

**République Algérienne Démocratique et
Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et
de la Recherche Scientifique**



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et

Technologies Filière : Génie
mécanique

Spécialité : : Electromécanique

Thème

**La maintenance :
un levier de performance de
l'entreprise**

Encadré par : MANSOURI Khaled

Présenté par : MENIAI Khalifa

Année universitaire : 2022 - 2023

Remerciement:

Je remercie et je loue, d'abord et avant tout ALLAH, sans lequel rien ne se fait ou ne se crée.

J'adresse ma reconnaissance particulière à ma chère mère.

Je tiens à remercier Dr. MANSOURI. K. Encadreur de ce mémoire qui a ménagé un grand effort afin de me permettre de mener à bien mon modeste travail et à qui j'exprime ma gratitude et mes respects.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et que l'on n'a pas pu citer.

Merci.

Dédicaces

À l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce travail que Je dédie À la mémoire de mon père A ma très chère mère Pour sa bienveillance et son abnégation pour M'encourager à terminer dans de bonnes conditions mon travail.

A mes frères

A tous les membres de ma famille A tous mes amis chacun a son nom

A Toute la famille universitaire.

Sommaire

Introduction générale	8
Chapitre I: Généralité sur la maintenance	
I.1. Généralité sur la maintenance	10
I.1.1.Introduction	10
I.1.2. Définition de la maintenance	10
I.1.3. Objectifs de la maintenance	11
I.1.3.1. Situation de la maintenance par rapport à la production	11
I.1.4. Organigramme de politique de maintenance	12
I.1.5. Maintenance préventive	13
I.1.6. Maintenance corrective	15
I.1.7. Les niveaux de maintenance	17
I.2. La maintenance à l'Entreprise.....	17
I.2.1. Service maintenance Entreprise.....	17
I.2.1. Maintenance appliquée au niveau de l'entreprise	18
I.2.3. Politique de maintenance	20
Chapitre II : fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité	
II.1. Fiabilité.....	22
II.1.1Définition de la fiabilité.....	23
II.1.2. Définition théorique.....	23
II.2. Maintenabilité.....	24

II.3. Disponibilité.....	25
II.3.1. Objectif économique	25
II.3.2. Obstacles économique	25
II.3.3. Obstacles humains	26
II.3.4. Obstacles techniques	26

Chapitre III: AMDEC: méthode utilisée pour établir un diagnostic

III.1. L'AMDEC, "MOYEN DE PRODUCTION".....	31
III.1. 1. Objectifs de l'AMDEC	31
III.1. 2. Mise en œuvre	31
III.1.3. les modes de défaillance	32
III.1.4. les causes de défaillance	33
III.1.5. Criticité de défaillance	34
III.1. 6. Propositions d'améliorations	34
III.1. 7. Exemple d'AMDEC	35
III.2 .Principaux concepts et définitions	36
III.2.1. Notion de système	36
III.2.2 .Notion de danger	36
III.2.3. Notion de risque et de réduction du risque	37
III.2.4 .Notion de sécurité	39
III.2.5 .Sécurité fonctionnelle	39
III.2.6 .Mesures de sécurité	40
III.2.7. Recommandations	42
III.2.8. Les différentes fiches d'enregistrement	42

III.3. Partie pratique	43
Conclusion générale.....	48
Bibliographie	49
Résumé	50

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La fonction maintenance a été considérée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant des dépenses non productives.

On l'assimilait souvent à l'entretien autrement dit aux réparations et aux dépannages des outils de production.

Durant les dernières décennies, il s'est produit une évolution de la notion d'entretien vers la notion de maintenance. L'entretien se limitait souvent à subir les défaillances et les contraintes des machines et des installations de production alors que la maintenance englobe de plus en plus la maîtrise économique de la disponibilité des outils de production. Donc la question posée, est comment améliorer la production d'une entreprise productive par l'optimisation de la fonction maintenance.

La spécialité maintenance industrielle est indispensable au fonctionnement d'une entreprise de moyenne et grande production, par conséquent le sujet traité, se résume à l'amélioration et l'optimisation du service maintenance.

Je traite l'importance de l'Analyse de la fonction maintenance et propose des recommandations pour l'amélioration de ce dernier en faisant ressortir les acquisitions qui ont été dispensées.

Le mémoire est structuré comme suite:

Chapitre I : GENERALITE SUR LA MAINTENANCE;

Chapitre II : FIABILITE, MAINTENABILITE, DISPONIBILITE.

Chapitre III : AMDEC : METHODE UTILISEE POUR ETABLIR UN
DIAGNOSTIC.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

I.1. GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

I.1.1. Introduction

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable, la fonction maintenance est en général, assimilée à la fonction dépannage et réparation d'équipements soumis à usage et vieillissement.

La véritable portée de la fonction de la maintenance mène beaucoup plus loin : elle doit être une recherche incessante de compromis entre la technique, et l'économique. Il reste alors, beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires pour gérer les activités de maintenance.

I.1.2 Définition de la maintenance

1) Notion de la maintenance :

« 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 ».

2) Rôle de la maintenance :

Dans une entreprise, quelque soit son type et son secteur d'activité, le rôle de la fonction maintenance est donc de garantir la plus grande disponibilité des équipements au rendement meilleur tout en respectant le budget alloué. Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise, cette politique devant permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de production.

Un service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit, comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, etc.

I.1.3 Objectifs de la maintenance

1) Objectifs de coût

- ✓ Minimiser les dépenses de maintenance.
- ✓ Assurer la maintenance dans les limites d'un budget.
- ✓ Avoir des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par l'installation en fonction de leur âge et de leur taux d'utilisation.
- ✓ Tolérer à la discrétion du responsable de la maintenance une certaine dépense imprévue

2) Objectifs opérationnels

- ✓ Maintenir le bien durable :
 1. Dans un état acceptable
 2. Dans des meilleures conditions
- ✓ Assure la disponibilité maximale à un coût raisonnable.
- ✓ Eliminer les pannes à tout moment et au meilleur cout.
- ✓ Maximiser la durée de vie de bien.
- ✓ Remplacer le bien à des périodes prédéterminées.
- ✓ Assurer au bien des performances de haute qualité.
- ✓ Assurer au bien un fonctionnement sûr et efficace.
- ✓ Obtenir de l'investissement un rendement maximum.
- ✓ Garder au bien une présentation suffisamment satisfaisante.
- ✓ Maintenir le bien dans un état de propreté absolue.

I.1.3.1 Situation de la maintenance par rapport à la production

- **Personnel de production :**

Ne s'intéresse qu'aux informations nécessaires à l'obtention du produit fini.

- **Personnel d'entretien :**

Ne s'intéresse qui aux informations nécessaires à la réalisation de son intervention sur l'outil de production quelque soit sa fonctionnalité.

- **Personnel de maintenance**

Doit maîtriser toutes les contraintes posant la dégradation de l'outil de production pour limiter leur conséquence sur l'obtention de l'objectif de production quelque soit les contraintes au niveau de conception de fabrication et l'exploitation

Le système de maintenance semble se présenter comme sur système complémentaire au système de production.

