



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



جامعة وهران 2 محمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
Filière : *Maintenance En Instrumentation*
Spécialité : *Mesure-Analyse-Qualité*

Thème

Organisation de la maintenance dans une usine de fabrication de carton ondulé

Présenté et soutenu publiquement par
Hassaine Safia
Bakchour Sara

Devant le jury composé de

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
AISSANI Nassima	MCB	IMSI	Présidente
TARI Nouria	MAA	IMSI	Encadreur
AOUIMER Yamina	MA A	IMSI	Examinatrice

Juin 2016

Dédicace

Après avoir rendu grâce à DIEU LE TOUT PUISSANT,

Nous dédions ce modeste travail à

Nos chers parents

Nos frères et sœurs

Ainsi qu'à tous ceux qui nous sont chers.



Dédicace

*En premier lieu, je remercie le bon Dieu qui m'a aidé,
A mon père et ma mère qui ont sacrifié toute leur vie pour moi, mon frère et
ma sœur.
A toute ma famille*



Remerciement

*Nous tenons à exprimer vivement notre gratitude et notre reconnaissance à notre encadreur Mme **Tari Nouria** pour son encadrement et son soutien tout en long de ce travail nous offrant ainsi la possibilité de mener à bien ce mémoire.*

*Nous tenons aussi à remercier Mr **Ben ayed Ahmed** directeur de l'**IMSI**, institut de maintenance et sécurité industrielle auquel nous devons beaucoup.*

*Nous remercions également Mme **Aissani Nassima** maître de conférences à l'institut de maintenance et sécurité industrielle d'avoir accepté de présider le jury. Nous adressons nos remerciements à Mme **Aouimer Yamina** maitre assistante à l'institut de maintenance et sécurité industrielle d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Nous remercions tous les membres de l'équipe instrumentation pour leurs précieux conseils
Et leur aide.*

*Nous remercions la direction technique de Maghreb-Emballage de nous avoir
Permis d'effectuer une visite guidée de l'entreprise et de nous permet de suivre des opérations de
maintenance préventive et corrective.*

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

*Nous soulignons enfin
L'appui moral et le support que les membres de notre famille nous ont assuré tout au long de ce projet.*

Résumé

L'objectif du travail réalisé dans ce mémoire consiste à mettre en évidence la grande importance de la maintenance dans l'industrie en général et au niveau de la société Maghreb-Emballage en particulier. Ceci en menant une étude scrupuleuse du service maintenance de cette entreprise qui est un des leaders d'emballage dans notre pays. Assurant la fabrication du carton ondulé réservé à la production des caisses d'emballage, cette société dispose d'une chaîne de production assez complexe qui nécessite un très bon entretien pour assurer une très bonne productivité, critère capital pour maintenir la compétitivité de l'entreprise. D'où le besoin de disposer d'un service de maintenance très efficace, permettant à la fois d'éviter les arrêts dus aux défaillances et pannes, et la dégradation du fonctionnement des différents équipements due à l'usure et au mauvais entretien. Ceci justifie pleinement le choix de la société d'adopter une politique mixte associant les deux méthodes préventive et corrective, combinant ainsi les techniques et outils de ces deux approches, et bénéficiant de ce fait des avantages offerts par chacune. C'est dans ce contexte, qu'apparaît clairement l'importance capitale que revêtent le bon choix de la politique de maintenance et la bonne organisation de cette fonction à assurer la bonne qualité de la maintenance au sein d'une entreprise.

Abstract

The objective of this work is to highlight the importance of maintenance in industry in general and in the company Maghreb-Emballage in particular. This is by carrying a detailed study of the maintenance department of this company which is one of packaging leaders in our country. Ensuring the manufacture of corrugated board reserved for the production of packing cases, this company has a fairly complex production chain that requires a great maintain to ensure excellent productivity, a capital criterion to maintain the company's competitiveness. Hence the need of a highly effective maintenance service, allowing both to avoid shutdowns due to failures and breakdowns, and the degradation of operation of various equipment due to wear and poor maintenance. This fully justifies the choice of the company to adopt a mixed policy associating the two preventive and corrective methods, combining the techniques and tools of both approaches, and benefiting from this fact of the benefits of each. It is in this context that appears clearly the crucial importance of the right choice of the maintenance policy and the good organization of this function to ensure good quality of maintenance within a company.

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma synoptique d'une maintenance centralisée.....	4
Figure I.2 : Gestion des stocks et pièces de rechange.....	5
Figure II.1 : Les méthodes de maintenance.....	15
Figure III.1 : Les méthodes, événements déclencheur et les actions	25
Figure III.2 : Courbe en baignoire présente la Durée.....	29
Figure III.3 : Détermination de la vie d'un matériel.....	30
Figure III.4 : les méthodes de maintenance selon la norme NF X 60-000.....	32
Figure III.5 : organisation des différents types de maintenance.....	33
Figure III.6 : Les divers types d'intervention de la maintenance systématique.....	36
Figure III.7 : Effet d'une bonne maintenance préventive.....	40
Figure III.8 : Procédure d'intervention corrective.....	40
Figure III.9 : Amélioration de la gestion des stocks.....	43
Figure IV.1 : L'entreprise Maghreb-emballage.....	45
Figure IV.2 : organigramme de Maghreb Emballage.....	47
Figure IV.3 : Les nombreuses formes de carton ondulé.....	49
Figure IV.4 : Parc machines.....	50
Figure IV.5 : Machines de transformation de carton (Case Maker).....	51
Figure IV.6 : Organisation de la fonction maintenance à Maghreb Emballage.....	51
Figure IV.7 : Présentation de toute la liste des demandes d'intervention.....	52
Figure IV.8 : Liste des demandes d'intervention en attente de validation par la hiérarchie.....	52
Figure IV.9 : Liste des demandes d'intervention validées.....	53
Figure IV.10 : Liste des demandes d'intervention rejetées.....	53
Figure IV.11 : Modèle d'un formulaire de demande d'intervention.....	54
Figure IV.12 : Liste de tous les ordres de travail (OT).....	54
Figure IV.13 : La visualisation de l'état du stock.....	55
Figure IV.14 : Vue partielle du magasin de pièces de rechange.....	55
Figure IV.15 : Organigramme pour la résolution d'une défaillance.....	56
Figure IV.16 : Première liste du plan des actions préventives.....	63
Figure IV.17 : Deuxième liste du plan des actions préventives.....	63

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Entretien et maintenance.....	8
Tableau IV.1: Des pannes courantes et les remèdes.....	57
Tableau IV.2: Les outils de surveillance.....	60
Tableau IV.3 : Comparaison des méthodes de maintenance	61

Liste des abréviations

AFNOR : L'Association française de normalisation

GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.

GPAO : Gestion de production assistée par ordinateur

KPI : Key Performance Indicators

REX : Retour d'Expérience

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité

TBF : Temps de bon fonctionnement

MTTR: Mean Time To Repair

MTBF: Mean Time Between Failure

SAV : Service après-vente

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I - Le service maintenance au sein de l'entreprise	
I.1 – Introduction	3
I.2 – Situation dans l'entreprise	3
I.2.1 – La centralisation	4
I.2.2 – Relations entre maintenance fonctions de l'entreprise	4
I.2.3 – La décentralisation	6
I.3 – Domaines d'action du service maintenance	7
I.4 – Entretien et maintenance	7
I.4.1 – Entretien : Définition	7
I.4.2 – Maintenance : Définition	7
I.4.3 – Panne : Définition	8
I.4.4 – Types de panne	9
I.4.5 – Durée de panne	9
I.4.6 – Dépannage	10
I.4.7 – Réparation	10
I.5 – Importance de la maintenance et types d'entreprise	10
I.6 – Le responsable maintenance	11
I.7 – Fonctions et taches associées à la maintenance	11
I.7.1 – Études et méthodes	11
I.7.2 – Exécution / Mise en œuvre	12
I.7.3 – La fonction documentation et ressources	12

I.8 – Conclusion.....	13
-----------------------	----

Chapitre II - Les différentes formes de maintenance

II.1 – Introduction.....	14
--------------------------	----

II.2 – Les concepts.....	14
--------------------------	----

II.3 – Les méthodes.....	14
--------------------------	----

II.4 – Les opérations de maintenance.....	15
---	----

II.4.1 – Les opérations de maintenance corrective.....	15
--	----

II.4.2 – Les opérations de maintenance préventive.....	16
--	----

II.4.3 – Autres opérations.....	16
---------------------------------	----

II.4.4 – Dossier technique de la maintenance.....	17
---	----

II.5 – Niveaux de maintenance.....	18
------------------------------------	----

II.5.1 – Premier Niveau de maintenance.....	18
---	----

II.5.2 – Deuxième niveau de maintenance.....	19
--	----

II.5.3 – Troisième niveau de maintenance.....	20
---	----

II.5.4 – Quatrième niveau de maintenance.....	20
---	----

II.5.5 – Cinquième niveau de maintenance.....	21
---	----

II.6 - Les outils de la maintenance.....	22
--	----

II.6.1 – Les outils mathématiques.....	22
--	----

II.6.2 – Les outils organisationnels.....	22
---	----

II.6.3 – Les outils informatiques.....	22
--	----

II.7 – Contrôler la maintenance.....	23
--------------------------------------	----

II.7.1 – Points de contrôle de la maintenance.....	23
--	----

II.8 – Conclusion.....	23
------------------------	----

Chapitre III - L'organisation de la maintenance

III.1 – Introduction.....	24
III.2 – Les objectifs de la maintenance.....	24
III.3 – Approche de la maintenance.....	26
III.3.1 – Définition.....	26
III.3.2 – Maintenabilité : Définition.....	26
III.3.3 – Disponibilité : Définition.....	27
III.3.4 – Fiabilité des équipements.....	28
III.3.5 – Dure de vie, courbe en baignoire.....	28
III.3.6 – Calcul de la moyenne des temps de bon fonctionnement.....	29
III.3.7 – Détermination de la vie d'un matériel.....	29
III.4 – Les méthodes de maintenance.....	30
III.4.1 – Maintenance corrective, définitions.....	30
III.4.2 – Formes de maintenance corrective.....	33
III.4.3 – Maintenance curative.....	34
III.4.4 – Maintenance préventive.....	35
III.4.5 – But de la maintenance préventive.....	35
III.4.6 – Maintenance préventive systématique.....	35
III.4.7 – Maintenance systématique et types d'intervention.....	36
III.4.8 – Avantages et inconvénients de la maintenance systématique.....	38
III.4.9 – Maintenance préventive conditionnelle.....	38
III.4.10 – Maintenance préventive prévisionnelle.....	39
III.5 – La gestion des intervenants.....	40
III.6 – Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur.....	42
III.6.1 – Définition de la GMAO.....	42

III.6.2 – Approvisionnements et les stocks.....	43
III.6.3 – Mise en place de la GMAO.....	43
III.6.4 – Différentes structures et adoption de la GMAO.....	44
III.6.5 – Conclusion sur la GMAO.....	43
III.7 – Conclusion.....	44
Chapitre IV - Application pratique : Mise en application et la gestion de la maintenance dans une entreprise de fabrication de carton ondulé	
IV.1 – Introduction.....	45
IV.2 – Présentation de la société Maghreb emballage.....	45
IV.2.1 – Rappel historique de Maghreb emballage.....	45
IV.2.2 – Domaines d’activités	46
IV.3 – Organisation de l’entreprise Maghreb-Emballage.....	46
IV.3.1 – Organigramme de Maghreb-Emballage.....	47
IV.4 – Le carton ondulé.....	48
IV.5 – Rappel historique sur le carton ondulé.....	48
IV.6 – Processus de fabrication du carton ondulé.....	49
IV.7 – Utilisation du carton ondulé.....	50
IV.8 – Parc machines.....	50
IV.9 – Service maintenance.....	51
IV.10 – Gestion de la maintenance à Maghreb-Emballage.....	52
IV.10.1 – Demande d’intervention.....	52
IV.10.2 – Présentation des ordres de travail (OT).....	54
IV.10.3 – Visualisation de l’état du stock.....	55
IV.11 – Méthodologie pour la résolution des défaillances.....	55
IV.11.1 – Diagramme pour la résolution d’une défaillance.....	55

IV.11.2 – Méthodologie pour résoudre les défaillances.....	56
IV.11.3 – Tableaux des pannes courantes et les remèdes.....	57
IV.11.4 – Description des étapes du dépannage.....	57
IV.11.5 – Tableau des outils de surveillance.....	58
IV.11.6 – Tableau de comparaison des méthodes de maintenance.....	60
IV.11.7 – Organisation d’une intervention pour le dépannage.....	61
IV.11.8 – Organisation d’une intervention pour la réparation.....	62
IV.11.9 – Maintenance préventive conditionnelle.....	62
IV.12 – Conclusion.....	64
Conclusion générale.....	65
Bibliographie	
Sitographie	
Annexes	

Bibliographie

[4] : G. Zwingelsten, « Diagnostic des défaillances », Hermes Science Publications - 01/06/1995

[11] : F.Monchy, J-P.Vernier, Livre MAINTENANCE « METHODES ET ORGANISATION »,
3^eédition

[13] : H.djamel, << Contribution à l'amélioration de la maintenance préventive des machines dynamiques dans l'industrie des hydrocarbures>>, Doctorat en Génie Mécanique, UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES ,2014

[14] : A. Rosa, << Contribution à la mise en œuvre d'une maintenance centralisée : Conception et Optimisation d'un Atelier de Maintenance>>, Automatique / Robotique. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2003. Français. <tel-00170432>

[15] : M. Chaouki, << Mise en place d'un système de gestion des documents au niveau des services de maintenance du MRE >>, MAGISTER, MRE (ATCX – MITTAL STEEL- ANNABA

Sitographie

- [1] : http://www.editions-ellipses.fr/PDF/9782729885243_extrait.pdf
- [2] : <http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/19524/ch02.html>
- [3] : http://www.ac-grenoble.fr/lycee/oiselet/bts/outils_de_maintenance/generalites_1.pdf
- [5] : <http://tpmattitude.fr/methodes.html>
- [6] : http://www.google.dz/search?rlz=1C1_____enDZ623DZ626&aq=f&sourceid=chrome&ie=UTF-8&q=Dossier+technique+de+la+maintenance
- [7] : <http://www.ingexpert.com/images/management-maintenance-industrielle-conseil-formation.pdf>
- [8] : <http://www.agroalimentaire-lr.com/sites/aria.choosit.eu/files/fichiers/documents/fiche-maintenance.pdf>
- [9] : <http://www.cegepshebrooke.qc.ca/~desjarfr/tmi/acrobat/Chapitre%206b>
- [10] : <http://www.technologuepro.com/maintenance-industrielle/chapitre-1-approche-de-la-maintenance-industrielle.pdf>
- [12] : <http://www.memoireonline.com/04/12/5647/Mise-en-place-dune-politique-de-maintenance-sur-les-equipements-peripheriques-entrant-dans-le.html>
- [16] : <http://www.jdbdx1.free.fr/Presentation%20GMAO.pdf>
- [17] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_maintenance_assistée_par_ordinateur#Secteurs_d.27activit%C3.A9_concern%C3.A9s
- [18] : <http://pamelard.electro.pagesperso-orange.fr/fichier%20pdf/maintenance/chap3%20la%20maintenance%20corrective%20prof%20.pdf>
- [19] : <http://fr.calameo.com/read/000757118fd4da3f65f8a>

Annexe 3

Rapport d'intervention

RAPPORT D'INTERVENTION		
DESIGNATION MACHINE TYPE :	NOM : ZONE :	MARQUE : BATIMENT :
NOM DE L'INTERVENANT :.....CLASSE :.....		
DATE	TEMPS ALLOUE 4 H	TEMPS PASSE
DEFAUTS CONSTATES OU TRAVAIL DEMANDE :		
CAUSES POSSIBLES 1. 2. 3. 4.	OPERATIONS <input type="checkbox"/> SECURITE <input type="checkbox"/> PNEU <input type="checkbox"/> HYDRAU <input type="checkbox"/> ELEC <input type="checkbox"/> MECANIQUE <input type="checkbox"/> PREVENTIF <input type="checkbox"/> CORRECTIF	
REPARATION OU INTERVENTION EFFECTUEE :		
OUTILLAGE UTILISE :		
CONCLUSION-SUGGESTIONS		

Annexe 4



MAGHREB EMBALLAGE

UNITE EL KERMA

SERVICE TECHNIQUE

Date :

MF N° :

Plan de maintenance 80 h et 100 MF

Travail à effectuer	Etat	Observations
Nettoyez la couronne dentée et le tube conducteur de l'accouplement au module à cylindres cannelés et graissez-les.		
graissez le logement du rouleau docteur, le logement du rouleau encolleur, le réglage de l'excentrique du rouleau docteur. (des deux côtés).		
Graissez les broches du réglage des barrages de colle (des deux côtés) à l'aide d'une spatule ou d'un pinceau.		
Graissez les barrages de colle.		
Contrôlez le niveau d'huile dans l'engrenage de l'entraînement principal et rajoutez de l'huile au besoin.		
Rincez les filtres d'eau et nettoyez les au besoin.		

Vérifiez le bon fonctionnement du fin de course pour le mouvement du tapis.		
Nettoyer les filtres aux ventilateurs de refroidissement, aux armoires électriques et aux pupitres de commande.		
Nettoyez les filtres au ventilateur de refroidissement du moteur d'entraînement principal.		
Contrôlez la pression différentielle de la vapeur des cylindres cannelés. Elle doit être de 2 bar minimum.		
Contrôlez la tension et l'usure des courroies du moteur d'entraînement principal.		
Contrôlez l'état extérieur et vérifiez l'intégrité des capteurs pour le contrôle de verrouillage.		
Contrôlez les boîtes de vapeur et les conduits de siphon des cylindres chauffants.		
Vérifiez la bonne fixation des prismes pour les modules à cylindres cannelés au bâti de la machine et aux modules et nettoyez-les		
Contrôlez l'état extérieur des interrupteurs de fin de course des barrages de colle.		
Contrôlez l'usure et le réglage des joints en laiton des cylindres cannelés.		
Vérifiez la souplesse et contrôlez l'usure du capteur des bords du régulateur du		

mouvement du tapis.		
---------------------	--	--

L'intervenant :

Aides :

***Soulte :** somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des biens échangés.

Introduction Générale

Participant à la recherche de la qualité totale et à la réduction des coûts, la maintenance industrielle est devenue une fonction stratégique dans toutes les entreprises dont la vocation est la production. La maintenance représente une activité essentielle au maintien de la production à un niveau satisfaisant.

Excepté les arrêts inévitables dus à la production elle-même (changements de gamme, montée en température, etc.), les machines ne doivent jamais (ou presque) connaître de défaillances tout en fonctionnant à un régime nominal.

Cet objectif est l'un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit d'entretenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction. L'objectif de toute entreprise industrielle est de gagner des parts de marché et d'arriver à satisfaire un plus grand nombre de consommateurs. L'atteinte de cette cible dans un environnement concurrentiel exige une production de meilleure qualité avec la maîtrise des coûts. La maintenance industrielle est l'ensemble des actions permettant de surveiller et de réparer l'équipement pour atteindre des objectifs précis dans un souci d'efficacité économique.

L'organisation de la fonction maintenance est d'une importance capitale et doit reposer sur des principes solides visant à la pérennisation et au bon fonctionnement de l'outil de production. La référence aux normes de maintenance démontre, l'immense intérêt d'associer la normalisation à tous les acteurs concernés par la maintenance : industriels producteurs, entreprises de services en maintenance et enseignants. Les normes constituent un référentiel indispensable pour élaborer un enseignement adapté aux besoins des industriels.

