maintenance dans tout types d'entreprise, un recours aux outils informatiques est nécessaire.





# Glossaire



## Défaillance

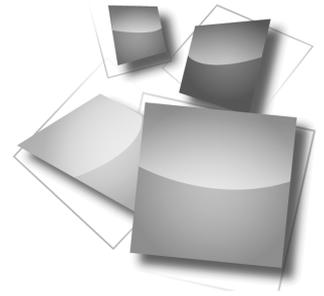
**altération ou cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. Après une défaillance d'une entité, celle-ci est en état de panne.**

## Machine

**ensemble de mécanismes combinés pour recevoir une forme d'énergie, la transformer et la restituer sous une forme appropriée, ou pour produire un effet donné.**



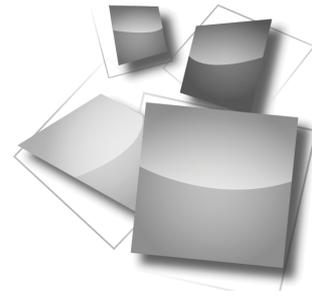
# Abréviations



**MTBF : temps moyen entre deux défaillances (Mean Time Between Failures).**

**MTTF : temps moyen avant la première défaillance (Mean Time To Failure).**

# Références



[r1]

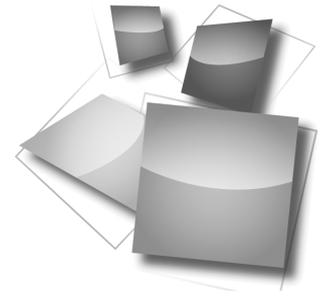
**D. SMITH. Fiabilité, Maintenance et Risque. DUNOD. 2006.**

[r2]

**G. ZWINGELSTEIN. La maintenance basée sur la fiabilité. HERMES. 2014**

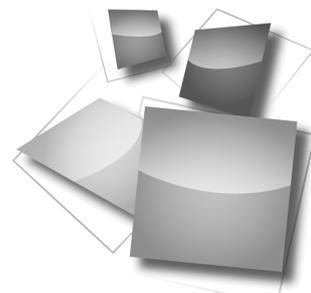


# Bibliographie



**LYONNET, THOMAS, TOSCANO. Fiabilité, diagnostic et maintenance prédictive. LAVOISIER. 2012.**

# Webographie



Wikipédia (Maintenance). <https://fr.wikipedia.org/wiki/Maintenance>