I.1.4. Organigramme de politique de maintenance

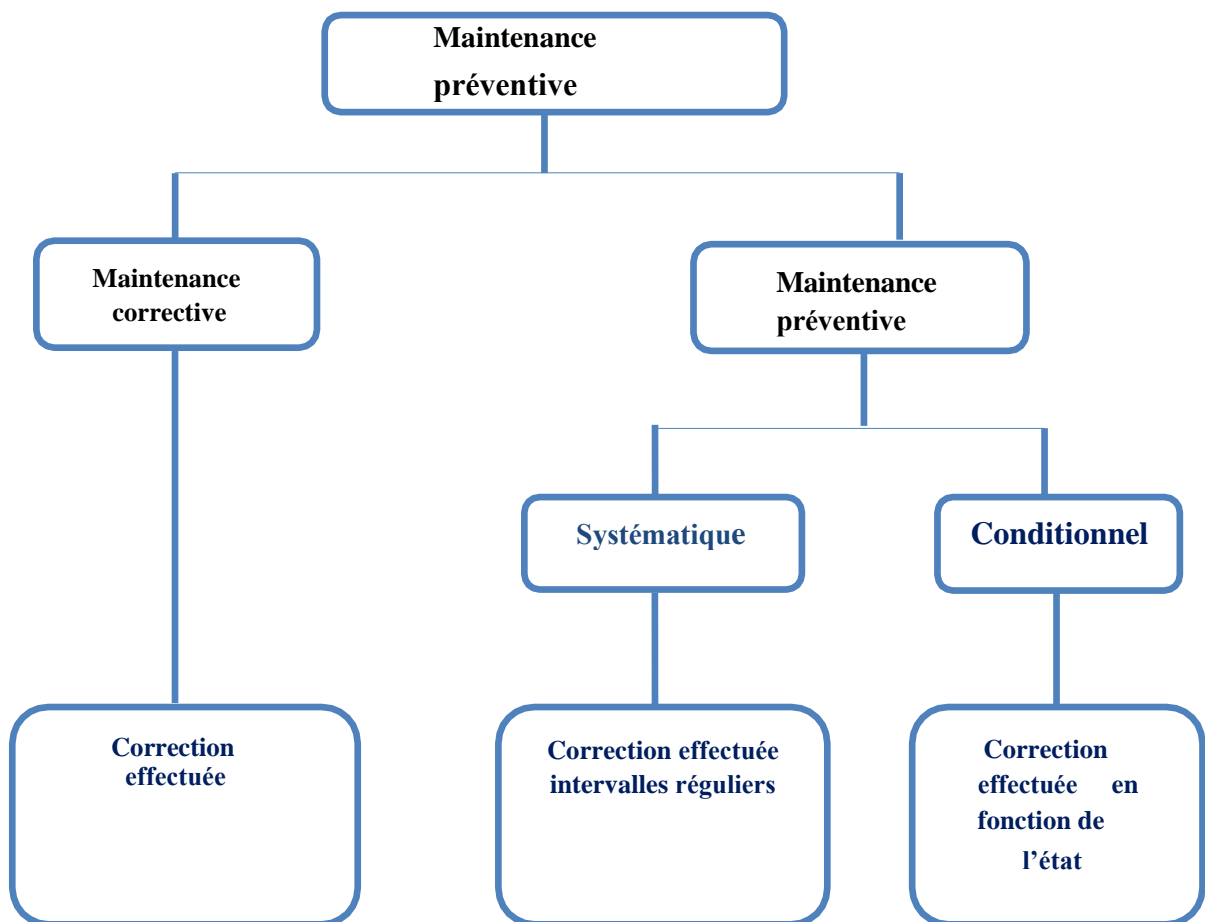


Figure I.1 : Organigramme de politique de maintenance

I.1.5.MAINTENANCE PREVENTIVE

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).

- **Objectifs visés par la maintenance préventive sont les suivants**
- ✓ Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en service : réduction des coûts de défaillance, amélioration de la disponibilité
 - ✓ Augmenter la durée de vie efficace d'un équipement
 - ✓ Améliorer l'ordonnancement des travaux, donc les relations avec la production
 - ✓ Réduire et régulariser la charge de travail
 - ✓ Faciliter la gestion des stocks (consommation prévues)
 - ✓ Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses)
 - ✓ Plus globalement, en réduisant la part « d'imprévu », améliorer le climat des relations humaines (une panne imprévue est toujours source de tension)

La mise en œuvre d'une politique de maintenance préventive implique le développement d'un service « méthodes de maintenance » efficace. En effet, on ne peut faire de préventifs sans un service méthodes qui va alourdir à court terme les coûts directs de maintenance, mais qui va permettre :

La gestion de la documentation technique, des dossiers machines, des historiques.

- ✓ Les analyses techniques du comportement du matériel.
- ✓ La préparation des interventions préventives.
- ✓ La concertation avec la production.

➤ **Différents types de maintenance préventive**

1) Maintenance préventive 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

Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

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

2) Maintenance préventive 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. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue.

Remarque :

la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Les paramètres mesurés peuvent porter sur:

- Le niveau et la qualité de l'huile
- Les températures et les pressions
- La tension et l'intensité des matériels électriques
- Les vibrations et les jeux mécaniques...

3) Maintenance préventive prévisionnelle

C'est une maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et planifier les interventions quelques concepts fondamentaux liés à la maintenance

Buts de la maintenance préventive

- Augmenter la durée de vie des matériels ;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou dépanne ;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective ;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc. ;
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production ;
- Diminuer le budget de maintenance ;
- Supprimer les causes d'accidents graves.

I.1.6.MAINTENANCE CORRECTIVE

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, le remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement.

A. Différents types de maintenance corrective

1- Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelé couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

2 - Maintenance curative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelé couramment dépannage, cette maintenance est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

B. Types d'interventions de maintenance corrective

1. Dépannage

Remise en état de fonctionnement effectué « in situ », parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné. Le dépannage a un caractère provisoire. Les dépannages caractérisent la maintenance palliative. Le palliatif est caractéristique du 2^{ème} niveau de maintenance.

2. Réparation

Faite « in situ » ou en atelier de maintenance, parfois après dépannage. Elle a un caractère définitif. La réparation caractérise la maintenance curative. Le curatif est caractéristique des 2^{èmes} et 3^{èmes} niveaux de maintenance.

I.1.7. NIVEAUX DE MAINTENANCE

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien maintenir.