L'objectif est la maîtrise technique et économique des systèmes productifs de façon durable qui devienne de plus en plus complexe et représente l'enjeu industriel des décennies futures.

La performance industrielle passe aujourd'hui par une convergence d'objectif entre la production et la maintenance : accroître la capacité de réponse de l'entreprise, donc de l'outil de production, en termes de quantité, de qualité, de coûts et de délais.

C'est la raison pour laquelle la première partie de ce rapport est dédiée à l'état des lieux de l'organisation de la fonction maintenance accompagné de propositions d'améliorations.

La seconde partie est dédiée à une analyse des coûts de maintenance. En effet, une analyse de ce type doit permettre à tout responsable de maintenance de s'orienter vers des choix stratégiques primordiaux.

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. Du point de vue maintenance, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations. La fonction maintenance sera alors amenée à établir des prévisions à longs termes, à moyens termes et, à courts termes.

L'objectif de notre travail est d'effectuer un diagnostic du processus d'organisation de la maintenance afin d'élaborer une nouvelle organisation en s'intéressant particulièrement à la fonction technique et à la fonction de gestion. Cette nouvelle organisation nous permettra de rendre notre système de production robuste et performant à tout instant.

Ce mémoire s'articulera autour de quatre chapitres, précédés par la présente introduction et finalisés par une conclusion générale.

Le premier chapitre est consacré à la description du service maintenance au sein d'une entreprise de production de carton ondulé destiné à l'emballage, les concepts de la maintenance, les différents types de maintenance ainsi que les niveaux d'intervention sont largement détaillés.

Le deuxième chapitre traite une synthèse bibliographique des méthodes de maintenance, nous rappellerons leurs définitions, leurs types, les processus d'application. Toutes ces méthodes servent à assurer une meilleure protection pour l'équipement le long de sa durée de vie. Nous présentons en particulier les définitions de base.

Dans le troisième chapitre nous parlerons des actions d'organisation qui ont pour but d'améliorer les performances des services de maintenance en termes de réactivité, productivité, qualité et rentabilité. Nous considérons plus particulièrement les deux fonctions : la fonction technique à caractère opérationnel et la fonction gestion à caractère fonctionnel.

Enfin dans le dernier chapitre et afin d'illustrer notre étude une application pratique est présentée en détail. Nous nous intéresserons en particulier à la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO).

On termine enfin par une conclusion générale sur notre travail et des perspectives d'avenir.

I.1 - Introduction

Le choix de la politique de maintenance optimale est celui qui minimise le coût de quatre composantes :

- Le coût de la maintenance préventive :

Coût des moyens à mettre en place en personnel, formation, documentation, outillages, instruments de mesure, bureaux, ateliers, stocks de pièces de rechange, coûts des interruptions de production pour faire la maintenance préventive.

- Le coût des interventions sur pannes :

Ce coût décroît en fonction des moyens programmés pour la prévention

- Le coût des interruptions de la production :

Ce coût augmente en parallèle avec le précédent

- Les coûts induits par la production réalisée avec des équipements proches de la panne ou manquant d'entretien.

La politique en vigueur dans l'entreprise doit tenir compte de la diversité des équipements à maintenir.

Des décisions importantes doivent être prises par l'entreprise pour gérer convenablement la maintenance on peut citer notamment :

- Que fait-on en interne et que sous traite -t- on ?
- Maintenance centralisée ou décentralisée ?
- Comment planifier les opérations de maintenance ?
- Stockage de pièces de rechange : Types et quantités des pièces

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

La maintenance est un soutien à la production, son client principal. Pour mener à bien cette tâche, la fonction maintenance doit être en concertation régulière avec d'autres fonctions de l'entreprise.

I.2- Situation dans l'entreprise

Il existe 2 tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

- La centralisation

- La décentralisation

Le choix entre maintenance centralisée ou pas se traduit dans l'organisation de l'entreprise [1].

I.2.1 - La centralisation

On aura, parfois au sein des services techniques, un service maintenance avec une section méthodes, une section planning, une section outillage et un magasin de pièces. A côté de ces services, il y aura un atelier qui regroupera les mécaniciens, électriciens, hydrauliciens nécessaires. Ces derniers travailleront en atelier de maintenance ou seront envoyés par équipes dans les ateliers de production, travailler sur site. Toute la maintenance est assurée par un service [1].

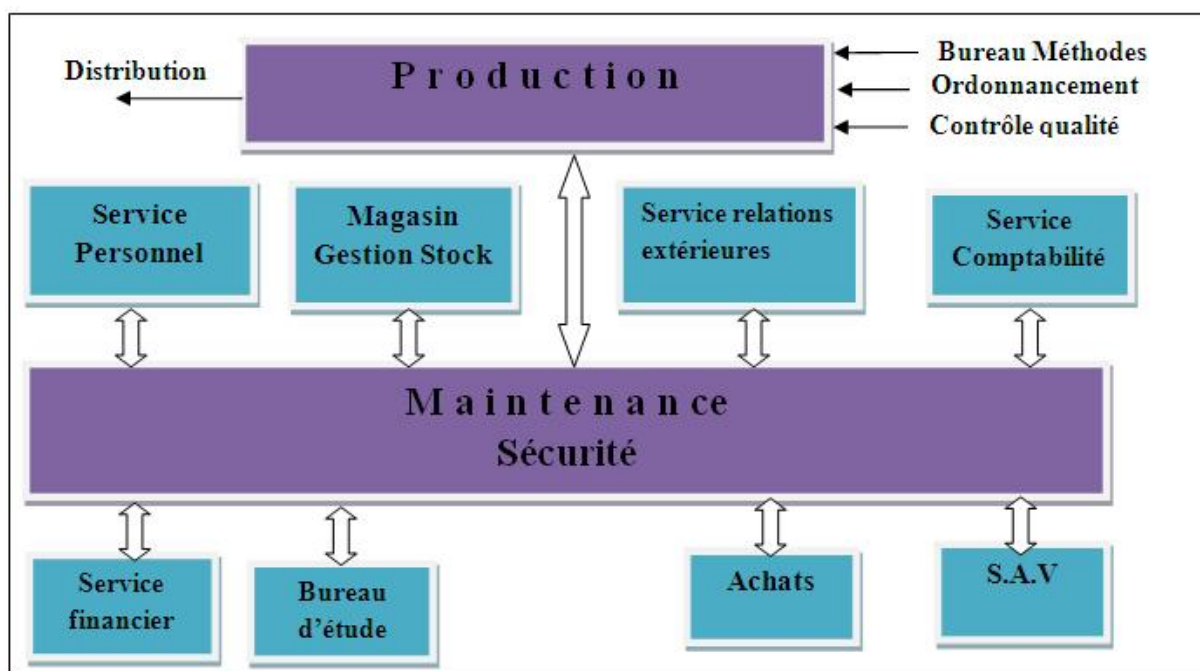


Figure I.1 : Schéma synoptique d'une maintenance centralisée [1]

I.2.2 - Relations entre maintenance et Autres fonctions de l'entreprise

Le service maintenance est en relation interne avec :

- La fonction « études et travaux neufs » ;
- La fonction « méthodes et fabrication » ;
- La fonction « achats » pour :
 - 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.

- **La fonction « financière » pour :**
 - les relations économiques entre amortissement et maintenance,
 - les cycles de révision économiques du matériel,
 - la décision de remplacement
- **La fonction « gestion des stocks et pièces de rechange » pour :**



Figure .I.2 : Gestion des stocks 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
- **La fonction « normalisation » ;**
 - **La fonction « gestion des ressources humaines » pour :**

La gestion prévisionnelle du personnel, avec en particulier son niveau de qualification, l'évolution des carrières, permutations, promotions, départs, embauches, formation,...
 - **La fonction « sécurité » pour :**

La sécurité du personnel et du matériel (organisation du travail, aménagement des postes de travail, prévention intégrée...)
 - **La fonction « informatique » ;**

- **La fonction « métrologie » ;**

❖ Les avantages sont :

- ✚ Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication
- ✚ Possibilité d'investir dans des matériels onéreux grâce au regroupement
- ✚ Vision globale de l'état du parc des matériels à gérer
- ✚ Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels
- ✚ Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (amortissement plus rapide)
- ✚ Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles
- ✚ Communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée [2].

I.2.3 - La décentralisation

On aura une section maintenance et parfois un magasin d'outillage et de pièces dans chaque atelier de production. La souplesse d'adaptation aux besoins et urgences de la production sera plus grande, les déplacements réduits mais la centralisation est par contre favorable à la gestion des compétences, des variations de charge de travail, la standardisation des méthodes et des pièces, l'économie d'échelle.

La maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise. Dans ce cas, le service maintenance n'a pas de direction unique. Les différents pôles maintenance adjoints aux autres services de l'entreprise dépendent bien souvent hiérarchiquement de ces derniers.

❖ Les avantages sont :

- Meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du parc à maintenir
- Effectifs moins importants dans les différentes antennes
- Réactivité accrue face à un problème
- Meilleure connaissance des matériels
- Gestion administrative allégée

Il va de soi que les 2 modèles d'organisation étant contraires, les avantages de l'un sont souvent les inconvénients de l'autre.

On aura vite compris que le choix de faire ou de sous-traiter la maintenance, d'avoir une organisation centralisée ou décentralisée sera fonction de la taille de l'entreprise et du type de production [1].

I.3 - Domaines d'action du service maintenance

Une variété d'actions constitue souvent le quotidien de la mission d'un service maintenance, nous pouvons citer les tâches suivantes:

- Maintenance préventive et corrective de tous les systèmes dont le service a la charge ainsi que toutes les opérations de révisions, contrôles, etc.
- Travaux d'installation et de mise en route de matériels neufs
- Travaux directement liés aux conditions de travail : sécurité, hygiène, environnement, pollution, etc.
- Amélioration, reconstruction et modernisation des installations
- Gestion des pièces de rechange, des outillages et des moyens de transport et de manutention
- Fabrication de certaines pièces détachées
- Travaux divers dans les locaux de l'entreprise, agrandissements, déménagements
- Gestion des différentes énergies et des réseaux de communication [1].

I.4 - Entretien et maintenance

I.4.1-Entretien

- **Définition**

Les services d'entretien présents dans l'industrie à partir du début de l'ère industrielle, sont considérés comme une sous-fonction de la production.

L'entretien peut se faire aussi bien par une personne non spécialisée que par une personne spécialisée. L'entretien ne comprend pas d'opérations de type abstrait. L'entretien est une activité concrète ou une série d'activités concrètes. Elle se subdivise en entretien préventif et entretien correctif.

L'entretien se contente d'intervenir sur un système défaillant pour relancer la production et effectuer les opérations courantes préconisées par le constructeur:

- Pas de prise en compte des caractéristiques spécifiques des conditions de fonctionnement (cadence, ancienneté, température ambiante, etc.).
- On peut donc être conduit à effectuer (sans évaluation à priori ou à posteriori) trop ou pas assez d'entretien.

L'entretien se contente d'intervenir sur un système défaillant pour relancer la production et effectuer les opérations courantes préconisées par le constructeur [3].

I.4.2-Maintenance

- **Définition**

La maintenance se fait toujours par un technicien.

Le mot maintenance désigne un ensemble d'opérations exécutées dans le but de maintenir quelque chose en bon état, ces opérations peuvent être abstraites et concrètes. Les activités abstraites comprennent entre autres l'approvisionnement en outillage et équipements, en produits et matières consommées (pièces de rechange, huile, graisse), la gestion du personnel (recrutement d'ouvriers qualifiés, formation, etc.) et l'appel à la sous-traitance.

Les activités concrètes comprennent l'inspection de l'équipement, le remplacement systématique des organes, la réparation et la remise en marche après les pannes.

Ces opérations peuvent se faire de façon préventive (maintenance préventive) ou corrective (maintenance corrective).

Entretien, c'est subir alors que maintenir, c'est prévoir et anticiper dans un but

- ✓ D'augmentation de la productivité
- ✓ D'optimisation de la disponibilité de l'outil de travail

La maintenance est donc reconnue comme une activité nécessaire (génératrice de profits) alors que l'entretien traditionnel était considéré comme une charge financière [1].

Entretien	Maintenance
-Dépanner, réparer	-Prévenir, optimiser le coût de possession
-Subir le matériel	-Maîtriser
-Tâche ingrate : Période estivale, improductif	-Outils spécifiques : <i>fiabilité, GMAO...</i>
-Activité de faible priorité : faible qualification, responsabilité limitée, exploitation prioritaire.	-Valorisation du métier : Participation aux études, à la conception, à l'installation et à l'amélioration.

Tableau I.1 : Entretien et maintenance [1]

En effet, par la prise en compte des objectifs de production et par la connaissance du comportement du matériel, la maintenance considère les notions de « bon état » et de « rendement » comme relatives.

De par des démarches de réflexion et par ses relations avec la production, la maintenance concourt à l'augmentation de la productivité.

L'objectif primordial de la maintenance est d'optimiser en permanence la disponibilité de l'outil de travail. Ainsi, elle participe à la production globale [3].

I.4.3 – Panne

- **Définition**

La panne est l'inaptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. Après apparition d'une défaillance, on considère que l'entité est en panne ; une panne résulte toujours d'une défaillance. La panne peut être mécanique, électrique, électronique, hydraulique ou pneumatique. Cette constatation prête parfois à discussion. On peut théoriquement imaginer l'existence d'une panne sans qu'il y ait eu cessation de l'aptitude à accomplir une fonction requise et donc d'une défaillance si l'entité n'a jamais été apte à fonctionner ! Ceci pourrait être dû à une erreur de conception [4].

I.4.4 - Types de pannes

Il existe trois grands types de pannes :

a. Les pannes infantiles : sont celles qui surviennent peu après la mise en fonction d'une nouvelle machine. Elles peuvent être provoquées par une friction trop forte causée par des pièces neuves, un assemblage défectueux ou une utilisatrice ou un utilisateur inexpérimenté. Ce type de panne est prévisible et sa fréquence peut être assez élevée, surtout au début de la période de rodage.

b. Les pannes accidentelles : sont imprévisibles et surviennent par hasard, au cours de périodes plus ou moins longues, selon le taux d'utilisation de la machine. Elles donnent lieu, comme nous le verrons, à une maintenance corrective ou curative. Cependant, un entretien préventif peut en réduire la fréquence.

c. Les pannes de vieillissement : généralement provoquées par l'usure et l'âge [4].

I.4.5 - Durée de panne

Par leur durée on peut classer les pannes en :

➤ **Panne intermittente :**

Panne d'une entité subsistant pendant une durée limitée après laquelle l'entité redevient apte à accomplir une fonction requise sans avoir été soumise à une opération de maintenance corrective.

➤ **Panne fugitive :**

Panne d'une entité qui est intermittente et difficilement constatable.

➤ **Panne Permanant :**

Panne d'une entité qui persiste tant que des opérations de maintenance corrective n'ont pas eu lieu.

➤ **Panne latente :**

Panne qui existe mais qui n'a pas encore été détectée. On parle parfois de panne cachée [4].

I.4.6 - Dépannage

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement.

Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires (maintenance palliative) avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation. Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières.

La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps. Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage.

Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage. Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt [1].

I.4.7 - Réparation

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après une panne ou une défaillance.

L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique [1].

I.5 - Importance de la maintenance et types d'entreprise

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité: La maintenance sera inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale. Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité.

- Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.)
- Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, construction automobile.
- Importance moyenne : industries de constructions diversifiées, coûts d'arrêts de production limités, équipements semi automatiques
- Importance secondaire : entreprises sans production de série, équipements variés
- Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale [1].

I.6 - Le responsable de maintenance

Tout ce qui a été cité précédemment met en évidence l'indispensable pluridisciplinarité de la fonction maintenance. Le responsable doit donc être capable d'intervenir efficacement dans de nombreux domaines et de savoir s'adapter à toute situation prévue ou fortuite. Le responsable devra avoir des compétences techniques dans des domaines aussi variés que la mécanique, l'électrotechnique, l'automatique, l'hydraulique, etc. En effet, les systèmes actuels sont pluri-techniques et pluri-énergies. Par ailleurs, le responsable devra avoir des compétences dans les domaines de la gestion, du planning, etc.

La maintenance devenant de plus en plus informatisée (MAO ou GMAO), l'utilisation de l'informatique est donc devenue indispensable pour le technicien. L'informatisation de la maintenance n'est pas une fin en soi, mais doit être considérée comme un outil d'aide à la décision face à une situation donnée [1].

I.7- Fonctions et tâches associées à la maintenance

I.7.1- Études et méthodes

Fonctions études et méthodes : optimisation des tâches en fonction des critères retenus dans le cadre de la politique de maintenance définie par l'entreprise :

a-Études techniques

Études d'améliorations, études de conception et de reconception des équipements ou des travaux neufs, analyse des conditions de travail

b-Préparation et ordonnancement

Etablissement des fiches et gammes d'instructions pour le personnel, constitution de la documentation pour les interventions, établissement des plannings d'interventions et d'approvisionnements en pièces de rechange, réception et classement des documents relatifs à l'intervention et remise à jour des dossiers techniques.

c-Études économiques et financières

Gestion des approvisionnements, analyse des coûts (maintenance, défaillances, fonctionnement), rédaction du cahier des charges et participation à la rédaction des marchés (travaux neufs, investissements, sous-traitance), gestion du suivi et de la réception de ces marchés.

d-Stratégies et politiques de la maintenance

Définition, choix et élaboration des procédures de maintenance (corrective, préventive), des procédures de contrôle, des procédures d'essais et de réception, détermination des domaines d'actions préventives prioritaires, étude des procédures de déclenchement des interventions, gestion de la sécurité dans l'organisation de l'environnement industriel.

Pour remplir cette fonction, les techniciens des études et des méthodes disposent : de dossiers techniques fournissant toutes les caractéristiques des matériels, des fiches d'historiques résumant les opérations déjà effectuées, de la documentation constructeurs et fournisseurs, des banques de données informatiques.

2-Exécution / Mise en œuvre

L'aspect pluri techniques de cette fonction nécessite une grande expérience sur les matériels et une connaissance approfondie des différentes technologies. Le technicien devra agir avec beaucoup de rigueur pour rendre son action efficace. Il sera aidé par les documents et procédures établis par la fonction « études et préparation ».

Les principales tâches sont :

- Gestion de l'intervention de maintenance,
- Connaissance comportementale du matériel,
- Pilotage des interventions,
- Application des consignes
- Règles d'hygiène, sécurité
- Conditions de travail,
- Installation des machines et des matériels (réception, contrôle, mise en fonctionnement),
- Information du personnel sur les équipements,
- Remise en main du matériel après intervention,
- Gestion de l'ordonnancement,
- Etablissement de diagnostics de défaillance de matériels,
- Etablissement de consignes d'utilisation intégrant les consignes d'hygiène et de sécurité,
- Gestion des stocks (des pièces de rechange, outillages, appareils de contrôle).

3-La fonction documentation et ressources

Indispensable à tout le service, cette fonction est la mémoire de l'activité sur laquelle s'appuieront les études ultérieures en vue de définir une politique de maintenance. Elle est aussi une source inestimable de renseignements pour la fonction « études et méthodes ».