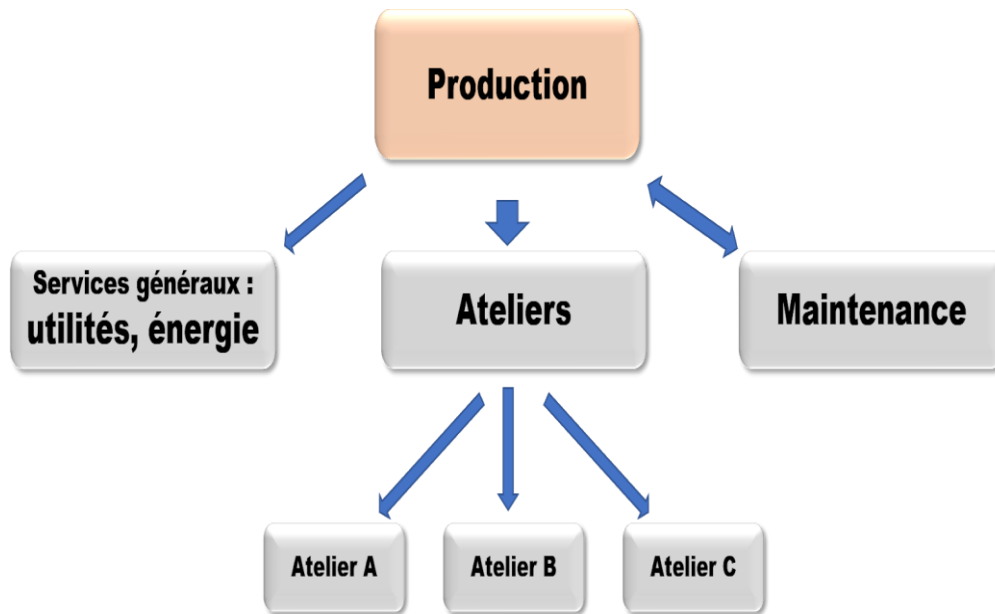
NIVEAU	ACTIVITES
NIVEAU 1	RONDE PETIT ENTRETIEN, GRAISSAGE
NIVEAU2	ECHANGE STANDARD, CONTROLES DU BON FONCTIONNEMENTE
NIVEAU3	DIAGNOSTIC, PETITES REPARATION, OPERATIONS MINEURES PREVENTIVES
NIVEAU4	TRAVAUX DE MAINTENANCE PREVENTIVE ET CORRECTIVE, REGLAGE DES MOYENS DE MESURE
NIVEAU5	RENOVATION, RECONSTRUCTION ET REPARATIONS IMPORTE

Tableau I.1 : Les niveaux de maintenance

I.2. Maintenance à l'Entreprise

I.2.1. Service Maintenance à l'Entreprise

- ❖ **Organigramme du service maintenance de l'unité Entreprise**



FigureI.2 : Organigramme du service maintenance

I.2.2. Maintenance appliquée au niveau de l'Entreprise

Le département de la maintenance joue un rôle très important dans l'entreprise,

L'entreprise applique des différents types de maintenance, le choix du type dépend du besoin de l'entreprise et l'importance d'équipement :

- Maintenance préventive conditionnelle (l'analyse vibratoire et l'analyse déshuilent).

Cette installation nécessite une surveillance périodique en utilisant des instruments spécifiques : capteurs (accéléromètre), un appareil de mesure offline (vibrotest60).

Les vibrations sont mesurées à toutes les directions (verticales, horizontales et axiales).

- Maintenance préventive systématique (des visites, des inspections programmées)
- En cas d'anomalies, la maintenance appliquée est la maintenance curative.

1) Maintenance préventive

Elle se fait à travers les EPAS (l'entretien préventif avec arrêt systématique) et les arrêts programmés (généralement programmées le week-end, ou dans des arrêts par manque produit).

Il se fait aussi par les biais des arrêts annuels (grands travaux de maintenance).

2) Maintenance corrective

Lors de l'apparition des pannes sur l'installation, les agents de la maintenance (intervention) interviennent pour changer l'organe défaillant afin de remettre en service l'installation le plus rapidement possible.

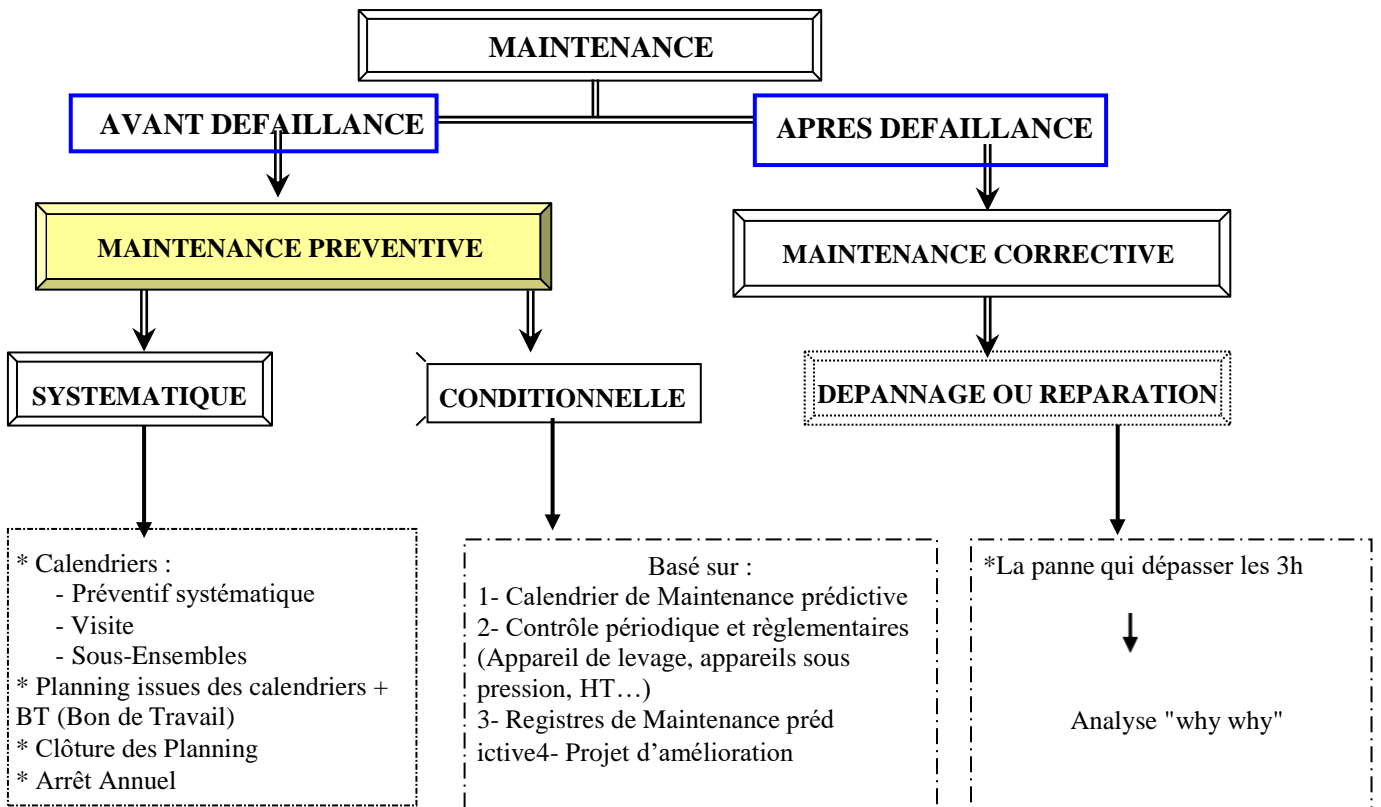
I.2.3 Politique de maintenance

1- Le cout de la stratégie de la direction

1- Objectifs :

- Indicateurs :
 - ✓ Taux de panne
 - ✓ MTBF
 - ✓ MTTR
 - ✓ Ratio huile
 - ✓ Ratio graisse
 - ✓ Cout de maintenance
 - ✓ Taux maintenance préventive

2- Le roulement de la maintenance



Analyse "why why": c'est un travail de groupe

- * Objectifs : - Améliorer la fiabilité de la machine et le temps de disponibilité
- * Chaque mois un bilan de synthèse de la fonction maintenance

CHAPITRE II
FIABILITE, MAINTENABILITE,
DISPONIBILITE.

II.1. Fiabilité

On ne saurait absorber l'entretien des équipements et les questions qui lui sont liées sans évoquer et clarifier le concept de fiabilité.

II.1.1. Définition de la fiabilité

C'est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise ou degré de confiance que l'on accorde dans des conditions données pendant une durée donnée.

La confiance s'exprime par une probabilité de succès. Inversement, on pourrait dire qu'elle vise à connaître la probabilité d'échecs et par voie de conséquence, les précautions et les sécurités dont un matériel doit être l'objet.

La fiabilité est une caractéristique d'un dispositif exprimé par la probabilité qu'il accomplisse une fonction dans des conditions données pendant un temps donné. Elle se caractérise donc par quatre concepts :

❖ Probabilité

Une probabilité se définit par le rapport entre le nombre de cas favorables et le nombre de cas possibles concernant la réalisation d'un événement. Dans le cas de la fiabilité, la probabilité exprimant les chances de réussite.

❖ Accomplissement d'une fonction

Le dispositif que l'on étudie du point de vue de la fiabilité devra être dans un état tel qu'il lui permet d'accomplir la fonction requise d'une manière satisfaisante. Ceci implique un certain niveau de performances en deçà desquelles le dispositif est considéré comme défaillant.

❖ Conditions données

Les conditions sont les contraintes physiques, chimiques, électriques et mécaniques subies par le dispositif du fait de son environnement.

❖ **Temps**

C'est le temps exprimé au sens large. Ce sera bien souvent en fait un nombre de cycles ou caractéristique qui exprime la durée de vie.

II.1.2. Définition théorique

La fiabilité représentée au bout du temps est la proportion de pièces d'un lot donné encore en fonctionnement au temps t ou la probabilité qu'un équipement fonctionne encore à t.

$$\text{Soit : } R(t) = \frac{N(t)}{N_0} \quad \text{où}$$

N(t) : nombre de pièces en fonctionnement à t_N

N₀ : nombre de pièces en fonctionnement à t₀

La probabilité de non fonctionnement F(t) sera de la forme :

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - \frac{N(t)}{N_0} = \frac{N_0 - N(t)}{N_0}$$

On utilise très souvent en maintenance une autre notion la MTBF ou Moyenne de Temps de Bon Fonctionnement (Mean Time Between Failures) ,

❖ Exemple 1 :

une fiabilité $R=0,92$ après 1 000 heures signifie que le produit a 92 chances sur 100 de fonctionner correctement pendant les 1 000 premières heures.

❖ Exemple 2 :

Un compresseur industriel a fonctionné pendant 8 000 heures en service continu avec 5 pannes dont les durées respectives sont : 7 ; 22 ; 8.5 ; 3.5 et 9 heures. Déterminons son MTBF.

$$\text{MTBF} = (8000 - (7 + 22 + 8.5 + 3.5 + 9)) / 5 = 1590$$

II.2. Maintenabilité

Est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits.

C'est aussi la faculté de répétitivité ou simplification des tâches visant à entretenir et réparer le matériel (accessibilité, encombrement, montage, démontage, sécurité, ...).

Il existe aussi une définition probabiliste plus stricte de la maintenabilité : c'est la probabilité de remettre un système en état de fonctionner en un temps donné avec des moyens donnés et dans des conditions données en retrouvant la fiabilité initiale.

L'indicateur privilégié de maintenabilité correspond aux temps d'immobilisation qui se décomposent en :

- Délais d'intervention
- Durée d'intervention

II.3. Disponibilité

C'est l'aptitude d'un bien sous les aspects combinés de sa fiabilité, maintenabilité et de l'organisation de la maintenance à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions de temps déterminées.

II.3.1. Objectif économique

Le but recherché dans le fonctionnement des machines qui tendent vers la complexité et les faramineux prix d'acquisition n'est autre que d'avoir réalisé la notion du plus opérationnel possible.

Ceci se traduit en maintenance par la "disponibilité opérationnelle" d'une machine qui est le double fruit de sa "fiabilité" élaborée par les services conception et installation du constructeur et de son "utilisation optimale" dont la charge revient au service maintenance de l'utilisateur.

Cependant la disponibilité absolue est tributaire de trois obstacles prépondérants :

II.3.2. Obstacles économiques

Les répercussions multiples et variés sont souvent masquées et ou mal cernées et par conséquent ne peuvent être chiffrées par les moyens de gestion comptable.

II.3.3. Obstacles humains

Une politique suppose un effort de formation et d'informations pluridisciplinaires pour pouvoir :
Adopter une structuration spécifique et adaptée.

Développer les méthodes d'analyse de fiabilité qualitative (AMDEC...) et quantitative (MTBF et MTTR)

II.3.4. Obstacles techniques

Ils sont généralement proches des limites de la recherche scientifique appliquée notamment :
Manque de données chiffrées sur les taux de défaillance parce que les lois statistiques utilisées sont complexes
mauvaise appréhension des systèmes
manque de surveillance intelligente.

La disponibilité peut se mesurer :

A un instant donné (disponibilité instantanée) sur un intervalle de temps (disponibilité moyenne)

A la limite, si elle existe, de la disponibilité instantanée lorsque $t \rightarrow \infty$ (disponibilité asymptotique)

Disponibilité moyenne si les temps sont cumulés :

Temps de disponibilité

$$D_{\text{moy}} = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \text{Temps d'indisponibilité}}$$

Temps de disponibilité + Temps d'indisponibilité

Le cas particulier est la disponibilité intrinsèque si l'on considère la moyenne des temps :

M.T.B.F.

$$D'_{\text{Int.}} = \frac{\text{M.T.B.F.}}{\text{M.T.B.F.} + \text{M.T.T.R.}}$$

M.T.B.F. + M.T.T.R.

Si l'on ajoute la moyenne des temps logistiques (M.T.L.) à la disponibilité intrinsèque, on obtient la disponibilité opérationnelle :

M.T.B.F.

$$D_{\text{oper.}} = \frac{\text{M.T.B.F.}}{\text{M.T.B.F.} + \text{M.T.T.R.} + \text{M.T.L.}}$$

M.T.B.F. + M.T.T.R. + M.T.L.