Les principales tâches de cette fonction sont :

- Elaboration et tenue des inventaires,
- Constitution et Mises à jour des dossiers techniques, des historiques, des dossiers économiques,
- Constitution d'une documentation générale, technique et réglementaire,
- Constitution d'une documentation fournisseurs [2].

I.8 - Conclusion

Le service maintenance doit être capable d'une part de réparer les différentes défaillances survenues au niveau du système de production et d'autre part d'anticiper les défaillances afin de pallier aux dysfonctionnements et éviter ainsi les arrêts de production qui peuvent en découler. Les activités de maintenance doivent donc s'adapter au développement technologique et aux nouveaux modes de maîtrise de la gestion dans un objectif d'amélioration de la productivité totale et de la rentabilité.

II.1- Introduction

À la lumière des réflexions précédentes, la démarche de normalisation européenne a conduit à définir et à mettre en évidence un ensemble de termes qui, représentant des concepts jugés importants, ont donné lieu à des définitions qui ont maintenant valeur internationale pour montrer le rôle important de la maintenance dans l'entreprise.

II.2 - Les concepts

L'analyse des différentes formes de maintenance repose sur 4 concepts :

➤ **Les événements qui sont à l'origine de l'action :**

Référence à un échancier, la subordination à un type d'événement (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), l'apparition d'une défaillance

➤ **Les méthodes de maintenance qui leur seront respectivement associées :**

Maintenance préventive systématique, maintenance préventive conditionnelle, maintenance corrective.

➤ **Les opérations de maintenance proprement dites :**

Inspection, contrôle, dépannage, réparation, etc.

➤ **Les activités connexes :**

Maintenance d'amélioration, rénovation, reconstruction, modernisation, travaux neufs, sécurité, etc.

Cette réflexion terminologique et conceptuelle représente une base de référence pour :

- ❖ L'utilisation d'un langage commun pour toutes les parties (conception, production, prestataires de services, etc.)
- ❖ La mise en place de systèmes informatisés de gestion de la maintenance. [5]

II.3- Les méthodes

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production. [5]

Le diagramme suivant synthétise selon la norme NF EN 13306 les méthodes de maintenance.

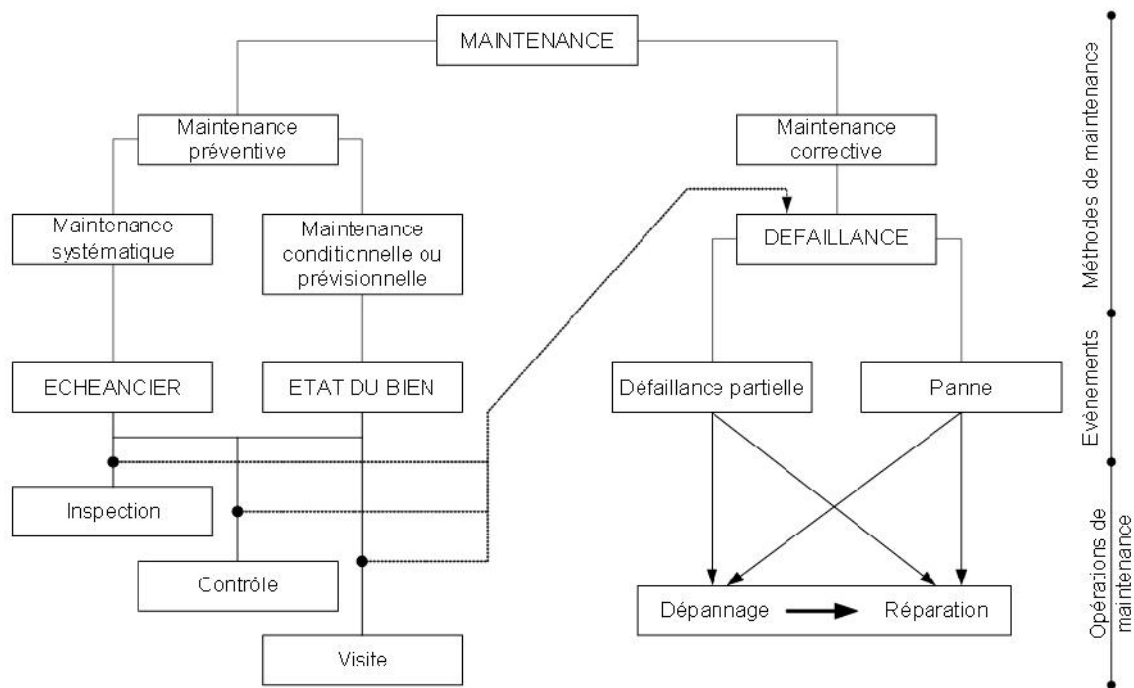


Figure II.1 : Les méthodes de maintenance selon la norme NF X 60-000

II.4 - Les opérations de maintenance

Ne sont vues ici que les opérations essentielles. Pour le reste, se référer à la norme NF EN 13306 donnée en annexe.

II.4.1-Les opérations de maintenance corrective

➤ **Le dépannage** (extrait de la norme AFNOR X 60-010-1994)

Actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée (EN 13306 : avril 2001).

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps.

Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses.

De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage.

Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

➤ **La réparation** (extrait de la norme AFNOR X 60-010-1994)

Actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Remarque

La réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

Tous les équipements sont concernés. [5]

II.4.2 - Les opérations de maintenance préventive

➤ Les inspections

Contrôles de conformité réalisés en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien. En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance (EN 13306 : avril 2001).

➤ Visite

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

➤ Contrôle (extrait de la norme ISO 8402-1994)

Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information
- Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement
- Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective

Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.[5]

II.4.3- Autres opérations

➤ Révision

Ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4^{ème} niveau de maintenance.

➤ Les échanges standards

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état conformément aux spécifications du constructeur, moyennement le paiement d'une soulte* dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.[5]

II.4.4-Dossier technique de la maintenance

Pour réaliser les opérations de maintenance sur un équipement d'une machine de production ou d'un système de manutention, il faut disposer d'un certain nombre de documents et en créer d'autres.[6]

• Le dossier technique

Ce dossier doit contenir tous les renseignements nécessaires à une intervention de maintenance.

Il doit être composé des documents suivants :

- L'implantation et la nomenclature des composants : ces données permettent de situer les composants sur le système.
- L'analyse du système : le système est analysé du point de vue fonctionnel et du point de vue temporel qui décrit le fonctionnement des différentes séquences en fonction du temps.
- Les différents schémas électriques, mécaniques, hydrauliques : ils sont indispensables en maintenance. Ce sont essentiellement :
 - ✓ Le schéma développé du circuit de puissance ;
 - ✓ Le schéma développé du circuit de commande ;
 - ✓ Les schémas des borniers et de raccordement d'un éventuel automate ;
 - ✓ Les mnémoniques (adresses et correspondances des entrées/sorties) ainsi que le programme de l'automate.

Ils peuvent être complétés par d'éventuels :

- ✓ Schémas de circuits pneumatiques et hydrauliques ;
- ✓ Notices particulières à des appareils spéciaux ou à des cartes électroniques.[6]

- **Le dossier de maintenance**

C'est le carnet de santé de l'équipement électrique. Il permet de suivre dans le temps toutes les défaillances du système. Il comprend :

L'historique des interventions : c'est un tableau qui indique la nature des interventions et leur date. Il permet :

- De connaître la nature des défaillances précédentes ;
- De décider des améliorations à apporter ;
- De chiffrer les coûts de maintenance ;
- D'opérer les approvisionnements de pièces de rechange.

- **Le processus de visite préventive**

C'est un document qui indique au service de maintenance les opérations de contrôle ou de vérification à effectuer sur les équipements de production et la périodicité de ces visites.

- **Le compte rendu de visite**

Il signale les travaux à effectuer sur un équipement et leur urgence. [6]

II.5 - Niveaux de maintenance

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles.

Le classement de ces opérations permet de les hiérarchiser de multiples façons.

- le personnel de production ;
- le personnel de maintenance en tenant compte de la qualification de l'intervenant ;
- le personnel de l'entreprise ou un sous-traitant ;
- Une combinaison des 3.

L'AFNOR a procédé à la subdivision des activités de maintenance selon la nature des travaux, les lieux d'intervention, le personnel mis à contribution (utilisateur, technicien qualifié, technicien spécialisé, équipe très spécialisée, fournisseur ou service externe), l'outillage nécessaire, la documentation et les pièces nécessaires.

La norme **X 60-010** distingue 5 degrés de maintenance, classés de manière croissante, selon la complexité des interventions à effectuer. [7]

II.5.1- 1^{er} Niveau

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien. Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

- Exemples en maintenance préventive

Ronde de surveillance d'état, graissages journaliers, manœuvre manuelle d'organes mécaniques, relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage, test de lampes sur pupitre, purge d'éléments filtrants, contrôle d'encrassement des filtres.

- Exemples en maintenance corrective

Remplacement des ampoules, ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments composants simples et accessibles. [7]

II.5.2-2^{ème} Niveau

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

- Exemples en maintenance préventive

- Contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien ;
- Réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe moteur, etc.) ;
- Contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc. ;
- Graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle) ;
- Remplacement de filtres difficiles d'accès.

- Exemples en maintenance corrective

- Remplacement par échange standard de pièces (fusibles, courroies, filtres à air, etc.) ;
- Remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc. ;
- Lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle ;
- Remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie,...). [7]

II.5.3 - 3^{ème} Niveau

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

- Exemples en maintenance préventive

- Contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens ;
- Visite de maintenance préventive sur les équipements complexes ;
- Contrôle d'allumage et de combustion (chaudières) ;
- Intervention de maintenance préventive intrusive ;
- Relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière, etc.).

- Exemples en maintenance corrective

- Diagnostic ;
- Réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) ;
- Reprise de calorifuge ;
- Remplacement d'organes et de composants par échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (Carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement, etc.) ;
- Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels. [7]

II.5.4-4^{ème} Niveau

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type d'opération

de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

Commentaire

Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très

spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

- Exemples en maintenance préventive

- Révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine ;
- Analyse vibratoire ;
- Analyse des lubrifiants ;
- Thermographie infrarouge ;
- Relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données ;
- Révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive.

- Exemples en maintenance corrective

- Remplacement de clapets de compresseur ;
- Réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance ;
- Dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs, etc.).[7]

II.5.5 - 5^{ème} Niveau

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Exemples

- Révisions générales avec le démontage complet de la machine ;
- Reprise dimensionnelle et géométrique ;
- Réparations importantes réalisées par le constructeur ;
- Reconditionnement du bien ; remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure.[7]

II.6 - Les outils de la maintenance

L'organisation et la gestion des activités de maintenance nécessitent l'emploi d'outils d'usages et de natures différentes :

II.6.1-Outils mathématiques

Pour choisir les politiques de maintenance les mieux adaptées à chaque type d'équipement, déterminer les périodes d'intervention, connaître la fiabilité, maintenabilité, disponibilité (Probabilités, lois statistiques, algèbre des événements, analyses markoviennes...).

II.6.2-Outils organisationnels

Pour faciliter la prise de décisions (AMDEC, Synoptiques, Logigrammes...), la mise en œuvre de la maintenance préventive (techniques de contrôle), ou l'organisation des interventions (procédures et modes opératoires)

II.6.3-Outils Informatiques

Pour la gestion des éléments maintenus, des ressources utilisées et des budgets, notons qu'il existe des logiciels de gestion de maintenance assistée par ordinateur (**GMAO**), spécialement conçus pour assister les services de maintenance dans leurs activités, y compris en matière de logiciels.

Il s'agit de véritables outils d'accompagnement, très utiles, mais qui demandent un réel investissement de la part du prestataire mainteneur. Les GMAO gèrent les opérations de maintenance et leur historique, le budget qui y est consacré, le planning et la préparation des interventions, la gestion du stock des pièces de rechange susceptibles de remplacer les pièces défectueuses, les fiches d'intervention et de suivi des machines, les modes opératoires... .

Ils définissent également l'aide au diagnostic, analysent les causes des pannes et des défaillances antérieurement décelées, et déterminent leurs risques de survenance afin de s'en prémunir...

En résumé, ils renforcent l'efficacité de la maintenance, ou du moins la rendent efficace si elle ne l'est pas.

À côté du GMAO, un logiciel dit de système expert pourra intervenir. Son rôle est d'aider un technicien durant une intervention de maintenance. Il offre un diagnostic rapide, une réparation aisée, et se fonde sur une base de données répertoriant les causes, les effets et les moyens de réparation.

Mais, cette base ne recense pas toutes les défaillances existantes et nécessitera d'être continuellement enrichie : ce qui s'avérera très lourd au final.

Nous pouvons citer comme outillage indispensable pour la bonne gestion de la maintenance à savoir :

- Hiérarchie des équipements
- Bon de travail
- Entretien préventif
- Planification des travaux
- Connaissance des équipements
- Gestion du temps
- Gestion des pièces de rechange, du matériel et du support
- Gestion des garanties
- Nouvelles technologies
- Budget
- Rôles et responsabilités
- Rapports de gestion et d'analyse. [3]

II.7 - Contrôler la maintenance

Le contrôle de la maintenance a pour but de

- Mesurer, de compiler et d'analyser l'information afin de contrôler la performance de la maintenance, d'apporter les correctifs nécessaires et ainsi d'assurer l'optimisation de la productivité globale des installations.
- Etablir un système d'information qui repose sur un système de bons de travail efficace.
- Obtenir et analyser les informations claires, pertinentes et précises
- Identifier rapidement les équipements à problèmes.
- Initier les mesures correctives nécessaires (rechercher les véritables causes).
- Mesurer l'amélioration continue de la maintenance. [8]

II.7.1- Points de contrôle de la maintenance

Le contrôle de la maintenance se fait à partir de points suivants :

- La main d'œuvre;
- Les stocks maintenance et les matériaux;
- Les coûts;
- La performance des travaux de maintenance. [8]

II.8 - Conclusion

Le contrôle est une opération destinée à déterminer, avec des moyens appropriés, est conforme ou non à ses spécifications selon des étapes et une organisation bien définie pour laquelle soit les opérations effectuées dans le temps demandé et les équipements toujours en bon état.

III.1 – Introduction

Les moyens de production sont de plus en plus nombreux dans les entreprises et les niveaux technologiques de plus en plus élevés. Leur entretien n'est plus le terme approprié, puisqu'il s'agit en fait de gérer globalement la disponibilité de l'outil de production au niveau bien d'équipement qu'au niveau processus.

Cette approche entre dans un cadre plus grand ; la maintenance fait partie intégrale de l'organisation : il faut parler de la fonction maintenance. Longtemps limitée à une action corrective, la maintenance est de plus en plus considérée comme un gisement de productivité. L'anticipation des pannes de l'outil de production et leurs préventions deviennent un enjeu majeur.

Il s'agit de gérer la fonction maintenance de l'entreprise de façon considérée et réfléchie.

III.2- Les objectifs de la maintenance

La mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de l'organisation de la fonction maintenance peut donc permettre d'atteindre plusieurs objectifs.

Citons principalement :

- La réduction du taux de pannes.
- La mise en œuvre d'un plan de maintenance préventive efficace.
- L'amélioration des relations entre maintenance et production.
- La maîtrise et la réduction des coûts de maintenance.
- L'amélioration de la gestion de la sous-traitance.
- L'évolution de la culture du management de la maintenance.
- La mise en œuvre d'un outil de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur).

Nous avons pu observer ces vingt dernières années que le service maintenance est l'aboutissement d'une évolution opérée à partir de l'existant :

- les services entretien traditionnels; présents dans l'industrie à partir du début de l'ère industrielle, les services entretien sont alors une sous-fonction de la production souvent excentrés dans l'entreprise, ils reposent sur des métiers tels que les:
 - dépanneurs mécaniciens,
 - dépanneurs électriciens,
 - graisseurs et réglers travaillent séparément et sont souvent en conflit avec les «producteur/destructeurs» de machines (tu casses, je répare) !

L'entretien consistait majoritairement à dépanner et à réparer après défaillance, avec le souci d'un redémarrage rapide, en n'ayant comme objectif préventif que le minimum vital : lubrification et rondes de surveillance.

La structuration des services « maintenance » s'est fondée sur des concepts et des méthodes radicalement en rupture avec des usages de l'entretien. Le besoin émergent qu'il était impératif de satisfaire était la sécurité.

Pour les responsables de ces domaines, entretenir le matériel en subissant son comportement devenait inadapté face aux risques encourus : il leur fallait apprendre à maîtriser ces systèmes automatisés, à prévenir les incidents pour éviter les incidents, tout en évitant des surcoûts prohibitifs.

Dans tous les domaines, les savoir-faire industriels sont adaptés en termes de maîtrise économique et technique des matériels et même des infrastructures.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus [9].

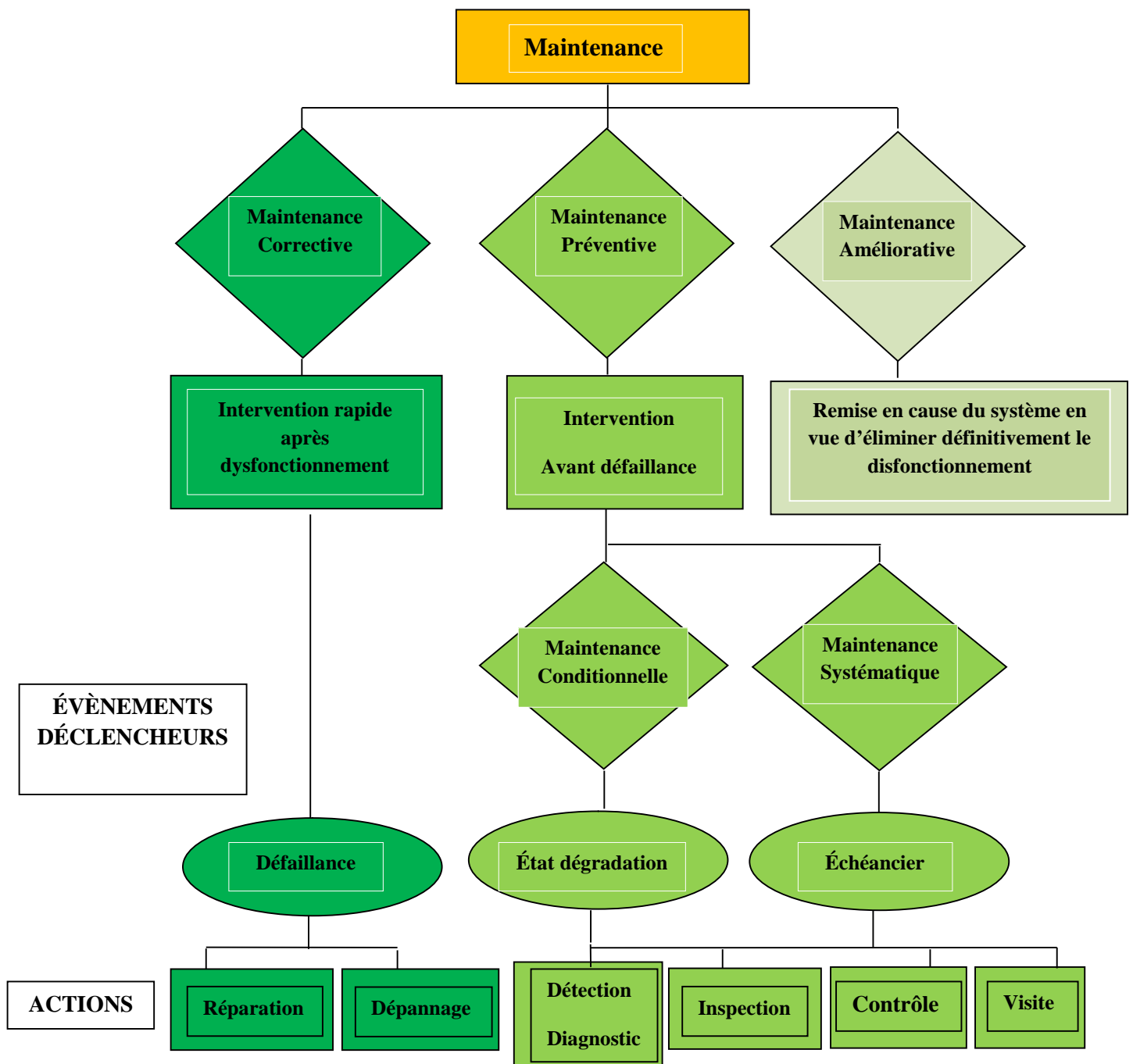


Figure III.1 : Les méthodes, événements déclencheurs et les actions [9]

III.3 - Approche de la maintenance

III.3.1-Définition AFNOR : X 60-000 (mai 2002)

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance est l'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.