Exemple : Une pompe industrielle ayant fonctionné pendant 10000 heures avec 7 pannes dont les durées étaient : 5 ; 2,5 ; 7 ; 11 ; 1,5 ; 36 ; 2,5 heures.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Somme des temps de bon fonctionnement entre les 7 défaillances}}{\text{Nombre des temps de bon fonctionnement}}$$

$$\text{MTBF} = \frac{10000 - (5 + 2,5 + 7 + 11 + 1,5 + 36 + 2,5)}{7} = \frac{9934,5}{7} = 1419,21$$

CHAPITRE III

AMDEC : METHODE UTILISEE POUR

ETABLIR UN DIAGNOSTIC

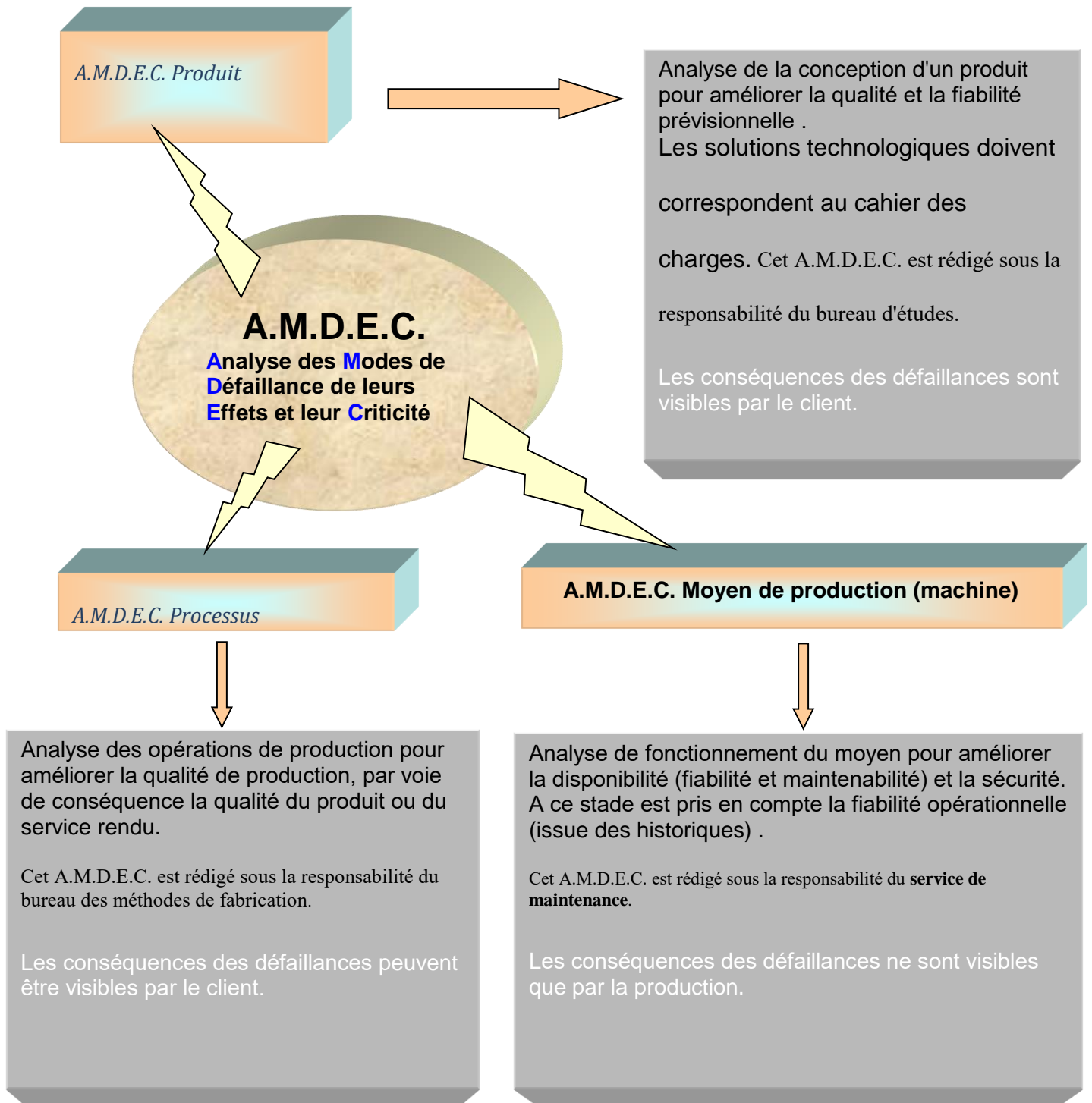
AMDEC :méthode utilisée pour établir un diagnostic

C'est un outil d'analyse qui permet de construire la qualité des produits fabriqués ou des services rendus et favorise la maîtrise de la fiabilité en vue d'abaisser le coût global.

Etablie en équipe, menée à différents niveaux d'avancement, elle permet de définir les priorités d'action par la confrontation des opinions. Elle est applicable :

- A un produit : AMDEC produit,
- A un processus : AMDEC processus,
- A un système de production : AMDEC moyen de production.

Nous allons nous intéresser à l'**AMDEC "moyen de production"**



III.1. L'A.M.D.E.C. " MOYEN DE PRODUCTION "

III.1.1 .OBJECTIFS DE L'AMDEC

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires.

- ❖ L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité maximale.

Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- ✓ Analyser les conséquences des défaillances,
- ✓ Identifier les modes de défaillances,
- ✓ Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection,
- ✓ Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance,
- ✓ Classer les modes de défaillance,
- ✓ Etablir des échelles de signification et de probabilité de défaillance.

III.1.2. MISE EN ŒUVRE

Constituer : un groupe de travail pluridisciplinaire (production, maintenance),

Définir : les limites de l'étude (objectif, délais, système),

Présenter : le système, son environnement et découper celui-ci en sous-ensembles fonctionnels,

Recenser : les modes de défaillances,

Rechercher : les causes de défaillances ,

Etudier : les effets de chaque défaillance et les conséquences les plus probables sur le système,

Recenser : les moyens de détection existants.

CONCLUSION

L'A.M.D.E.C. " Moyen de production " par l'analyse des pannes, la fréquence d'apparition et les temps d'arrêt favorise :

*La mise en place des plans de maintenance préventive
L'organisation et la réalisation des actions de maintenance
Améliore les conditions d'intervention*

III.1.3. LES MODES DE DEFAILLANCE

C'est la manière dont un système vient à ne pas fonctionner.

Il est relatif à la fonction de chaque élément.

Une fonction a 4 façons de ne pas être correctement effectuée :

Plus de fonction : la fonction cesse de se réaliser,

Pas de fonction : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite,

Fonction dégradée : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances

Fonction intempestive : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

<i>Modes de défaillances</i>	<i>Composants électriques et électromécaniques</i>	<i>Composants hydrauliques</i>	<i>Composants mécaniques</i>
<i>Plus de fonction</i>	- composant défectueux	- composant défectueux - circuit coupé ou bouché	- rupture - blocage, grippage
<i>Pas de fonction</i>	- composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés	- connexions / raccords débranchés	
<i>Fonction dégradée</i>	- dérive des caractéristiques	- mauvaise étanchéité - usure	- désolidarisation - jeu
<i>Fonction intempestive</i>	- perturbations (parasites)	- perturbations (coups de bélier)	

III.1.4. LES CAUSES DE DEFAILLANCE

Il existe 4 types de causes amenant le mode de défaillance :

Causes internes au matériel,

Causes externes au matériel : matériel en amont,

Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation,

Causes externes dues à la main d'œuvre.

Causes de défaillance	Composants électriques et électromécaniques	Composants hydrauliques	Composants mécaniques
Causes internes matériel	<ul style="list-style-type: none"> - vieillissement - fatigue des composants 	<ul style="list-style-type: none"> - vieillissement - colmatage - fuites 	<ul style="list-style-type: none"> - contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface
<i>Causes externes milieu exploitation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - pollution (poussière, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites - perturbations électromagnétiques, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier 	<ul style="list-style-type: none"> - température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs
<i>Causes externes Main d'œuvre</i>	<ul style="list-style-type: none"> - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> - conception - fabrication (pour les composants fabriqués) - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation

III.1.5. CRITICITE DES CONSEQUENCES

La criticité est en fait la **gravité des conséquences** de la défaillance, déterminée par calcul

F : Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.

D : Fréquence de non-détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

G : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

Chaque critère comporte 4 niveaux de gravité notés de 1 à 4.

C ou I.P.R. : Evaluation de la criticité : elle est exprimée par l'Indice de Priorité des Risques.

Si I.P.R. ≤ 12 Rien à signaler

Si $12 < \text{I.P.R.} < 18$ Surveillance accrue à envisager, valeur à la limite de l'acceptable

Si I.P.R. ≥ 18 Mise en place d'actions permettant de corriger donc d'améliorer le moyen ou l'installation utilisé

La valeur relative des criticités des différentes défaillances permet de planifier les recherches en commençant par celles qui ont la criticité la plus élevée.

$$C = F \times D \times G$$

III.1.6. PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS

La réduction de l'I.P.R. (C) peut se faire par modification technique, par le changement de la méthode de maintenance appliquée et / ou par la mise en place de documents relatifs aux modes opératoires, aux procédures,...

Un plan d'action sera établi pour fixer des priorités par rapport aux améliorations proposées. Des critères économiques sont à prendre en compte pour hiérarchiser.

III.1.7. EXEMPLE D'A.M.D.E.C

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE												
Système : SYSTEME DE GRAISSAGE DE MACHINE OUTIL Sous-système : POMPAGE DE LUBRIFIANT		Phase de fonctionnement : MACHINE NORMALE		Date de l'analyse :			Action corrective					
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité						
						F	G	N		C		
Moteur	Entrainer la pompe	Pas de rotation	Pas d'alimentation	Arrêt machine mano*		1	2	4	8			
			Absence de commande	Arrêt machine mano*		2	2	4	16	MPS : contrôle contacteur		
			Moteur HS	Arrêt machine mano*		1	4	3	16	12	PR : moteur	
			Erreur de câblage	Arrêt machine mano*		1	2	4	8	4	D : consigne opérateur de maintenance	
Crépine d'aspiration	Filtrer le lubrifiant	Colmatage partiel ou total Mauvais filtage	Présence d'impuretés diverses au remolissage	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	3	3	9	MR : grille sur bouchon de remplissage		
			Détérioration crépine	Usure pompe			1	2	3	6		
			Rupture accouplement	Arrêt machine mano*			1	4	3	16	12	PR : accouplement
			Rupture interne / blocage	machine mano* + détériorati			1	4	3	16	12	PR : installer
Pompe	Débiter le lubrifiant sous pression	Débit insuffisant	Usure interne	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	2	16	8	MPT : vérifier montée en pression	
			Lubrifiant non conforme	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	2	16	8	D : formation opérateur	
			Impureté dues à l'usure	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	4	3	12		MPT : vérifier montée en pression	
			Raccords desserrés par vibrations / joints défectueux	Arrêt machine mano*	Visuel (manomètre)	1	3	4	12		MPA : resserrer les raccords PR : joints, raccords,	

* Cet arrêt machine est commandé par le mano-contact si la pression dans le circuit primaire est insuffisante à la fin du cycle de graissage.

- Légende**
D : divers
MPT : maintenance préventive trimestrielle
MPS : maintenance préventive semestrielle
MPA : maintenance préventive annuelle
MR : modification à réaliser
PR : pièce de rechange

III.2. Principaux concepts de sécurité

III.2.1. Notion de système

Plusieurs définitions ont été proposées pour le mot système. La plus générale considère un système comme : "*un objet doté de finalité qui, dans un environnement, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité*". Un système peut être vu comme :

- Quelque chose (n'importe quoi présumé identifiable),
- Qui fait quelque chose (activité, fonctionnement),
- Dans quelque chose (environnement),
- Pour quelque chose (finalité, projet),
- Par quelque chose (structure = support de l'activité),
- Et qui se transforme dans le temps (évolution).

III.2.2. Notion de danger

Le danger désigne une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux biens (détérioration ou destruction), à l'environnement, ou aux personnes. Les dangers peuvent avoir une incidence directe sur les personnes, par des blessures physiques ou des troubles de la santé, ou indirecte, au travers de dégâts subis par les biens ou l'environnement.

Selon la norme OHSAS 18001: "*un danger est une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments*". Les dangers liés à un système sont inhérents au fonctionnement ou au dysfonctionnement du système, soit extérieur au système.

Plusieurs auteurs et dictionnaires confondent le terme danger au terme risque, ce qui explique l'utilisation indifférente de ces deux termes par plusieurs personnes.

III.2.3. Notion de risque et de réduction du risque

Le risque peut être considéré comme une certaine quantification du danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement redouté à une estimation de la gravité de ses conséquences. Cette définition est proche de celle proposée par A. Villemeur, " *Le risque est une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences.*".

La définition suivante est rencontrée souvent pour caractériser le sens du mot risque : " *La combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et la gravité de ce dernier.*".

Le terme combinaison est généralement matérialisé par opération de multiplication, se qui nous permet la formulation suivante : $Risque (R) = Probabilité (P) \times Gravité (G)$.

La représentation graphique de cette relation est une droite ou une courbe décroissante. Elle dérive de la courbe dite de *Farmer* et permet d'illustrer la partition de l'espace du risque en deux sous-ensembles disjoints, correspondant respectivement au domaine du risque acceptable et à celui du risque inacceptable.