- **Définition Larousse**

Ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement.

Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal.

Maitriser au lieu de subir

III.3.2-Maintenabilité (Norme AFNOR X60-500)

Aptitude d'un équipement 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.

M(t) : Pour une entité utilisée dans des conditions données d'utilisation, c'est la probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné (0,t), lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits.

Commentaires

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'à du matériel maintenable, donc réparable.

Les moyens prescrits englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc.

La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs :

- **Facteurs liés à l'équipement**

- Documentation
- Aptitude au démontage
- Facilité d'utilisation

- **Facteurs liés au constructeur**

- Conception
 - Qualité du service après-vente
 - Facilité d'obtention des pièces de rechange
 - Coût des pièces de rechange
- **Facteurs liés à la maintenance :**
- préparation et formation des personnels
 - moyens adéquats
 - études d'améliorations (maintenance améliorative)

Remarques : on peut améliorer la maintenabilité en :

- Développant les documents d'aide à l'intervention
- Améliorant l'aptitude de la machine au démontage (modifications risquant de coûter cher)
- Améliorant l'interchangeabilité des pièces et des sous ensemble [10]

- Calcul de la maintenabilité

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR.

MTTR : (Mean Time To Repair) Moyenne des Temps Techniques de Réparation en heures [10].

$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Temps d'intervention pour } n \text{ pannes}}{\text{Nombre de pannes } (n)}$$

• Le taux de réparation

$$\mu = \frac{1}{\text{MTTR}}$$

III.3.3 - Disponibilité

Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

D(t): Probabilité qu'une entité soit en état de disponibilité dans des conditions données, à un instant donné en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

Commentaires

Pour qu'un équipement présente une bonne disponibilité, il doit :

- Avoir le moins possible d'arrêts de production
- Être rapidement remis en bon état s'il tombe en panne

La disponibilité allie donc les notions de fiabilité et de maintenabilité.
Augmenter la disponibilité passe par :

- L'allongement de la MTBF temps moyen en heures de bon fonctionnement entre deux pannes (action sur la fiabilité)
- La notion de le MTTR (action sur la maintenance) [10].

- Quantification de la disponibilité

La disponibilité moyenne sur un intervalle de temps donné peut être évaluée par le rapport :

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

III.3.4 - Fiabilité

Aptitude d'un équipement à accomplir une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné.

On suppose en général que l'entité est en état d'accomplir la fonction requise au début de l'intervalle de temps donné.

Le concept de fiabilité est traduit souvent dans la pratique comme l'aptitude d'une entité à avoir une faible fréquence de défaillances.

Ñ **R(t)** : est la probabilité que l'entité accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné (0,t).

La notion de temps peut prendre la forme de:

- Nombre de cycles effectués \implies machine automatique
- Distance parcourue \implies matériel roulant
- Tonnage produit \implies équipement de production

Commentaires

Un équipement est fiable s'il subit peu d'arrêts pour pannes. La notion de fiabilité s'applique :

- À un système réparable \implies équipement industriel ou domestique.
- À des systèmes non réparables \implies lampes, composants donc jetables [10].

III.3.5-Durée de vie d'un équipement : Courbe en baignoire

L'évolution de la durée de vie d'un équipement peut être tracée selon une courbe appelée courbe en baignoire. Selon que l'équipement, soit de type électronique ou mécanique, les allures du taux de défaillance sont différentes.

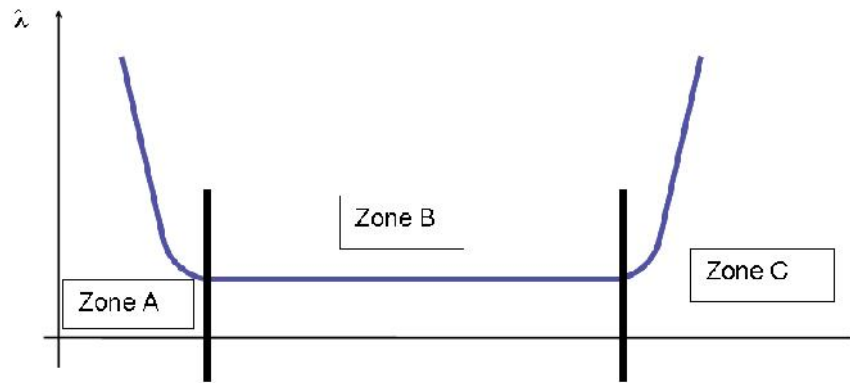


Figure III.2 : Courbe en baignoire d'un équipement

Zone A \implies Époque de jeunesse

Zone B \implies Époque de maturité, fonctionnement normal, défaillances aléatoires indépendantes du temps.

Zone C \implies Époque d'obsolescence, défaillances d'usure ou pannes de vieillesse.

Le taux de défaillance, noté (t) , est un indicateur de la fiabilité. Il représente une proportion de dispositifs survivants à un instant.

- **Cas particulier de l'époque de maturité**

Dans cette période, le taux de défaillance est sensiblement constant et est égal à l'unité d'usage sur la MTBF. Les calculs qui suivent ne sont donc valables que pour cette période [10].

III.3.6- Calcul de la Moyenne des temps de bon fonctionnement

MTBF : Mean Time Between Failure : moyenne des temps de bon fonctionnement entre défaillances consécutives.

- **Calcul de la MTBF**

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Temps de Bon Fonctionnement (TBF)}}{\text{Nombre de pannes}}$$

- **Calcul du taux de défaillance**

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

III.3.7-Détermination de la vie d'un matériel

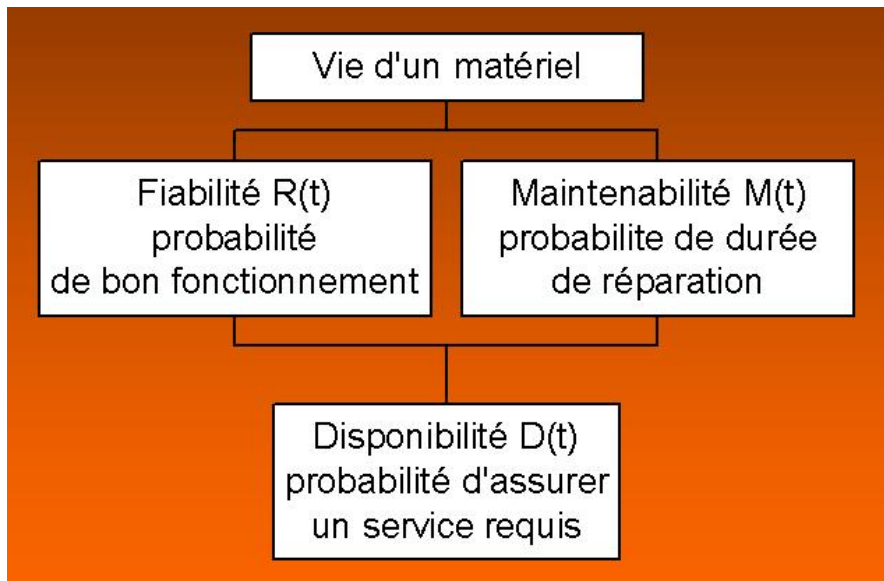


Figure III.3 : Détermination de la vie d'un matériel [10]

III.4 - Méthodes de maintenance

Il existe deux grands types de maintenance :

- La maintenance corrective et
- La maintenance préventive.

La maintenance corrective comprend :

- La maintenance palliative ou
- La maintenance de catastrophe.

De son côté, la maintenance préventive se subdivise en :

- Maintenance systématique,
- Maintenance conditionnelle
- Maintenance prévisionnelle ou prédictive

III.4.1 - La maintenance corrective (extraits normes NF X 60-010)

C'est « l'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, la remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement».

La maintenance corrective (ou maintenance curative ou encore, maintenance de catastrophe) fait suite à une défaillance de la machine. Elle comprend deux types d'intervention :

- le dépannage
- la correction des causes de la défaillance

Le dépannage correspond à la première étape de la maintenance corrective. Parfois appelé maintenance palliative, il équivaut à un entretien d'urgence, à une activité provisoire et

immédiate faisant suite à un dérèglement ou à tout autre mauvais fonctionnement. Par ailleurs, la phase de correction permet de repérer et de corriger la source de la défaillance pour éviter les incidents répétitifs [5].

- **Défaillance :**

- **Définitions** (extraits normes NF X 60-010)

Altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Il existe 2 formes de défaillance :

- Défaillance partielle : altération de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
- Défaillance complète : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

La maintenance corrective appelée parfois curative ou encore maintenance de catastrophe a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus [5].

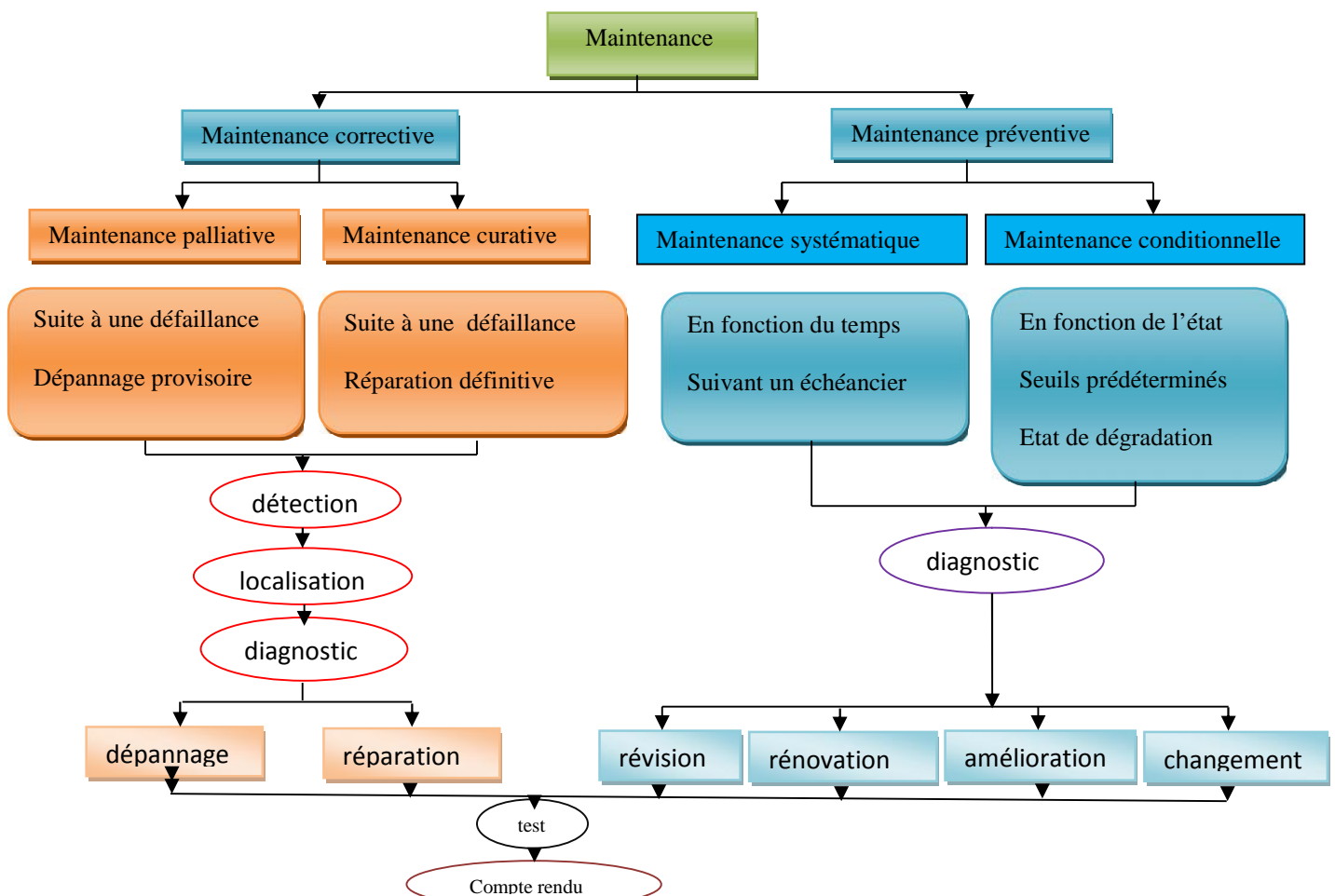


Figure III.4 : les méthodes de maintenance selon la norme NF X 60-000

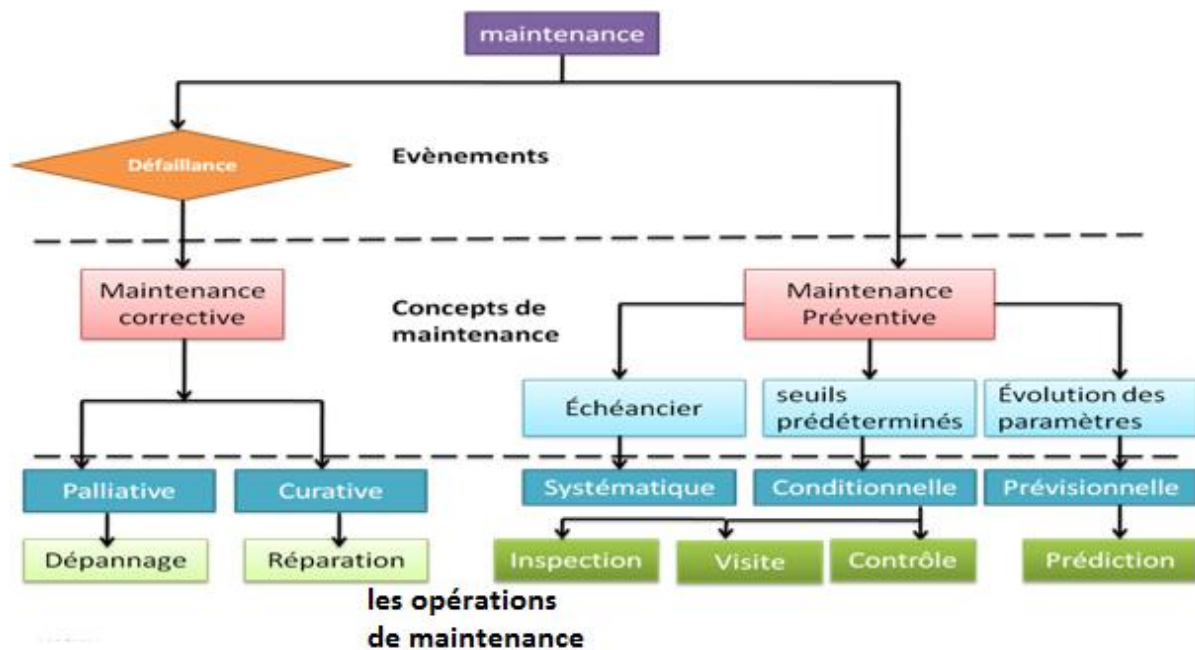


Figure III.5 : Organisation des différents types de maintenance [5]

III.4.2 - Les formes de maintenance corrective

- Définition

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

- Elle existe seule, en tant que système unique de maintenance «Ne rien faire tant qu'il n'y a pas de fumée !»
- Caractéristique de l'entretien traditionnel, elle est associée dans ce cas à un préventif minimum de 'ronde' :
 - Contrôles sensoriels,
 - lubrification,
 - surveillance de l'état.

Elle est justifiée lorsque les défaillances probables n'ont pas d'impact important sur :

- la sécurité,
- la production,
- la qualité et
- lorsque les coûts indirects des conséquences des pannes sont faibles.

Ce qui devient rare, car peu d'entreprise industrielles sont aujourd'hui dans ce cas.

L'inévitable désorganisation qui fait suite à un événement fortuit est en effet incompatible avec les contraintes actuelles pesant sur la production en flux tendu.

Le parc matériel ayant été analysé suivant une arborescence et une évaluation de la criticité de chaque équipement, il est légitime de mettre en œuvre une politique préventive liée à cet

indice de criticité, et donc de choisir une politique exclusivement corrective pour les seuls équipements de criticité mineure ou nulle.

Cette sélectivité peut se retrouver à l'échelle d'un équipement sensible, dont certains sous-ensembles ne méritent pas de prise en charge préventive.

La maintenance corrective ainsi que la maintenance préventive systématique sont les formes traditionnelles de la maintenance. La première constitue encore aujourd'hui une activité fondamentale alors que la seconde est de plus en plus remplacée par une maintenance préventive conditionnelle qui, comme la maintenance prédictive, témoigne des nouvelles tendances en matière de maintenance. Toutes deux s'appuient sur les progrès informatiques et mettent en œuvre des techniques de diagnostic sophistiquées [10].

III.4.3 - Maintenance curative

Ce type de maintenance permet de remettre définitivement en état le système après l'apparition d'une défaillance. Cette remise en état du système est une réparation durable. Les équipements réparés doivent assurer les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus. Une réparation est une opération définitive de la maintenance curative qui peut être décidée soit immédiatement à la suite d'une défaillance, soit après un dépannage, ce type de maintenance, provoque donc une indisponibilité du système.

Selon la norme **NF EN 13306**, la maintenance corrective peut être :

- **Différée :**

Maintenance corrective qui n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données.

- **D'urgence :**

Maintenance corrective exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés et/ou une dépréciation en quantité et/ou qualité des services rendus.

Commentaires

Au moins provisoirement ; la maintenance palliative a le caractère provisoire et la maintenance curative a le caractère permanent des actions effectuées.

- **Localisation**

Localisation de l'équipement, module ou composant défaillant.

- **Diagnostic**

Identification de la fonction perdue, de la nature de la panne, et de sa cause.

- **Remise en état avec ou sans modification**

Permet de rendre la machine conforme à sa destination

• **Contrôle**

Essais de bon fonctionnement.

III.4.4 - La maintenance préventive

Les programmes de maintenance préventive couvrent le nettoyage, la lubrification, le resserrage, les inspections et les examens périodiques des machines (en tout ou en partie), les réglages, le remplacement préventif de pièces ou de composants mineurs.

La maintenance préventive systématique est soumise à un programme et à un échéancier fixe dans le but de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'une machine de production.