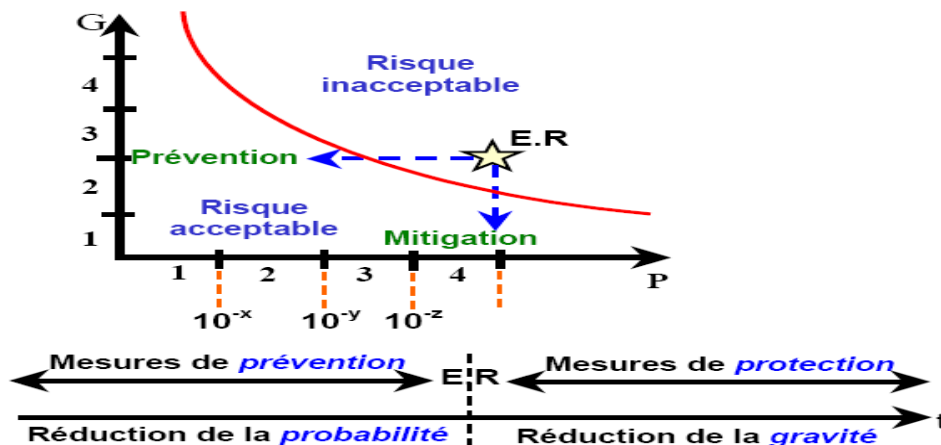


Figure III.2 : L'espace du risque.

Réduction du risque :

La réduction du risque doit être considérée dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable. Il s'agit d'identifier les barrières nécessaires pour ramener le niveau de risque des différents scénarios d'accidents, en agissant le plus en amont possible de leur développement (principe d'élimination à la source), à un niveau acceptable. La réduction du risque peut être obtenue de deux manières différentes.

- **La protection** : elle regroupe les mesures prises pour limiter les conséquences de la survenue d'un accident en diminuant ainsi sa gravité. Par exemple : une cuvette de rétention assurant le non épandage d'un liquide, un système d'extinction automatique permettant de réduire les effets d'un incendie, les plans de secours et les procédures d'urgence pouvant réduire largement les dommages susceptibles d'être occasionnés, etc.

- **La prévention** : elle a pour but la réduction de sa probabilité (ou fréquence) d'occurrence. La prévention désigne donc les mesures préalables mises en place pour empêcher la survenue d'un accident. Cela peut être assuré par une conception sûre de l'installation ou par l'ajout de systèmes assurant la sécurité de l'installation en cas de dérive. Ainsi, pour protéger une installation contre les surpressions, les mesures de prévention peuvent consister en une soupape de sécurité, un disque de rupture ou encore en un système automatique d'arrêt d'urgence.

Par ailleurs, les risques assumés, résiduels, doivent être contrôlés et gérés par :

- La sensibilisation et la communication sur ces risques. A ce titre, les exploitants sont tenus pour responsables et sont suspectés s'ils n'ont pas communiqué de manière suffisamment transparente sur les risques qui dépendent de leur autorité.
- Le maintien et le contrôle des mesures de réduction mises en place.
- La gestion financière et assurances.

III.2.4. Notion de sécurité

La sécurité est généralement définie par l'absence de phénomènes dangereux, de risque inacceptable, d'accident ou de situations catastrophiques. D'après le guide (ISO/CEI 7), la sécurité est " *l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement.* " .

La sécurité d'un système peut être définie en termes d'aptitude, les deux définitions suivantes précisent cet aspect : " *La sécurité d'un système est son aptitude à fonctionner ou à dysfonctionner sans engendrer d'événement redouté à l'encontre de lui-même et de son environnement, notamment humain.*", Et " *La sécurité est l'aptitude d'une entité à éviter de faire apparaître, dans des conditions données, des événements critiques ou catastrophiques.* " .

Dans le cadre des systèmes industriels, la sécurité consiste à mettre en œuvre des moyens évitant l'apparition de dangers. Elle s'énonce par l'absence de risque inacceptable.

III.2.5. Sécurité fonctionnelle

La sécurité fonctionnelle a pour objet de contrôler les risques inacceptables qui pourraient provoquer des accidents dangereux. Elle couvre les systèmes mettant en œuvre des solutions de protection appliquées dans plusieurs domaines mécanique, électrique, électronique, électronique programmable, hydraulique, optique, . . .

La norme CEI 61508 dans sa partie 4 définit la *sécurité fonctionnelle* comme un sous ensemble de la sécurité globale qui se rapporte au système commandé (*EUC, Equipement Under Control*) et qui dépend du fonctionnement correct du système électrique, électronique programmable E/EP relatif à la sécurité, des systèmes relatifs à la sécurité basées sur une autre technologie et des dispositifs externes de réduction de risque.

La norme CEI 61511 définit la sécurité fonctionnelle comme un sous-ensemble de la sécurité globale qui se rapporte au processus et au système de commande de processus de base (BPCS, Base Process Control System) et qui dépend du fonctionnement correct du système instrumenté de sécurité et

d'autres couches de protection. Ce terme diffère de la définition donnée par la CEI 61508-4 pour refléter les différences dans la terminologie du domaine des processus .

III.2.6. Mesures de sécurité :

La sécurité dans le département mécanique fait l'objet de mesure que l'on retrouve dans les Catégories suivantes :

Précautions personnelles

Fixation des pièces et machine outils....

Il serait difficile d'énumérer dans le toutes les règles de sécurité concernant pratiques dangereuses mais sur va essayer tout de même de présenter les règles générales

1) Précautions Personnelles

- ❖ Il faut enlever les foulards et les gans.
- ❖ Il faut relever les manches jusqu'aux coudes.
- ❖ Elever les montres, les bracelets et les bagues.
- ❖ Un flet ou casque doit retenir les cheveux longs.
- ❖ Lors du rangement des outils, on doit éviter un contact fortuit avec une partie tranchante où pointue.
- ❖ Le port de verres protecteurs est obligatoire pour travailler sur les machines-outils.
- ❖ Un outil en mauvais état est une source d'accident, maintenez-les en bon état.
- ❖ Utiliser l'outil qui convient le mieux au travail que vous devez réaliser.
- ❖ Il ne faut jamais mettre dans les poches des outils coupants ou piquants.
- ❖ L'emmanchement des outils ainsi que leur état seront toujours vérifiés avant l'utilisation.
- ❖ Un outil qui tombe pendant les travaux en hauteur peut provoquer un accident.
- ❖ Ne jamais soulever une charge plus lourde que celle indiquée sur l'appareil de levage.
- ❖ Le transport du personnel est strictement interdit sur les engins sur de manutention Mécanique.
- ❖ Il faut s'assurer du bon état des câbles métalliques, chaines, cordages et élingues avant leur utilisation.

2) Dispositifs des pièces et machines-outils

Vous devez connaître la machine et vous préserver de ses dangers en utilisant

Chaque fois Les dispositifs et matériels de sécurité.

- ❖ Veillez bien ce que les transmissions soient en fermées dans des protecteurs.
- ❖ Il ne faut jamais graisser un engrenage pendant la marche ou remonter une courroie en marche.
- ❖ Il ne faut jamais procéder des réglages ou modifications de l'appareillage mécanique ou électrique sans y être spécialement invité.
- ❖ Il ne faut jamais évacuer les copeaux à main nue et sans crochet et balayette.
- ❖ Il faut toujours respecter les vitesses de rotation décrites sur les machines.
- ❖ Avant d'exécuter un travail sur une pièce, il faut la débarrasser de ses bavures des arrêtes à l'aide d'une chaux.
- ❖ Il faut demander l'aide de quelqu'un pour soulever les objets lourds.
- ❖ Il faut s'assurer que la pièce est bien fixée dans l'étau ou à la table de machine
- ❖ Si on utilise des dispositifs de serrage pour fixer une pièce il faut que les boulons soient le plus près possible d'elle.
- ❖ Toutes les pièces doivent être correctement installées avant de remettre une machine en marche.
- ❖ Utiliser des clés nécessaires pour serrer ou desserrer un écrou ou un boulon.
- ❖ Tirer sur une clé offre plus de sécurité que la pousser.
- ❖ Enlever la clé du mandrin avant de mettre en marche.

III.2.7. Recommandations

La documentation représente la colonne vertébrale d'un bureau de maintenance, parce que sans elle, aucune action ne peut être effectuée par les responsables de maintenance et d'exploitation.

On recommande de :

- ❖ Demander des constructeurs ou bien de rétablir un DTE (dossier technique de l'équipement)

De chaque machine-outil qui contient :

- Fiche descriptif
- Fiche technique complétée (Plan d'ensemble, Schéma de principe, Schémas fonctionnels Et techniques).
- Dossier opérationnel complet (Instructions d'installation, Instructions d'utilisation, instructions de réglage, Instructions de maintenance, prescriptions relatives la présentation, au contenu et la tenue jour des instructions de maintenance, catalogue des pièces détachées, instructions pour les modifications)
- ❖ Etablir un dossier historique afin d'assurer la traçabilité 'dans le temps de tous les évènements qui sont apparus pendant sa vie opérationnelle

III. 2.8. Les différentes fiches d'enregistrement

	Fiche
01	Demande d'intervention
02	Ordre de travail
03	Demande d'approvisionnement
04	Bon de sortie de magasin
05	Bon de commande
06	Demande d'achat
07	Mise en place des indicateurs de performance
08	Check-List

III.3. Partie pratique:

1) FICHE HISTORIQUE DES MACHINES

<u>FICHE HISTORIQUE</u>		Département de maintenance
Désignation d'équipement :	Année de fabrication:	Nbr fabrication:
Nom et Adresse du constructeur:	Valeur d'équipement :	Code:
Date de l'étude:	Date de la mise en service:	
Date de commande :	Lien d'implantation :	
Date de réception :	Nbr de commande :	
Date des essais :	Nbr des essais :	
MODIFICATION		
Date	Désignation et nbr de plans	Responsable
<p><u>Observations :</u></p>		

FICHE DE LUBRIFICATION

<u>FICHE DE LUBRIFICATION</u>		Département de maintenance		
Désignation d'équipement :		Code:		
Programme de lubrification				
Période	Organes	Lubrifiant		Méthodes
		Type	Quantité	
	<u>Observations :</u>			

2) RAPPORT CIRCONSTANCIEL

Département de mécanique

RAPPORT CIRCONSTANCIEL

Adressé au directeur de l'institut Mr :.....

Nous vous informons qu'un accident est survenu sur un équipement de votre Institut. Veiller prendre les mesures nécessaires.

Atelier :

machine :

Code :

Organe avarie :

Description de l'incident :

Dégâts constatés :

Conclusion :

3) INTERVENTIONS CURATIVES ET PREVENTIVES

Département de maintenance

Organes et points à examen	Object de l'examen contrôle à effecteur	Anomalies constatées observation	Suite à donner PDR à remplacer

4) NOMENCLATURE DES EQUIPEMENTS:

Machine : Type :

Nbr de fabrication : Code :

Fournisseur :

Fabricant :

Pays d'origine :

Année de fabrication :

Date de mise en service :

Valeur : En DA :

En monnaies de paiement :

Observation :

CONCLUSION GENERALE

Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) avec le coût le plus bas. Pour minimiser ce coût, on fabrique plus vite et sans interruption des produits sans défauts afin d'atteindre la production maximale par unité de temps.

De plus, produire plus sous-entend produire sans ralentissements, ni arrêts. Pour cela, le système de production ne doit subir qu'un nombre minimum de temps de non production.

Exceptés les arrêts inévitables dus à la production elle-même (nouvelle gamme de production, température excessive, etc.), les machines ne doivent jamais (ou presque) connaître de défaillances tout en fonctionnant à un régime permettant un rendement maximal.

Cet objectif est un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit de maintenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction. Connaître les points forts et les faiblesses de l'entreprise en matière de maintenance est l'objet de ce travail.

D'après l'analyse de la fonction maintenance, on déduit que les points faibles ont une influence directe sur la maintenance au sein de l'entreprise. Donc il faut des démarches pour gérer et améliorer cette fonction.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ FRANCOIS MONCHY et JEAN-PIERRE VERNIER : maintenance
(Méthode et organisation). Dunod , 2010
- ❖ ZIANI ; Cours : Fiabilité, comportementales. ENST-Dergana 2013 /2014
- ❖ Documentation d'une entreprise évoluer
- ❖ BERNARD MACHINE : Maintenance, concepts et définitions. Centre français'
D'exploitation.
- ❖ Ameer soualem, chapitre 2: Etude de la performance par Analyse
d'huile Cas : compresseur à piston SULZER ,

Résumé

La maintenance joue un rôle important et important dans l'allongement de la durée de vie des machines et des équipements dans les établissements industriels, ce qui réduirait les coûts de production de ces établissements. Le service de maintenance a également des plans et des programmes pour effectuer les travaux de maintenance selon des calendriers spécifiques et spécifiés pour la maintenance des équipements et des machines sur lesquels reposent les usines et les établissements de production. Le service de maintenance et son suivi des systèmes modernes et innovants dans la mise en œuvre des plans et programmes suivis réduiraient les coûts de production et augmenteraient les profits de ces établissements industriels, et le chercheur dans cette recherche a étudié certaines des techniques modernes utilisées dans la gestion de la maintenance et comment en tirer profit.

Mots clés: maintenance, machines, production.

ملخص

تلعب الصيانة دورا مهما وهاما في إطالة عمر خدمة الآلات والمعدات في المنشآت الصناعية، مما يقلل من تكاليف الإنتاج لهذه المنشآت. كما أن قسم الصيانة لديه خطط وبرامج للقيام بأعمال الصيانة وفقا لجداول زمنية محددة ومحددة لصيانة المعدات والآلات التي تقوم عليها المصانع والمنشآت الإنتاجية. إن خدمة الصيانة ومراقبتها للأنظمة الحديثة والمبتكرة في تنفيذ الخطط والبرامج المتبعة من شأنها أن تقلل من تكاليف الإنتاج وتزيد من أرباح هذه المنشآت الصناعية، وقد درس الباحث في هذا البحث بعض التقنيات الحديثة المستخدمة في إدارة الصيانة وكيفية الاستفادة منها.

الكلمات المفتاحية: الصيانة، الآلات، الإنتاج.