La maintenance préventive conditionnelle s'appuie sur des techniques de diagnostic non destructives qui fournissent de l'information sur l'état de dégradation d'une machine. Elle sert à optimiser la maintenance en « déclenchant les révisions au dernier moment et en limitant les travaux systématiques, donc les coûts.

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu (EN 13306 : avril 2001). Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation.

L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter [12].

III.4.5 - But 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 de panne
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
- Permettre de décider sur la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiants, etc.
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production
- Diminuer le budget de maintenance
- Supprimer les causes d'accidents graves
- Meilleure planification des travaux et du personnel, moins d'imprévus, charge de travail régulière.
- Meilleure planification de la production [5].

III.4.6 - La maintenance préventive systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage (EN 13306 : avril 2001).

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.

Cette méthode nécessite de connaître :

- Le comportement du matériel
- Les modes de dégradation
- Le temps moyen de bon fonctionnement entre 2 avaries

Remarque

De plus en plus, les interventions de la maintenance systématique se font par échanges standards [12].

III.4.7- La maintenance systématique et les divers types d'intervention

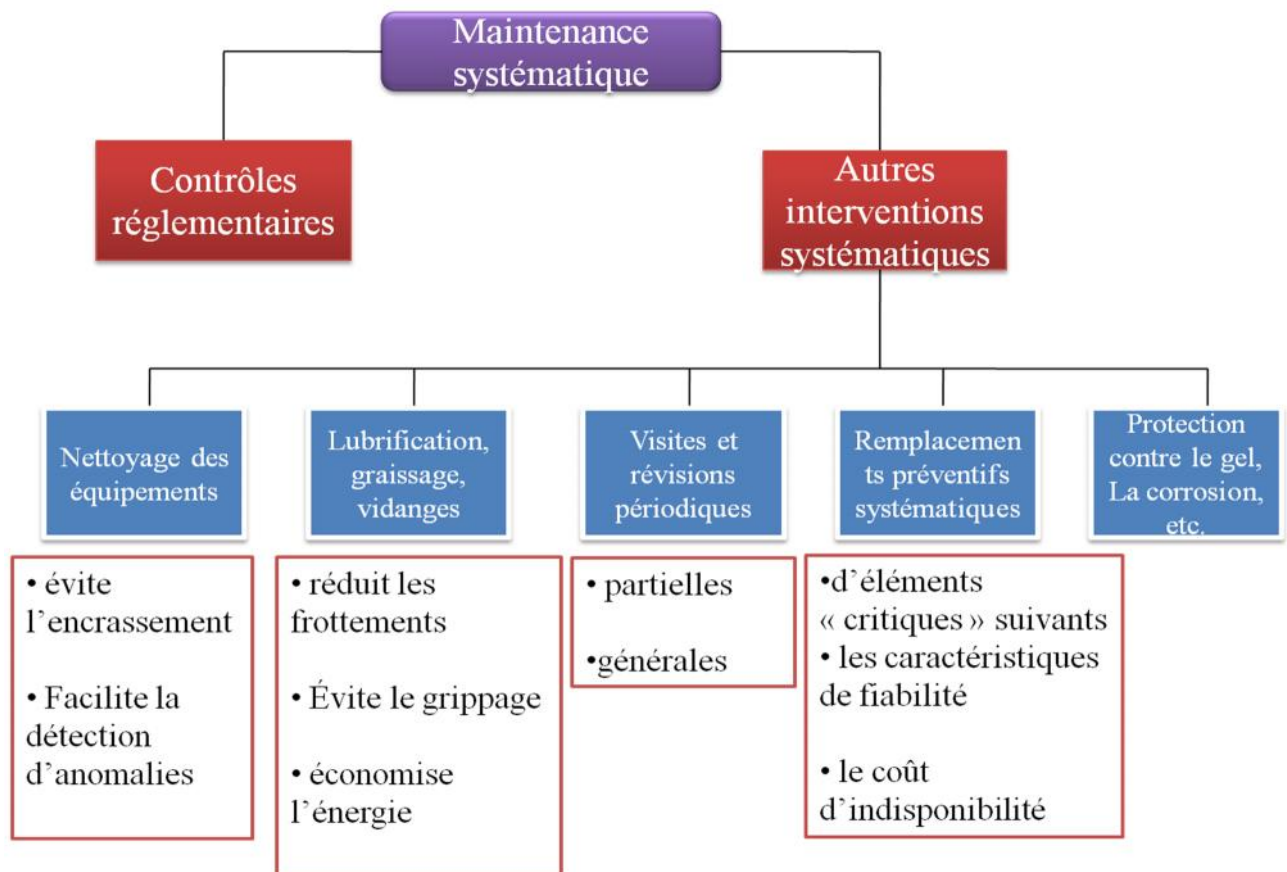


Figure III.6 : Les divers types d'intervention de la maintenance systématique [13]

Ñ Définition de la maintenance systématique

Elle correspond à l'ensemble des actions destinées à restaurer, totalement ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défailants.

Elle comprend le remplacement systématique de certains composants critiques en limite d'expiration de leur durée de vie, le remplacement de composants peu coûteux pour éviter les dépenses d'évaluation de leur état et l'essentiel des opérations de service (remplacement des filtres, du fluide, ...) [13].

Remarque

Ce type de maintenance est appliqué sur des composants dont on connaît de façon précise la durée de vie moyenne ou lorsque des contraintes réglementaires (souvent liées à la sécurité) sont obligatoires.

Demandant un suivi rigoureux du nombre d'heures ou de cycles de fonctionnement. Elle exige cependant une bonne connaissance des durées de vie et des caractéristiques de fiabilité des différents composants et sous ensembles (ils seront remplacés systématiquement). Ce type de maintenance est souvent appliqué aux pièces critiques d'un équipement dont le coût d'indisponibilité serait élevé.

Généralement, la maintenance préventive s'adresse aux éléments dont le coût des pannes est élevé, mais ne revenant pas trop cher en changement (les meilleurs exemples sont le changement systématique de l'huile, changement de la courroie de synchronisation,...). En d'autres mots quand les conséquences de la défaillance en coût et pertes sont plus importantes que le coût et pertes causés par les remplacements des composantes du produit; à noter que dans une maintenance planifiée, le remplacement des composantes, se fait dans des échéances inférieures à leurs durée de vie, ce qui peut constituer dans d'autres conditions, une sorte de gaspillage. Pratiquement, la maintenance préventive s'exécute sans contrôle préalable de l'état du bien et à des intervalles de temps définis (révision périodique). Les opérations peuvent être :

Ñ Le remplacement

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

Ñ Le réglage et l'étalonnage

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

Ñ Le contrôle de l'état général

- Du divers blocage;

- Des niveaux d'huile;
- Apparence d'usure ou de fissure.

La maintenance systématique est une 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 [14].

III.4.8 - Avantages et inconvénients de la maintenance préventive systématique

❖ **Avantage**

- Réduction des coûts (30 %) et des durées de maintenance par rapport à l'entretien curatif;
- Bonne planification des opérations et des ressources;
- Contrôle du niveau de stockage des pièces de rechange;
- Généralement, peu de catastrophes;
- Sécurité accrue [12].

❖ **Inconvénients**

- Révisions non nécessaires (l'entretien n'est pas fonction de l'état de la machine, mais plutôt de la durée d'utilisation);
- Remplacement de pièces en bon état;
- Création de défauts lors des remontages (si les procédures ne sont pas claires et contrôlées) [13].

❖ **Cas d'application**

- Equipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, réservoirs sous pression, convoyeurs, ascenseurs, monte-charge, etc.
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : Tous les matériels assurant le transport en commun des personnes, avions, trains, etc.
- Equipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques ou métallurgiques).
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, allumage et carburation déréglés (moteurs thermiques), etc. [13].

III.4.9 - La maintenance préventive conditionnelle

- **Définition**

C'est une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.) (EN 13306 : avril 2001).

Remarque

La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. On l'appelle aussi maintenance prédictive (terme non normalisé).

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
- Etc.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle devra être fiable pour ne pas perdre sa raison d'être. Il est souvent onéreux, mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement [13].

❖ **Avantage**

La connaissance du comportement se fait en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau, l'informatique prend une place primordiale.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle est pour des cas bien choisis rentabilisé rapidement.

Cette méthode de maintenance, pour être efficace, doit dans tous cas être comprise et admise par les responsables de production et avoir l'adhésion de tout le personnel.

Ces méthodes doivent être dans la mesure du possible standardisées entre les différents secteurs (production et périphériques) ; ce qui n'exclut pas l'adaptation essentielle de la méthode au matériel.

Avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être de plus en plus fiables, la proportion des pannes accidentelles sera mieux maîtrisée. La maintenance préventive diminuera quantitativement d'une façon systématique mais s'améliorera qualitativement par la maintenance conditionnelle [13].

III.4.10-La maintenance préventive prévisionnelle

C'est une maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien (EN 13306 : avril 2001).

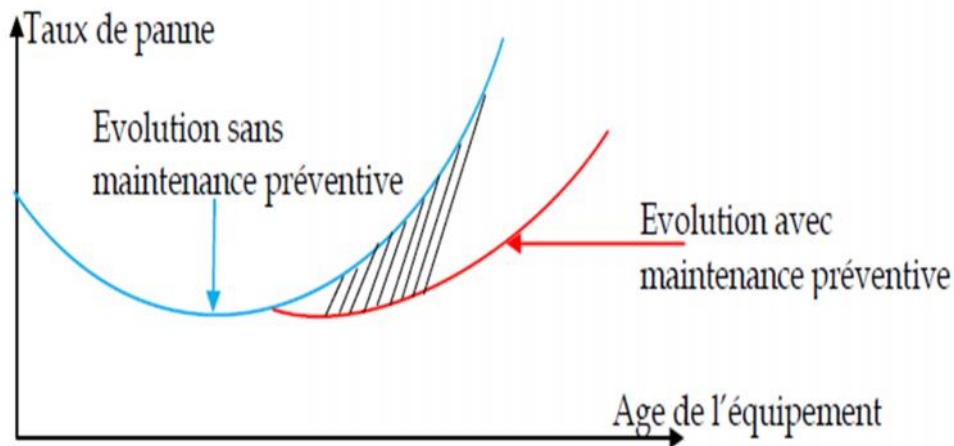


Figure III.7 : Effet d'une bonne maintenance préventive [13]

III.5 - La gestion des intervenants

❖ Communication dans le service maintenance

Nous allons présenter à travers le graphe ci-dessous le système de communication en relation avec une intervention corrective, depuis l'apparition d'une défaillance jusqu'à la remise en fonctionnement de l'équipement défaillant.

Dans la présentation qui va suivre, nous allons utiliser les acronymes suivants :

DT : demande de travail, ou **DI**, demande d'intervention, ouvrant un n° de référence, provenant du « client interne »,

OT : ordre de travail, géré par l'ordonnancement,

BT : bon de travail, accompagnant la préparation et retourné complet après intervention,

DA : demande d'approvisionnement

BSM : bon de sortie de magasin

La figure ci-dessous illustre les différents flux d'information à l'intérieur du service.

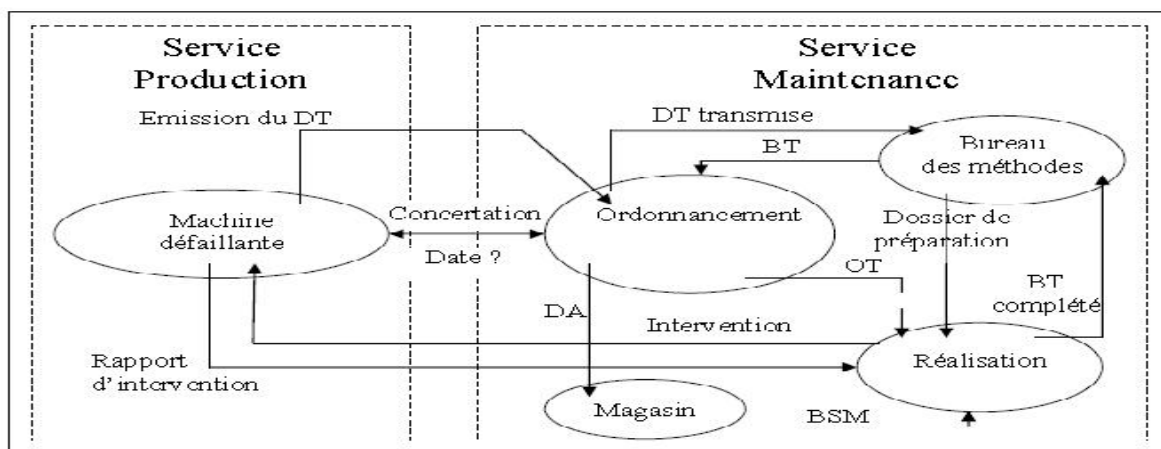


Figure III.8 : Procédure d'intervention corrective [11]

Nous voyons dans ce graphe la position stratégique de la fonction ordonnancement pour la qualité de la communication.

Un problème d'ordonnancement consiste à organiser dans le temps la réalisation de tâches, compte tenu de contraintes temporelles (délais, contraintes d'enchaînement) et de contraintes portant sur la disponibilité des ressources requises.

L'ordonnancement dans la maintenance est le système de communication relatif à une intervention corrective, entre le moment d'apparition et la remise à niveau de l'équipement défaillant [11].

- Mission de l'Ordonnancement

- Ñ Prévoir la chronologie du déroulement des tâches
- Ñ Optimiser l'utilisation des moyens nécessaires, et les rendre disponibles
- Ñ Lancer les travaux au moment choisi
- Ñ Contrôler l'avancement et la fin des tâches, et prendre en compte les écarts entre prévisions et réalisations.

- Les 3 étapes de l'ordonnancement

- a) La planification : qui vise à déterminer les différentes opérations à réaliser, les dates correspondantes, et les moyens matériels et humains à y affecter.
- b) L'exécution : qui consiste à la mise en œuvre des différentes opérations définies dans la phase de planification.
- c) Le contrôle : qui consiste à effectuer une comparaison entre planification et exécution, soit au niveau des coûts, soit au niveau des dates de réalisation.

Pour pouvoir fonctionner correctement le service d'ordonnancement a besoins d'informations provenant du bureau des méthodes :

1. Lorsqu'une machine tombe en panne, le service production émet une demande de travail à l'ordonnancement du service maintenance.
2. L'ordonnancement transmet cette demande au bureau des méthodes. Considéré comme le centre vital du service de maintenance.
3. Après avoir localisé et déterminé la défaillance, le bureau des méthodes lance un bon de travail pour l'ordonnancement et transmet le dossier de préparation au technicien de maintenance qui va exécuter la réparation.
4. Avant de partir sur site, l'ordonnancement doit préparer une demande d'approvisionnement.
5. Pour le technicien. Cette demande lui permettra de recevoir les pièces de rechange du magasin. Lors de la réception, le technicien recevra un bon de sortie du magasin.
6. Après la réception des pièces de rechange, le technicien entamera la procédure de réparation.
À la fin de l'intervention, le technicien doit mettre en marche la machine pour s'assurer de l'efficacité de réparations exécutées.

7. Après avoir terminé l'exécution des réparations, le technicien doit transmettre le rapport de l'intervention au bureau des méthodes pour le classer dans l'historique.
8. Finalement la production doit informer l'ordonnancement de la reprise de l'exploitation de la machine [12].

Remarque

La **DT** peut être déclenchée par la production (cas de l'action corrective du graphe) ou par l'ordonnancement lui-même (cas d'actions préventives) [13].

III.6 – Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO)

III.6.1-Définition

Par définition une GMAO, signifie Gestion de la maintenance assistée par ordinateur. Historiquement la GMAO a émergé parallèlement à la Gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO). Son but est d'organiser et d'optimiser la maintenance à l'intérieur d'une entreprise.

Les fonctions principales d'une GMAO sont utilisées pour répondre à des objectifs précis dans l'entreprise et notamment l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé (AFNOR).

Les fonctions les plus courantes de ces progiciels sont :

- Ñ Gestions des actifs : équipements, localisations, bâtiments, réseaux, ordinateurs...
- Ñ Gestion de la maintenance : corrective et curative (avec OT : ordre de travaux, ou BT : bon de travaux, ou ODM : ordre de maintenance), préventive (périodique, conditionnelle, prédictive)...
- Ñ Gestions des stocks : magasins, quantités minimum, maximum, de réapprovisionnement, analyse ABC, pick-lists, référencement et recherche, articles de rechange, catalogue fournisseurs...
- Ñ Gestions des achats : de pièces détachées ou de services (sous-traitance, forfait ou régie), cycle devis / demande d'achat / commande / réception & retour fournisseur, facturation...
- Ñ Gestion du personnel et planning : activités, métiers, planning de charge, prévisionnel, pointage des heures...
- Ñ Gestion des coûts et budget : de main d'œuvre, de stocks, d'achat, de location de matériel... préparation des budgets, suivi périodique, rapports d'écart...
- Ñ KPI : Key Performance Indicators, cockpit de pilotage ou tableau de bord pour le manager (requêtes de base de données concernant des statistiques, des alertes, etc.)

Le principal objectif de la maintenance a longtemps été de réduire la durée d'immobilisation des équipements. On demande aujourd'hui aux responsables de Maintenance de maîtriser un ensemble de paramètres ayant une influence directe sur la fiabilité des équipements, les coûts d'exploitation et la qualité des produits et des services.

Ils doivent ainsi à tout moment :

- Maîtriser les coûts des installations et connaître l'impact financier de leurs décisions
- Maîtriser les interventions, les plannings et leur coût
- Optimiser les moyens humains et techniques
- Optimiser les stocks de pièces de rechange
- Connaître en détail les installations techniques et tenir la documentation
- Formaliser et capitaliser le retour d'expérience notamment en ce qui concerne les pannes et leurs causes [15].

III.6.2-Les approvisionnements et les stocks



Figure III.9 : Amélioration de la gestion des stocks.

Une bonne stratégie d'approvisionnement des articles de maintenance ainsi que la rationalisation de leur utilisation, permet d'importantes économies tout en améliorant la fiabilité globale de l'outil de production. Dans la nomenclature et l'immatriculation des articles, leur valorisation et inventaire, les réapprovisionnements, une GMAO digne de ce nom doit permettre et supporter de nombreux choix.

Les bénéfices obtenus lors de la mise en œuvre d'une GMAO sont :

- Réduction des coûts de main d'œuvre, de pièces détachées, de traitement administratif
- Amélioration de la fiabilité et de la disponibilité des équipements
- Meilleure gestion des coûts, préparation des budgets et aide aux Appels d'Offres
- Amélioration du REX : Retour d'Expérience et de l'Historique des travaux de maintenance
- Amélioration de la planification des interventions, recherche du ratio préventif/correctif optimal en fonction de l'industrie
- Amélioration de la gestion des stocks [16].

III.6.3-Mise en place d'une GMAO

Citons trois principales étapes pour la mise en place de la GMAO:

- a) Élaboration d'un cahier des charges, par la mise en place d'un groupe multidisciplinaire. Consultation de fournisseurs et examen des références et de tout l'environnement du progiciel : pérennité du fournisseur, support informatique, existence de services associés comme les clubs utilisateurs, performance des supports de maintenance (notamment téléphoniques), de l'intégration, de la formation, existence d'un système qualité, stabilité de l'équipe de conception.
- b) Nomination d'un chef de projet interne GMAO : c'est l'étape cruciale, une revue annonçait récemment 30 % d'échecs liés à la méconnaissance de cette étape. Le rôle de ce chef de projet est en effet multiple : préparation des hommes et des méthodes à l'arrivée du progiciel, implication du management concerné, préparation des supports techniques, phasage du projet, supervision des budgets, préparation des bases de données.
- c) Consultation et formation des utilisateurs : À tous les niveaux, les utilisateurs attendent de la GMAO qu'elle soit une aide dans leur travail avec un minimum de contraintes. La consultation des utilisateurs doit permettre un paramétrage efficace de l'application, en veillant par exemple à ce que le nombre d'écrans nécessaires à un utilisateur soit minimal, tout en permettant un travail ergonomique. La formation doit être faite " en situation ", c'est à dire après intégration et configuration de l'application. L'intégrité des données, essentielle à la crédibilité ultérieure de l'application, dépend du soin apporté à la réalisation de cette étape [15].

III.6.4-Différentes structures et adoption de la GMAO

Tous les secteurs d'activité qui ont des actifs à maintenir sont intéressés par l'exploitation d'un outil de GMAO. On peut citer les secteurs suivants :

1. Industrie (production, automobile, pharmacie...)
2. Énergie (Gaz, Pétrole, Électricité...)
3. Transport (routier, ferroviaire, aérien...)
4. Médical (hôpitaux)
5. Immobilier (HLM, locatif, d'entreprise et sièges sociaux, moyens généraux...)
6. Grande distribution
7. etc. [17].

III.6.5- Conclusion sur la GMAO

La GMAO est un outil qui nous permet de saisir l'information en temps réel et nous aide à prendre les bonnes décisions au sujet des équipements et des bâtiments.

Plus précisément, la GMAO nous facilite la planification effective pour les fonctions d'entretien de notre entreprise. Elle nous aide à améliorer la productivité en veillant au bon

fonctionnement des équipements, en réduisant le temps d'arrêt, elle permet l'amélioration du rendement de travail.

La GMAO nous aide à abaisser les frais d'exploitation et aussi à rester au courant des obligations légales et les responsabilités (ascenseurs, systèmes de protection contre l'incendie...).

Elle permet également de réduire les primes d'assurance et, d'enregistrer et stocker l'information valable.

III.7 - Conclusion

La rationalisation de la maintenance industrielle passe par l'outil informatique, mais aussi par la remise en cause de l'organisation de la fonction maintenance, ce qui est le critère primordial, pour le choix du logiciel le mieux adapté aux besoins de l'entreprise.

La GMAO apporte des changements bénéfiques du point de vue discipline dans le travail en respectant les procédures, et fait adopter une organisation qui fait participer tous les acteurs à sa mise en application.

Dans le chapitre suivant, nous allons parler de l'organisation du service maintenance au niveau de l'entreprise Maghreb Emballage spécialisée dans la fabrication du carton ondulé. Cette organisation joue un rôle essentiel dans l'efficacité de la maintenance des différents dispositifs de production.

IV.1- Introduction

Dans ce chapitre, nous allons illustrer tous les concepts relatifs à la maintenance vus dans les chapitres précédents, en particulier ceux associés à l'organisation de la maintenance ainsi qu'à la gestion de cette fonction dans une entreprise et également l'utilisation de la GMAO pour assurer une gestion automatisée de la maintenance. Ceci à travers la présentation de l'application de ces concepts au niveau de l'entreprise Maghreb-Emballage.

La bonne qualité de l'organisation de la maintenance et de sa gestion, ainsi que l'utilisation de la GMAO sont devenues aujourd'hui primordiales à la compétitivité d'une entreprise. Elles participent en grande partie à l'augmentation de la productivité de l'entreprise, en assurant la continuité du processus de fabrication. Ceci en réduisant les temps d'arrêt dû entre autres aux pannes et aux réparations des moyens de production et ainsi réduire les coûts engendrés par ces derniers.

IV.2- Présentation de la société Maghreb-emballage



Figure IV.1 : L'entreprise Maghreb-emballage

IV.2.1-Rappel historique de Maghreb emballage

Cette ancienne tonnellerie, créée en 1948, évolua rapidement vers le carton ondulé et installa en 1974 sa première onduleuse de marque espagnole, Caballé, en laize 2000 mm. Cette machine permettait une production de 35 mètres/minutes en moyenne (40 m/min en pointe !) pour une production annuelle de 5.000 à 6.000 tonnes/an.

En 2001, Maghreb emballage opte pour un investissement assez lourd, elle installe et mis en production une nouvelle machine de haute performance d'un grand fabricant de machines de carton ondulé BHS. Quelques semaines après le démarrage de la BHS, la vitesse moyenne était déjà de 160 m/min. Cette machine équipée d'un seul Module Facer, C et E, comprenait un certain nombre d'éléments d'occasion.

Pour Maghreb Emballage, cet investissement fut essentiel à sa survie. Au fur et à mesure, les éléments d'occasion ont été remplacés pour arriver au dernier investissement : un deuxième Modul Facer à tapis, B et C, pour proposer du double/double.

Après seulement 8 ans, Maghreb Emballage est considéré comme l'un des deux leaders du marché algérien avec une production annuelle de 33.000 tonnes et à une vitesse moyenne de 230 m/mn pour des vitesses de pointe de 314 m/mn.

En constante évolution depuis 1948, Maghreb Emballe mise sur une technologie de pointe et sur les processus les plus efficaces, tout en préservant les valeurs d'une entreprise familiale : l'amélioration permanente de ses produits, la spécialisation de ses services, la durabilité et la communication avec sa clientèle pour un avenir meilleur.

Maghreb Emballage est une entreprise possédant une longue expérience et poursuivant une recherche permanente et innovante en termes de fabrication de contenants, emballages, et tout produit en carton ondulé apportant une valeur ajoutée et une plus grande souplesse dans tous les secteurs de production.

Créée en 1948, forte de plus de 400 salariés, disposant de 03 sites de production et dépôts à Oran, Maghreb Emballage s'est appuyée sur son expérience de plusieurs décennies sur le marché très exigeant de l'emballage pour proposer son savoir-faire et ses services aux industriels. Cette entreprise couvre l'ensemble du territoire national et assure un service de proximité au quotidien.

IV.2.2 - Domaines d'activités

Maghreb emballage est une entreprise de production et de transformation de tous types d'emballages en carton ondulé, située à Oran (Algérie). Elle a commencé son activité commerciale en 1948 et est devenue aujourd'hui une icône importante dans le secteur des emballages en carton ondulé en tous genres. Elle jouit d'une expérience acquise à travers ces longues années d'existence, et une connaissance accrue du domaine. Maghreb Emballage emploie plus de 400 employés. Ses locaux et terrains destinés à la production occupent une surface de 50.000 m².

IV.3 - Organisation de l'entreprise Maghreb-Emballage

Un organigramme est une représentation schématique de la structure, le plus souvent pyramidale, d'une entreprise ou d'un service mettant en évidence les domaines de responsabilité de chaque composant. Il répond à la question « qui fait quoi ? » et il illustre verticalement la hiérarchie des hommes (modèle militaire) ou des fonctions (modèle industriel).

Toute réorganisation profonde implique une modification d'organigramme. Ainsi, nous pourrions dire qu'un organigramme rationnel est une condition nécessaire, mais non suffisante, à la réalisation d'une maintenance efficace.

Le service maintenance est en relation interne avec :

- la direction technique : politique et grands projets à mettre en œuvre,
- la direction financière : budgets de fonctionnement et d'investissement,
- la direction du personnel (DRH) : personnel interne et renforts, sécurité,
- les achats : approvisionnements, contrats externes,
- les études : implantations, améliorations « lourdes », travaux neufs lorsqu'ils ne sont pas regroupés au sein du service,
- le magasin (lorsqu'il est centralisé) : fournitures des rechanges et consommables,
- le Service qualité, s'il est séparé de la production.

Le service maintenance a par ailleurs des relations externes avec des fournisseurs, des prestataires et avec des fournisseurs d'équipements techniques (commerciaux et SAV).

IV.3.1 - Organigramme de Maghreb-Emballage

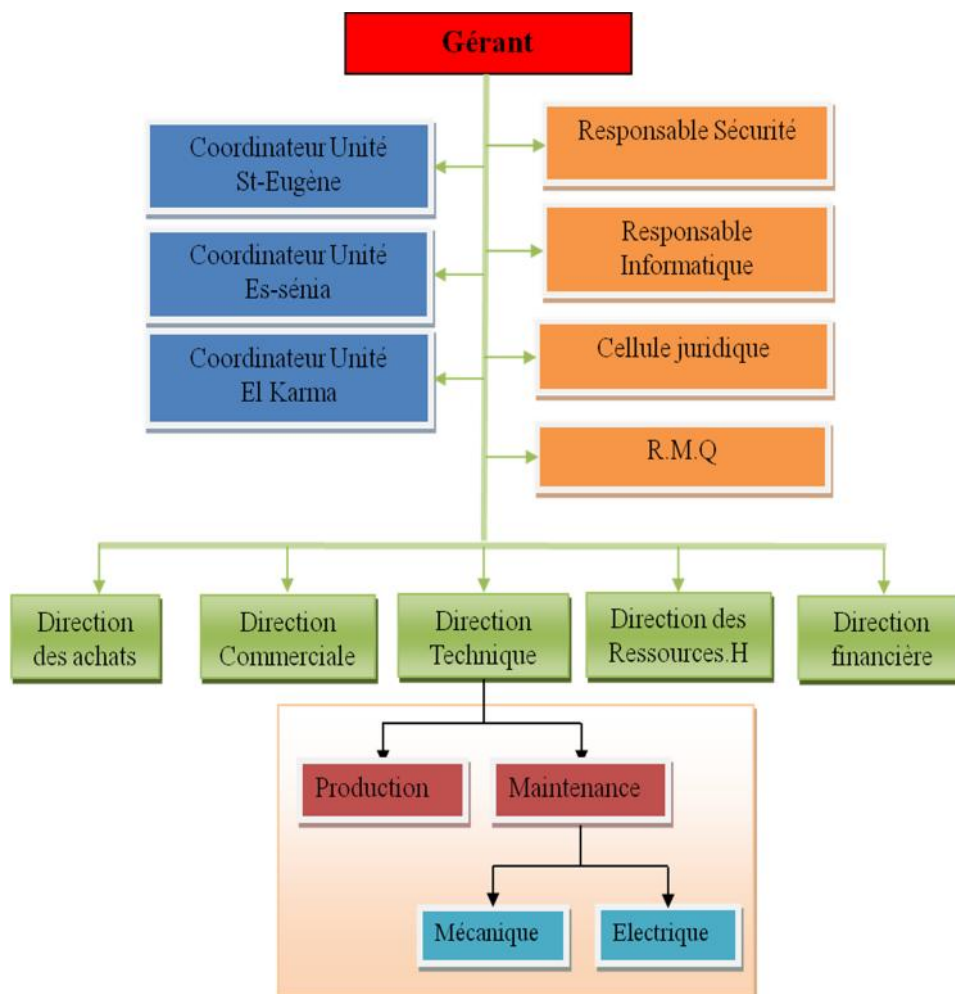


Figure IV.2 : Organigramme de Maghreb-Emballage

IV.4 – Le carton ondulé

La fabrication de carton ondulé se réalise donc dans un milieu industriel de pointe, où la compétitivité est toujours à l'ordre du jour, où l'innovation et la recherche restent une dynamique permanente pour satisfaire aux besoins du marché, tant en emballage pur qu'en marketing de distribution.

Ce carton d'emballage que l'on croise tous les jours, auquel on ne fait pas attention, que l'on utilise in fine pour allumer un feu dans la cheminée, représente le produit et le savoir faire d'une industrie comprenant plus de 400 entreprises employant environ 17500 personnes, et réalisant annuellement un chiffre d'affaires qui dépasse les 2.7 milliards d'Euros.

L'emballage en carton ondulé permet de garantir de façon optimale le transport et le stockage des produits alimentaires dans le respect des normes d'hygiène en vigueur :

- Il est tout d'abord à usage unique, ce qui rend impossible les risques de contamination par Utilisation répétée du même emballage.
- D'autre part, tout emballage en carton ondulé utilisé est par la suite recyclé, subissant durant Le processus de recyclage des hausses de température, fatales aux principales sources de Contamination.

Les principales fonctions de l'emballage sont de conditionner, de stocker, de transporter et de vendre un produit.

IV.5 - Rappel historique sur le carton ondulé

Le carton ondulé est un matériau d'emballage

1871 : Première utilisation du papier ondulé aux États-Unis. En effet c'est un Américain Albert L. Jones qui déposa un brevet concernant la fabrication d'une feuille de papier ondulée, À partir d'une feuille plane humidifiée et passée entre deux cylindres cannelés chauds.

1874 : Un autre Américain, Olivier Long, découvre qu'en collant une feuille plane sur une face Du papier ondulé, celui-ci garde sa forme lorsqu'on le tend ou lorsque l'on exerce une Pression sur lui. C'est la naissance du carton ondulé simple face, et aussi le départ de L'industrie du carton ondulé

1888 : Apparition du carton ondulé double face. Installation de la première onduleuse anglaise En France par une firme anglaise.

1891-1893 : Construction de la première onduleuse française

1895 : Apparition aux États-Unis des premières caisses à rabats appelées « caisses Américaines ».

1908 : apparaît aux États-Unis la première onduleuse avec les principes fondamentaux Actuels.

1914 : Le carton ondulé double-double fait son apparition. Création de la première machine Automatique française de fabrication de caisse en carton ondulé.

1920 : La vitesse de production des machines passe à 20 m/min, puis à 90m/min en 1940, à 200 m/min en 1970, pour dépasser les 300 m/min de nos jours

1968 : En France, la production de carton ondulé dépasse pour la première fois le million de Tonnes.

1989 : La production atteint les deux millions de tonnes

1998 : Les dernières onduleuses dépassent les 400 m/min

1999 : Chaque français utilise en moyenne 83 m² de carton ondulé

2000 : La production française franchit la barre des 3 millions de tonnes.

IV.6 - Processus de fabrication du carton ondulé

Le carton ondulé est produit par des machines appelées onduleuses. Ces machines très techniques peuvent produire jusqu'à 400 mètres de carton ondulé par minute. Les réglages dont elles disposent permettent de faire varier les ondulations des cannelures en fonction des usages auxquels est destiné le carton ondulé.

Le carton ondulé est constitué de l'assemblage par encollage de papiers de couverture plane maintenus à équidistance par des papiers de cannelure de forme ondulée dont l'épaisseur des profils varie de 1 mm environ à 8 mm et dont le poids moyen est de 575g/m². Les couvertures participent à la résistance mécanique et climatique de l'emballage et servent de support de communication et/ou d'information. Les cannelures assurent la rigidité de l'emballage mais aussi une élasticité maximale puisqu'elles servent d'amortisseurs en cas de chocs.

Pour offrir le maximum d'utilisations, le carton ondulé se décline sous de nombreuses formes dont les principales sont :

- **Simple face** ou SF :

Une couverture unique avec une cannelure solidarisée par un joint de colle.

- **Double face** ou DF :

Une seconde couverture s'ajoute au SF.

- **Double cannelure** ou DD :

Un second module SF s'ajoute au DF.

- **Triple cannelure** ou TC :

3 SF s'associent à une couverture.

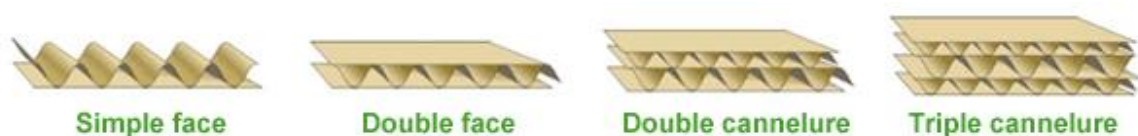


Figure IV.3 : Les nombreuses formes de carton ondulé

IV.7 – Utilisation du carton ondulé

Le carton ondulé est utilisé comme matériau d'isolation, de construction, et de conditionnement intérieur, mais il est presque exclusivement utilisé dans le domaine de l'emballage, et notamment pour produire :

- des caisses américaines ou « caisses à rabats »
- des plateaux
- des boîtes pliantes
- des présentoirs
- des containers...

IV.8 - Parc machines

- L'onduleuse appelée aussi le Train onduleur est:

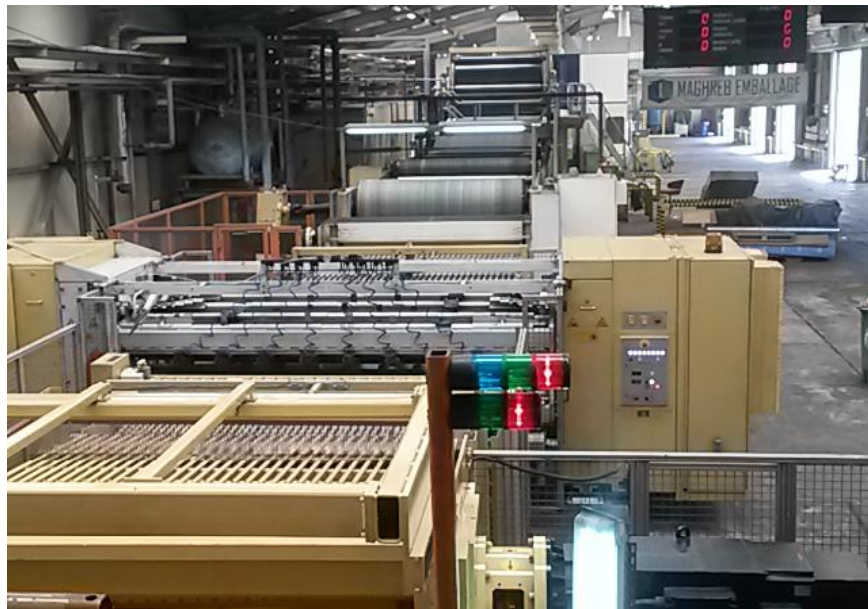


Figure IV.4 : Parc machines

- destinée à la fabrication des plaques de carton ondulé à partir de bobines de papier.
- composée de deux parties principales, appelée « partie humide » et « partie sèche ».

C'est un ensemble de machines à carton ondulé haute performance, pouvant atteindre une longueur de 150 mètres et un poids de 500 tonnes, et garantissant quotidiennement des performances de production jusqu'à 50 000 m²/heure. Outre cela, elles doivent pouvoir fonctionner sans faille et assurer une production sans rebut en étant exposées à des influences telles que la chaleur, l'humidité, la colle, la poussière et les résidus de fibres de papier.

- Machines de transformation de carton appelée Case Maker : représentées dans la figure suivante.



Figure IV.5 : Machines de transformation de carton (Case Maker)

IV.9 – Service maintenance

- Organisation de la fonction maintenance à Maghreb Emballage : Elle se fait selon le diagramme ci-dessous.

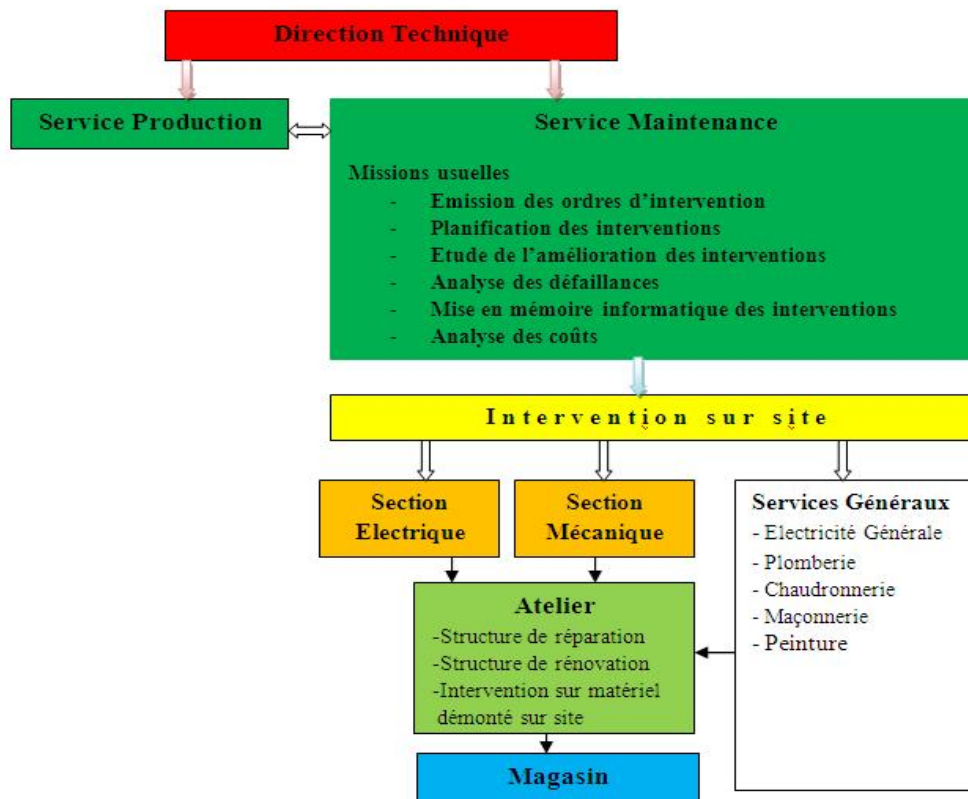


Figure IV.6 : Organisation de la fonction maintenance à Maghreb Emballage

IV.10-Gestion de la maintenance à Maghreb-Emballage

IV.10.1- Demande d'intervention

Num	Date	Demandeur	Groupe	Machine	Composant	Description	Nat	Prio	Validée	OT fait
557	11-03-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	pompe n1 fuite dancre	Méc	Haute		
556	12-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	armoire module1 non pret	Elec	Normale		
555	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	armoire1-varianteur module1 non pret	Elec	Haute		
554	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Verrouillage C	PB verrouillage sloter et decoupeur	Elec	Normale		
553	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Lapis De Tran	pb decalage de tapis	Méc	Normale		
552	10-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	pb n1	Méc	Normale		
551	22-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Signode	Rouleau d'ent	PB COURTOIT GUCHE SIGNODE	Méc	Haute		
550	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Calibrage Por	PB MODULE N1	Méc	Haute		
549	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	arret freonte pb module n1	Méc	Haute		
548	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Reglage Du C	pb module n1 quatre	Méc	Basse		
547	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Cylindre Capu	pb module n1 quatre	Méc	Basse		
546	20-01-2016	Chouarfa.N	6 (R)	Slottor		courtoie	Méc	Normale		
545	20-01-2016	Chouarfa.N	6 (R)	Impression	Impr 1	Réducteur	Méc	Haute		
544	14-09-2015	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Calibrage Por	pb module 2 quatre	Elec	Haute		
543	08-09-2015	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Cylindre Capu	maintenace	Méc	Haute		
542	08-09-2015	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Reglage Du C	maintenace	Méc	Haute		
541	07-09-2015	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Reglage Du C	serrage caoutchouté	Méc	Haute		
540	15-08-2015	Bekhalami.M	6 (R)	AAR	SOR	TAI OUISIF	Elec	Normale		
539	13-06-2015	Khelifa.K	6 (R)	MF 1	Colleuse	fuite barrage de colle	Méc	Haute		
530	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 1	SPL 3	rouleau deflecteur	Méc	Haute		

Figure IV.7 : Présentation de toute la liste des demandes d'intervention

Num	Date	Demandeur	Groupe	Machine	Composant	Description	Nat	Prio	Validée
557	11-03-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	pompe n1 fuite dancre	Méc	Haute	
556	12-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	armoire module1 non pret	Elec	Normale	
555	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	armoire1-varianteur module1 non pret	Elec	Haute	
554	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Verrouillage C	PB verrouillage sloter et decoupeur	Elec	Normale	
553	11-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Lapis De Tran	pb decalage de tapis	Méc	Normale	
552	10-02-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Module1	pb n1	Méc	Normale	
551	22-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Signode	Rouleau d'ent	PB COURTOIT GUCHE SIGNODE	Méc	Haute	
550	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Calibrage Por	PB MODULE N1	Méc	Haute	
548	21-01-2016	Kroussa.M	6 (R)	Rapidset	Reglage Du C	pb module n1 quatre	Méc	Basse	
546	20-01-2016	Chouarfa.N	6 (R)	Slottor		courtoie	Méc	Normale	
545	20-01-2016	Chouarfa.N	6 (R)	Impression	Impr 1	Réducteur	Méc	Haute	
539	15-06-2015	Khelifa.K	6 (R)	MF 1	Colleuse	fuite barrage de colle	Méc	Haute	
538	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 1	SPL 3	rouleau deflecteur	Méc	Haute	
536	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 2	Lapis	déplacement du tapis	Elec	Haute	
535	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 2	Colleuse	manometre en panne	Méc	Haute	
534	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 2	Colleuse	mauvais collage	Méc	Haute	
533	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 1	SPL 4	mauvais raccord	Méc	Haute	
532	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 1	Colleuse	fuite de colle	Méc	Haute	
531	22-05-2015	Abdellil	6 (R)	MF 1	SPL 3	mauvais capure + bruit	Méc	Haute	
529	27-01-2015	Khalifa.K	6 (R)	HQ-M	Cap 2	HQM-2	M/F	Haute	

Figure IV.8 : Liste des demandes d'intervention en attente de validation par la hiérarchie

Chapitre IV : Application pratique : Mise en application et gestion de la maintenance dans une entreprise de fabrication de carton ondulé

Demandaes intervention Vue : Toutes Attente de validation Validées Retenées

Actions Ajouter Recherche :

Num	Date	Demandaeur	Groupe	Machine	Composant	Description	Nat	Pri	Validée	OT Fait
519	21-01-2016	Kroussa.M	6 18	Rapidset	Module 1	areet freante pb module n1	Méc	Haute	●	●
537	22-05-2015	Abdelli.H	6 18	HQ-M	Coul 2	mauvoise coupure	Méc	Haute	●	●
530	27-01-2015	Khalifa.K	6 18	MF 2	Colleuse	rapprochement	M/F	Haute	●	●
520	10-01-2015	Abdelli.H	6 18	DWR		easy mover	M/F	Haute	●	●
514	12-01-2015	Abdelli.H	6 18	MF 2	YZR 600	fuite de vapeur	Méc	Haute	●	●
198	08-09-2014	Abdelli.H	6 18	MF 1	MF	fuite de vapeur	Méc	Normale	●	●
495	17-08-2014	Abdelli.H	6 18	AAR	Rec Bosse	dysfonctionnement	Elec	Normale	●	●
405	11-08-2014	Amouziane.L	6 18	Signode	Déplacement	centrage élément	Flac	Normale	●	●
480	15-07-2014	Amouziane.L	6 18	Signode		courroie signode	Méc	Normale	●	●
176	06-07-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	DWR	fuite de vapeur	Méc	Haute	●	●
473	06-07-2014	Abdelli.H	6 18	MF 1	MF	fuite de vapeur	Méc	Haute	●	●
419	30-04-2014	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 4	vibration module n 4	Mér	Normale	●	●
464	20-04-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	DWR	les pattins	Méc	Normale	●	●
464	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	DWR	les pattins	Méc	Normale	●	●
163	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	MF 1	ConvInc	arbre déplacé	Méc	Haute	●	●
463	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	MF 1	ConvInc	arbre déplacé	Méc	Haute	●	●
460	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	TAP-Sup	fièvre	Mér	Haute	●	●
450	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	DWR	pompe de condensat	Méc	Haute	●	●
457	23-04-2014	Abdelli.H	6 18	DWR	CU-M 2	bloccage	Elec	Haute	●	●
152	21-04-2014	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Tapls De Tran	tapls de déplace	Méc	Normale	●	●

Total : 302 Pages : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 15 - 20 - 30 - 50
 Filtrer : A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M - N - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z

Figure IV.9 : Liste des demandes d'intervention validées

Demandaes intervention Vue : Toutes Attente de validation Validées Retenées

Actions Ajouter Recherche :

Num	Date	Demandaeur	Groupe	Machine	Composant	Description	Nat	Pri	Validée
547	21-01-2016	Kroussa.M	6 10	Rapidset	Cylindre Couu	pb module n4 quatre	Méc	Haute	✗
544	14-04-2015	Kroussa.M	6 18	Rapidset	Calibrage Bar	pb module 2 quatre	Haute	Haute	✗
543	08-09-2015	Kroussa.M	6 18	Rapidset	Cylindre Couu	maintenense	Méc	Haute	✗
542	08-09-2015	Kroussa.M	6 18	Rapidset	Keplage Du C	maintenense	Méc	Haute	✗
541	07-09-2015	Kroussa.M	6 18	Rapidset	Recloge Du C	sérrage caoutchouté	Méc	Haute	✗
540	15-08-2015	Delktaoul.M	6 18	AAR	Sortie	JALOUSIE	Elec	Normale	✗
510	12-01-2015	Abdelli.H	6 18	AAR	Réception bar	huile d'imbit	Méc	Normale	✗
472	30-04-2014	Amouziane.L	6 10	Signode	Tête de la table	pb tête	Méc	Normale	✗
471	30-04-2014	Amouziane.L	6 10	Flieuse		trap de bruit aspirateur	Mér	Normale	✗
170	30-04-2014	Amouziane.L	6 18	Slotter		trap de bruit d.r.b	M/F	Normale	✗
166	21-04-2014	Amouziane.L	6 18	Rapidset		les curseurs	Méc	Normale	✗
403	02-10-2013	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 2	pb Imprètion module n°2 coté opérateur	Méc	Normale	✗
402	02-10-2013	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 3	pb Imprètion module n°2 coté opérateur	Méc	Normale	✗
400	02-10-2013	Amouziane.L	6 10	Rapidset	Module 1	pb Imprètion module n°1 coté opérateur	Méc	Normale	✗
399	18-09-2013	Khalifa.K	6 18	DWR	SP-X350 Suli	mauvoise coupure	Méc	Normale	✗
394	08-09-2013	Abdelli.H	6 18	DWR	Tapls Superbia	tapls coté en bas	Méc	Haute	✗
393	01-09-2013	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 2	calibrage module n°2 bloccé	Méc	Normale	✗
389	26-08-2013	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 3	ils faut changée cylindre caoutchouté	Méc	Normale	✗
305	25-08-2013	Amouziane.L	6 18	Pleuse		tapls de aspirateur déplacé	Méc	Normale	✗
303	25-08-2013	Amouziane.L	6 18	Rapidset	Module 2	chanal pompe de retour	Méc	Normale	✗

Total : 110 Pages : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 15 - 20 - 30 - 50
 Filtrer : A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M - N - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z

Figure IV.10 : Liste des demandes d'intervention rejetées

pb module n° quatre - Mozilla Firefox

Informations

DI n° : 547

Machine: Pbl18 / Rapidset / Cylindre Coateurcuté

Description: pb module n° quatre

Nature: Méc / Priorité: Basse

Description détaillée (facultative)

Modifier

Cause du rejet

de_a en_cour de traitement

Créée par : Kouzza M
Le : 21-01-2016 14:27:53

Majetée par :
Le : 07-02-2016 10:29

Figure IV.11 : Modèle d'un formulaire de demande d'intervention

IV.10.2 – Présentation des ordres de travail (OT)

Num	Debut	Groupe	Machine	Composant	Description	Nat	Prio	Type	Fait
4388	26-05-2016 22:25	MOUSCA	Compneur		réparateur	Méc	Basse	Curulil	
4389	26-05-2016 11:00	MOUSCA	MF 2	SPL 2	reglage de tension courroie	Méc	Normale	Preventif	
4387	26-05-2016 10:30	MOUSCA	DWR		verification groupe hydraulique	Méc	Normale	Preventif	
4302	26-05-2016 10:00	MOUSCA	MF 2	Pont	Le roue de mesure	Méc	Normale	Preventif	
4381	26-05-2016 09:00	MOUSCA	Musca		pb courroie d'entrée	Méc	Normale	Curulil	
4384b	25-05-2016 15:00	MOUSCA	Imprimeuse		systeme d'aspiration tapis	Méc	Normale	Preventif	
4384a	25-05-2016 08:30	MOUSCA	Margeur		verification entraînement	Méc	Normale	Preventif	
4381	25-05-2016 08:00	MOUSCA			maintenance hebdo	Méc	Normale	Preventif	
4300	24-05-2016 12:00	MOUSCA	MF 2	Deroul2	chang. plaquettes de frein	Méc	Normale	Preventif	
4376	24-05-2016 09:00	MOUSCA	MF 2		maintenance 80h et 24h	M/E	Normale	Preventif	
4370	24-05-2016 09:00	MOUSCA	HQ-M		maintenance 1000h	Méc	Normale	Preventif	
4374	23-05-2016 11:00	MOUSCA	Rapidset	Module2	pb guide carton qui touche le cli	Méc	Normale	Preventif	
4371	23-05-2016 11:00	MOUSCA	MF 2	SPL 2	remplacement lames a ressort	Méc	Normale	Preventif	
4373	23-05-2016 10:00	MOUSCA	Rapidset	Tapis De Trai	bruit sur tendeur courroie prin	Méc	Normale	Preventif	
4370	23-05-2016 09:00	MOUSCA	SRA	Cont7	mauvais casse	Méc	Normale	Curatif	
4375	23-05-2016 00:00	MOUSCA	AAK	Rec Basse	pb souplesse de la 1er brosse	Méc	Normale	Preventif	
4372	23-05-2016 08:00	MOUSCA	AAK		maintenance hebdo	Méc	Normale	Preventif	
4369	22-05-2016 10:00	MOUSCA			déplacement lin de course	Flu	Normale	Curulil	
4368	19-05-2016 15:30	MOUSCA	Musca		pb poussoir guideur trip lies	Méc	Normale	Curulil	
4378	18-05-2016 15:30	MOUSCA	Imprimeuse	Impr 3	Pb centrage module 3	Méc	Normale	Preventif	En instance

Total: 4217

Filtrer: A - B - C - D - E - F - G - H - I - J - K - L - M

Figure IV.12 : Liste de tous les ordres de travail (OT)

IV.10.3 – Visualisation de l'état du stock

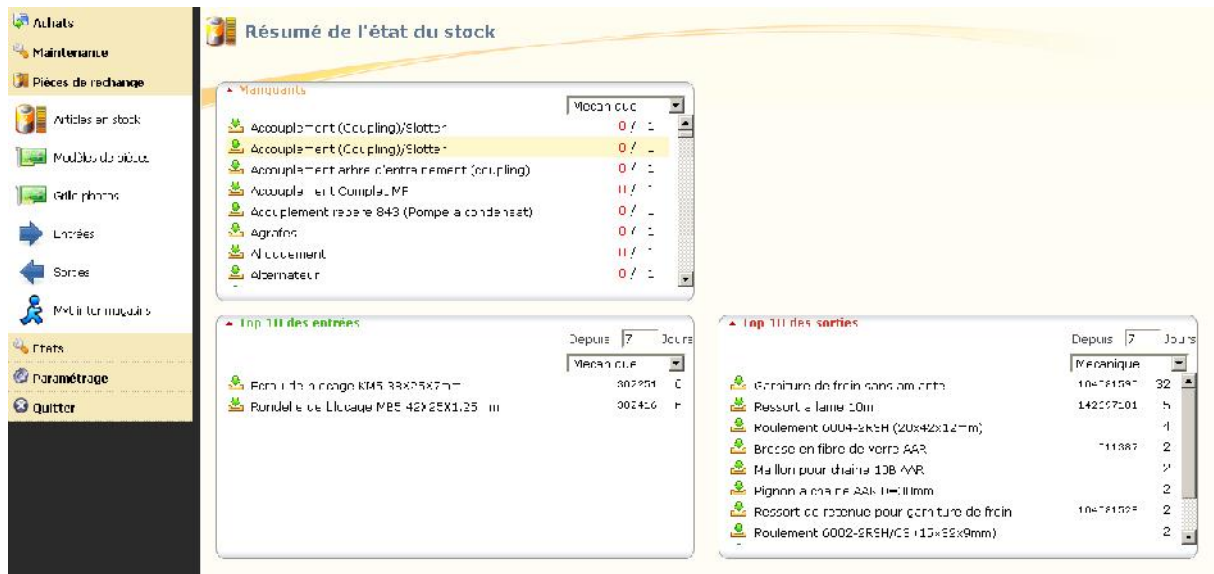


Figure IV.13 : La visualisation de l'état du stock



Figure IV.14 : Vue partielle du magasin de pièces de rechange

IV.11 - Méthodologie pour la résolution des défaillances

IV.11.1-Diagramme pour la résolution d'une défaillance

Les défaillances sont résolues au niveau de l'entreprise Maghreb-Emballage selon le l'organigramme suivant.

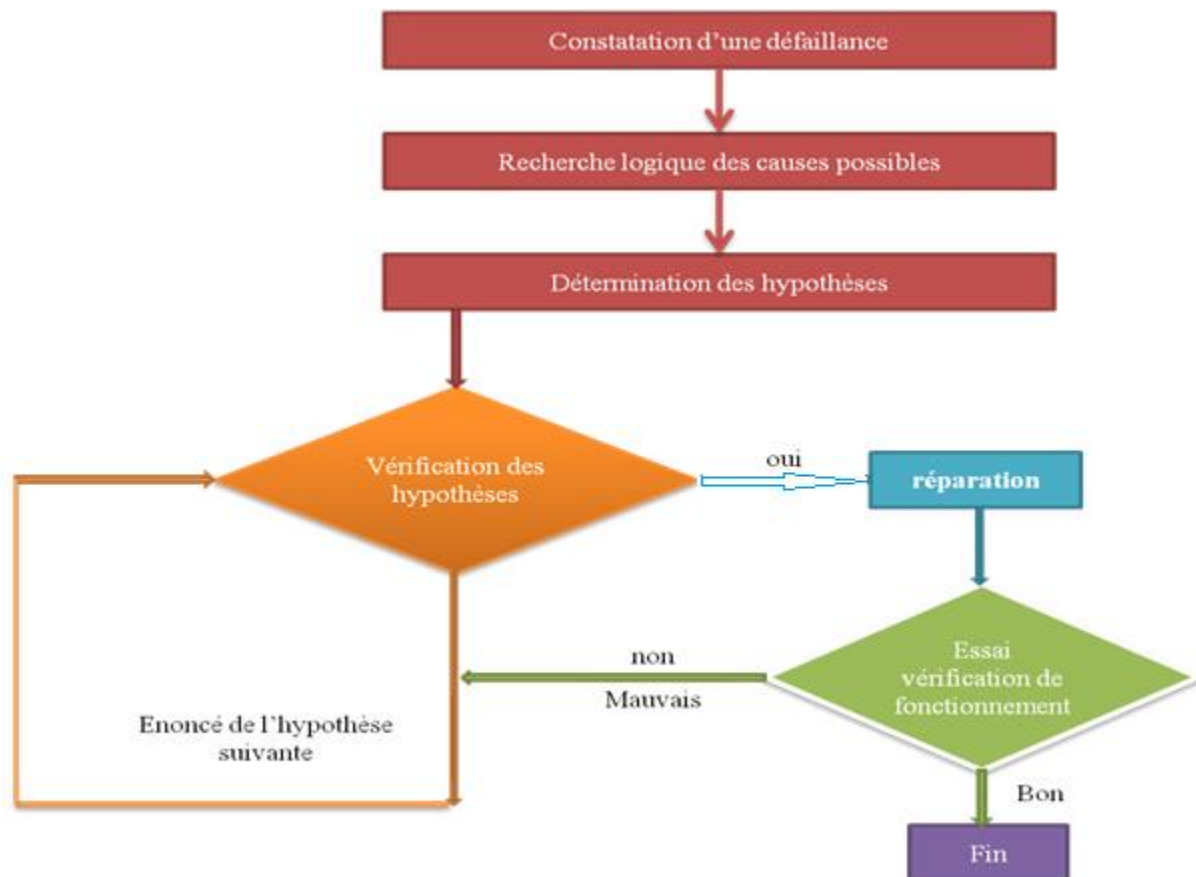


Figure IV.15 : Organigramme pour la résolution d'une défaillance [18]

IV.11.2-Méthodologie pour résoudre les défaillances

- **Diagnostic**

Le diagnostic en maintenance corrective permet d'identifier et d'émettre des hypothèses sur l'origine d'une défaillance d'un équipement. Le diagnostic suit une procédure partant de la constatation de la défaillance à la remise en état du système.

1. **Constatactions**

On détermine la défaillance du système.

2. **Hypothèses**

En fonction des constatations, on émet plusieurs hypothèses sur l'origine de la panne ; on classe ces hypothèses en fonction de la probabilité.

3. **Vérifications**

On effectue un test permettant de contrôler l'hypothèse.

Le test s'avère vérifié on intervient pour remédier à la défaillance puis on effectue un essai de fonctionnement sur l'équipement.

Le test s'avère négatif, on prend l'hypothèse suivante et ainsi de suite.

4. Les hypothèses

Elles sont classées dans un ordre logique de probabilités. On les répertorie dans un tableau et on précise le type de test que l'on effectue pour la contrôler et les précautions à appliquer. On peut utiliser le graphique causes effet pour les répertorier [18].

IV.11.3 Tableaux des pannes courantes et les remèdes

Dans le tableau ci-dessous nous retrouvons une partie des causes possibles de pannes les plus courantes.

Constatations ; Pannes	Défauts	Causes possibles
-Arrêt total de fonctionnement de l'appareil	Coupure de circuit	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Fusion d'un fusible. Ñ Détérioration d'un contact. • Coupure d'un conducteur
<ul style="list-style-type: none"> - Baisse de tension. - Coupure intermittente. - Risque d'incendie. - Risque d'arc. - Production de parasites. 	Mauvais contact	<ul style="list-style-type: none"> • Connexions mal serrées. • Oxydation de contact. • Echauffement d'une borne de connexion. • Soudure sèche.
<ul style="list-style-type: none"> -Déclenchement des appareils de protection. - Fusion des conducteurs. - Risque d'incendie 	Court-circuit	<ul style="list-style-type: none"> • Détérioration de l'isolant entre deux conducteurs • Mauvais branchement. • Intrusion d'un corps conducteur.
<ul style="list-style-type: none"> - Mise sous tension des masses métalliques. - Déclenchement des systèmes de protection 	Mise à la masse	<ul style="list-style-type: none"> • Défaut d'isolement entre un conducteur actif et une masse métallique.
<ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement anormal de l'équipement. - Dysfonctionnement entraînant l'arrêt du système. - Risque d'incendies. 	Composant défectueux	<ul style="list-style-type: none"> • Composants défectueux. • Échauffement anormal d'une résistance. • Claquage d'un semi-conducteur ou d'un isolant.

Tableau IV.1 : Les pannes courantes et les remèdes [18]

IV.11.4-Description des étapes du dépannage

Après apparition d'une défaillance, les hommes de maintenance doivent mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous.

Ces opérations s'effectuent par étapes et dans l'ordre suivant :

- **Test**

C'est à dire la comparaison des mesures avec une référence.

- **Détection**

Action de déceler l'apparition d'une défaillance.

- **Localisation**

Action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste.

- **Diagnostic**

Identification et analyse des causes de la défaillance.

- **Dépannage**

Réparation ou remise en état (avec ou sans modifications).

- **Contrôle**

Du bon fonctionnement après intervention.

- **Amélioration éventuelle**

C'est à dire éviter la réapparition de la panne.

- **Historique**

Mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure [18].

➤ **Le temps en maintenance corrective**

Les actions de maintenance corrective étant très diverses, il est toujours difficile de prévoir la durée d'intervention :

- Elle peut être faible (de quelques secondes pour réarmer un disjoncteur ou changer un Fusible à quelques minutes pour changer un joint qui fuit).
- Elle peut être très importante (de 0,5 à plusieurs heures) dans le cas du changement de Plusieurs organes simultanément (moteur noyé par une inondation).
- Elle peut être majeure en cas de mort d'homme (plusieurs jours si enquête de police).

Le responsable de maintenance doit donc tenir compte de ces distorsions et avoir à sa disposition une équipe « réactive » aux événements aléatoires. Pour réduire la durée des interventions, donc les coûts directs et indirects (coûts d'indisponibilité de l'équipement), on peut :

- Mettre en place des méthodes d'interventions rationnelles et standardisées (outillages Spécifiques, échanges standards, logistique adaptée, etc..).
- Prendre en compte la maintenabilité des équipements [11].

IV.11.5 Tableau des outils de surveillance

➤ **Choix des outils de surveillance**

Toutes les méthodes présentées précédemment, ne permettent pas de voir les mêmes types de défauts, ni de réaliser un diagnostic approfondi pour en connaître l'origine et la gravité du défaut. En effet, chaque méthode possède son champ d'application privilégié. Le tableau ci-dessous montre des comparaisons entre les différentes méthodes de maintenance préventive [13].

	Principaux avantages	Principales limitations	Champs d'applications privilégiés
Analyse vibratoire	<ul style="list-style-type: none"> - Détection de défauts à un stade précoce, - Possibilité de réaliser un diagnostic approfondi, - Autorise une surveillance continue, - Permet de surveiller de l'équipement à distance (télémaintenance). 	<ul style="list-style-type: none"> - Spectres parfois difficiles, - Dans le cas de surveillance continue, installations relativement coûteuses. 	Détection des défauts de tous les organes cinématiques de la machine (balourd, défauts d'alignement, jeux, etc.) et de sa structure.
Analyse d'huiles	<ul style="list-style-type: none"> - Détection d'une pollution anormale du lubrifiant, avant que celle-ci n'entraîne une usure ou un échauffement, - Possibilité de connaître l'origine de l'anomalie par analyse des particules, 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne permet pas de localiser précisément le défaut, - Nécessite de prendre de nombreuses précautions dans le prélèvement de l'échantillon. 	Contrôle des propriétés physico-chimiques du lubrifiant, détection d'un manque de lubrification, analyse des éléments d'usure, analyse de contamination par le processus (étanchéité) ... etc.
Thermographie IR	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de réaliser un Contrôle rapide l'installation, - Interprétation souvent immédiate des résultats, 	<ul style="list-style-type: none"> - Détection de défauts à un stade moins précoce que l'analyse vibratoire, - Contrôle limité à ce que 'voit' la caméra (échauffement de surface), - Ne permet pas de réaliser un diagnostic approfondi, 	Détection de tous les défauts engendrant un échauffement (manque de lubrification en particulier)
Analyse	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de détecter 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité au 	

acoustique	l'apparition de défauts audibles, -Autorise une surveillance continue,	bruit ambiant, -Diagnostic souvent difficile à réaliser, -Problèmes de répétitivité des mesures.	Détection d'un bruit inhabituel pouvant ensuite être analysé par analyse vibratoire
-------------------	---	--	---

Tableau IV.2 : les outils de surveillance [13]

IV.11.6-Tableau de comparaison des méthodes de maintenance

On signale avant de choisir, qu'il faut bien cerner la criticité de sa machine, et définir le type de surveillance qu'elle nécessite, comme il est présenté sur le tableau IV.2, par les Principales méthodes de détection suivant les défauts potentiels [13].

Type de défauts	Analyse Vibratoire	Thermographie IR	Analyse de Huiles	Analyse Acoustique
Déséquilibre, balourd	Oui	Non (sauf s'il y a usure)	Oui (s'il y a un échauffement)	Non
Jeux, défauts de Serrage	Oui	Non (sauf s'il y a usure)	Oui (s'il y a un échauffement)	Oui (s'il y a une résonance)
Défauts spécifiques au roulement	Oui	Oui	Oui	Oui
Défauts spécifiques aux engrenages	Oui	Oui	Oui	Oui
Défauts d'alignement	Oui	Non	Oui	Non
Défauts liés à la lubrification :(dégradation de la qualité de l'huile)	Non (Sauf paliers fluides)	Oui	Non	Oui
Manque d'huile	Oui	Oui	Oui	Oui
Défauts de nature électrique ou	Oui	Non	Oui	Oui

électromagnétique				
Défauts liés aux écoulement (pour pompes et machines hydraulique)	Oui	Non	Non	Oui

Tableau IV.3 : Comparaison des méthodes de maintenance [13]

IV.11.7-Organisation d'une intervention pour le dépannage

L'organisation s'effectue à 3 niveaux à fin de réduire les immobilisations des matériels :

▪ **Avant la panne :**

Il faut pouvoir rassembler tous les moyens nécessaires à une intervention rapide. Connaissant l'organisation et la structure de service nous pouvons récupérer rapidement :

La documentation : c'est-à-dire les dossiers techniques et historiques : l'organigramme de dépannage ; le tableau de diagnostic ; les informations recueillies auprès de l'utilisateur.

Le matériel de première urgence : matériel pour assurer le respect du règlement de sécurité ; matériel de contrôle ; matériel de mesure ; matériel de diagnostic, etc.

▪ **Au déclenchement de la panne**

À ce niveau nous avons dégagé 3 phases importantes :

1^{ère} phase : Enregistrement de l'appel : Il faut prévenir par une demande de travaux de maintenance.

2^{ème} phase : l'analyse du travail : dans un premier temps, il faut appliquer ou faire appliquer les consignes pour une intervention immédiate. Elles peuvent être liées à la sécurité, aux arrêts de production, au nettoyage préalable des abords.

Il faut ensuite organiser le poste de travail, rassembler les moyens matériels, constater les anomalies pouvant se présenter et voir le meilleur moyen d'y remédier.

3^{ème} phase : la discussion au niveau de l'analyse : Nous pensons qu'à ce stade il faut se poser les questions de la méthode interrogative : « Quoi ? Qui ? Quand ? Où ? Comment et Combien ? », afin de choisir entre le dépannage (intervention provisoire) et la réparation (intervention définitive).

▪ **Après la panne**

Après l'intervention en dépannage le technicien à plusieurs tâches à effectuer :

- Faire le compte rendu de l'intervention.
- Déclencher éventuellement une remise en service du matériel pour le personnel utilisateur.
- Mettre à jour le stock de pièces détachées.
- Exploiter les résultats des dépannages [19].

IV.11.8-Organisation d'une intervention pour la réparation

Comme pour le dépannage l'organisation s'effectue à 3 niveaux :

- Avant l'intervention. : cela concerne toute l'activité liée à la préparation de la réparation.
- Au déclenchement de l'intervention : contrairement au dépannage, à chaque fois que cela est possible, la réparation se fait dans l'atelier central plutôt que sur le site. le travail est ainsi réalisé dans de meilleures conditions. Une réparation méthodique passe nécessairement par les étapes suivantes :
 - Diagnostiquer les causes de panne ;
 - Expertiser le matériel ;
 - Décider si l'intervention doit se faire sur le site ou dans l'atelier de maintenance ;
 - Préparer le poste de travail ;
 - Respecter les consignes de sécurité ;
 - Rassembler les moyens matériels et humains.
- Après l'intervention : nous avons les mêmes étapes que pour le dépannage, c'est-à-dire :
 - Compte rendu de l'intervention,
 - Remise en main du matériel,
 - Mise à jour du stock,
 - Correction de la préparation et
 - Exploitation des résultats [19].

IV.11.9 Maintenance préventive conditionnelle









- **Plan de maintenance : Toutes les 80 heures (une fois par semaine) :** L'ensemble des actions de maintenance préventives exécutées au sein de l'entreprise Maghreb-Emballage est illustré par la figure IV.16.

Toutes les 80 heures (une fois par semaine)

où	quand/qui	comment
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Nettoyez la couronne dentée et le tube conducteur de l'accouplement au module à cylindres cannelés et graissez-les à l'aide d'une spatule. Voir page 320. Point de lubrification : n° 1 Lubrifiant : n° 8 Quantité : enduisez copieusement la denture.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	À l'aide d'une pompe à graisse, graissez le logement du rouleau docteur, le logement du rouleau encolleur, le réglage de l'excentrique du rouleau docteur (des deux côtés). Voir page 320 . Point de lubrification : n° 2 Lubrifiant : n° 1 Quantité : jusqu'à ce que la graisse sorte visiblement.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Graissez les broches du réglage des barrages de colle (des deux côtés) à l'aide d'une spatule ou d'un pinceau. Point de lubrification : n° 3 Lubrifiant : n° 3 / 4 Quantité : appliquez une couche moyenne.

où	quand/qui	comment
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Graissez les barrages de colle à l'aide d'une spatule ou d'un pinceau. Voir page 236. Point de lubrification : n° 4 Lubrifiant : n° 3 / 4 Quantité : appliquez une couche moyenne.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez le niveau d'huile dans l'engrenage de l'entraînement principal et rajoutez de l'huile au besoin. Point de lubrification : n° 53 Lubrifiant : n° 102 Quantité : Le niveau d'huile est visible à la jauge de niveau entre les repères.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Rincez les filtres d'eau et nettoyez-les au besoin. Voir page 304 .
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Nettoyer les filtres aux ventilateurs de refroidissement, aux armatures électriques et aux pupitres de commande. Voir page 311.

Figure IV.16 : Première liste du plan des actions préventives

où	quand/qui	comment
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Nettoyez les filtres au ventilateur de refroidissement du moteur d'entraînement principal. Voir page 310.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Nettoyez à fond le bâti de la machine, les passerelles et les escaliers (nettoyage sec).
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez la pression différentielle de la vapeur des cylindres cannelés. Elle doit être de 2 bar minimum. Voir page 294.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez la tension et l'usure des courroies du moteur d'entraînement principal. Voir page 296 .

où	quand/qui	comment
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez l'état extérieur et vérifiez l'intégrité des capteurs pour le contrôle de verrouillage.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez les boîtes à vapeur et les conduits de siphon des cylindres chauffants aux préchauffeurs et aux préconditionneurs. Voir page 214 et page 290.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Vérifiez la bonne fixation des prismes pour les modules à cylindres cannelés au bâti de la machine et aux modules et nettoyez-les (quatre respectivement au bâti de la machine et à chaque module). Voir page 207.
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez l'état extérieur des interrupteurs de fin de course des barrages de colle.

Figure IV.17 :Deuxième liste du plan des actions préventives















où	quand/qui	comment	où	quand/qui	comment
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Nettoyez la broches et les tiges conductrices pour le réglage des barrages de colle. Voir page 254 .		Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez l'état extérieur des capteurs de réglage du tapis et des interrupteurs de fin de course. Voir page 277 .
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez l'usure et le réglage des joints en laiton des cylindres cannelés. Voir page 213 .		Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez les boîtes de vapeur et les conduits de siphon des cylindres cannelés. Voir page 214 et page 290 .
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Vérifiez la souplesse et contrôlez l'usure du capteur des bords du régulateur du mouvement du tapis. Voir page 277 .		Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Contrôlez la boîte de vapeur et le conduit de siphon du rouleau de renvoi chauffé au module à tapis. Voir page 287 et page 290 .
	Toutes les 80 heures (une fois par semaine) 	Vérifiez le bon fonctionnement du fin de course pour le mouvement du tapis. Voir page 276 .			

Figure IV.18: Troisième liste du plan des actions préventives

IV.12 - Conclusion

Nous avons dans ce chapitre décrit en détail l'organisation de la maintenance au niveau de l'entreprise Maghreb-Emballage, ceci nous a permis de montrer d'abord l'importance de la politique de maintenance choisie par l'entreprise ainsi que le rôle important que joue l'organisation de cette fonction dans l'amélioration de la productivité grâce à la réduction considérable des temps d'arrêts causés par les défaillances .

Conclusion générale

À travers le travail présenté dans ce mémoire, nous avons mené une étude approfondie du service de maintenance au sein de l'entreprise Maghreb-Emballage, qui est une société spécialisée dans la fabrication du carton ondulé destiné à la fabrication des caisses d'emballage. Ceci dans le but de souligner le rôle crucial que joue la maintenance dans le domaine industriel, tout secteur confondu, et le besoin accru de toute entreprise de se doter de mécanismes et de techniques efficaces pour assurer cette fonction très importante. L'efficacité de ce service dépend étroitement du bon choix de la politique de maintenance.

En premier lieu, nous avons passé en revue les différentes formes de maintenance employées dans l'industrie de manière générale afin de décrire les différentes opérations effectuées par la société pour assurer la maintenance de ces équipements de production.

Nous avons abordé ensuite le volet organisation de la maintenance en passant en revue les diverses méthodes pouvant être suivies par les entreprises en général et l'entreprise Maghreb-Emballage en particulier pour entretenir correctement leurs moyens de production.

Enfin, nous avons présenté en détail la société Maghreb-Emballage en décrivant entre autres son domaine d'activité ainsi que son organisation, nous avons également décrit tout le processus de fabrication du carton ondulé. Cependant, nous avons accordé la plus grande importance à la description détaillée de l'organisation du service de maintenance ainsi qu'à la gestion de maintenance au sein de l'entreprise, en insistant particulièrement sur l'utilisation de la GMAO.

Étant donné que l'entreprise en question a opté pour une politique associant les deux types de maintenance : préventive et corrective, nous avons présentés les outils ainsi que les techniques utilisés dans les deux cas. Toutefois, la société mise beaucoup plus sur le préventif dans une perspective de pouvoir anticiper toutes les défaillances pouvant survenir au niveau de l'usine et prendre tous les dispositifs nécessaires pour éviter leur occurrence. Bien que cet objectif n'a pas été atteint complètement pour le moment, la méthode préventive a réduit considérablement l'occurrence des pannes et des défaillances, surtout celles qui sont graves. L'apparition de temps à autre de défaillances a fait naître le besoin d'avoir une bonne méthodologie pour dépanner ou réparer les équipements affectés, autrement dit, pour résoudre les problèmes qui surviennent lors de la production.

De nombreuses perspectives peuvent constituer une suite logique du travail présenté dans ce mémoire, parmi ces perspectives nous pouvons citer :

- L'évaluation de la politique adoptée par l'entreprise et des techniques appliquées pour assurer la maintenance, et également la proposition d'amélioration à tous les niveaux du service maintenance.

Conclusion générale

- La généralisation de l'informatisation à tous les niveaux de la fonction de maintenance afin d'augmenter l'efficacité de ce service et ainsi assurer les meilleures conditions de la production.