

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie Mécanique

Spécialité: Maintenance des équipement industriels

Thème

Contribution à l'amélioration de la fonction maintenance

Devant le jury composé de :

..... Président
..... Examineur
..... Examineur
MAGDOUD Sofiane Encadreur

Présenté par :

- HARIZ Med Youssef
- TAMMA Abdeldjalil
- GUEDDA Salah Ahmed

2014-2015

Remerciement

En préambule à ce travail,

On souhaiterait adresser nos remerciements les plus sincères

aux personnes qui ont apporté leur aide

et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

on tient d'abord à remercier notre prof

" MAGDOUD SOFIANE "

ainsi que l'ensemble de l'équipe d'enseignants

d'histoire contemporaine de l'Université

de " Hamma Lakhdar " d'El-oued

pour la qualité de leur enseignement.

On n'oublie pas aussi nos parents pour leurs soutiens bienveillants.

On souhaiterait remercier également nos amis

et nos proches notamment **M/ Marouane Guerfi**

pour leur encouragement tout

au long de la réalisation de ce mémoire

Merci à tous et à toutes

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE I (LA MAINTENANCE)

I.	DEFINITION DE LA MAINTENANCE	4
II.	BUTS DE LA MAINTENANCE	4
III.	DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE	5
IV.	LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE	7
V.	LA MAINTENABILITE ET LA MAINTENANCE	8
VI.	PRESENTATION D'UN SYSTEME DE GESTION DE LA MAINTENANCE	9
VII.	IMPACT D'UN SYSTEME DE GESTION DE LA MAINTENANCE	10

CHAPITRE II (DIAGNOSTIC)

I.	LA DEMARCHE DU DIAGNOSTIC	12
II.	METHODOLOGIE	17

CHAPITRE III (ETUDE QUANTITATIVE)

I.	NOTIONS SUR LES DEFAILLANCES	23
-----------	------------------------------------	----

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le monde de l'industrie dispose des équipements et d'installations de plus en plus performantes et complexes. Les exigences de haute sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance des systèmes un rôle prépondérant. Elle doit permettre de n'intervenir qu'en présence d'éléments défectueux, de minimiser le temps de réparation, et de fournir un diagnostic fiable et facilement interprétable malgré la complexité des équipements.

La performance industrielle est ainsi devenue une préoccupation majeure des entreprises. De ce fait, les responsables se posent les questions: Comment réduire mes coûts de production? Comment mettre en place une dynamique d'amélioration continue? Comment réduire et fiabiliser l'ensemble des délais de production.

Ce système maintenance s'est construit progressivement à partir d'une analyse de panne et réparation sur un savoir faire important chez le service de maintenance destiné à assurer la maintenance.

La mise à l'arrêt d'un seul appareil, qu'elle soit programmée (révision) ou non programmée (à cause d'un défaut) c'est un grand problème qui influe gravement sur la chaîne de production de l'électricité.

D'autre part, parmi des méthodes de maintenance utilisé pour améliorer l'efficacité et le roulement des équipement (moteur, machine et appareil) c'est la méthode ABC qu'on va décrité dans ce travail.

CHAPITRE

I

LA MAINTENANCE

I. DEFINITION DE LA MAINTENANCE:

- C'est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié en mesure d'assurer un service bien déterminé.

La maintenance c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, visite, amélioration... etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de production. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimum .

- British Standard Glossaire des termes (3811: 1993) définit maintenance: la combinaison de toutes les actions techniques et administratives, y compris les actions de supervision, destinés à retenir un élément, ou de le restaurer à un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

- l'entretien est un ensemble d'activités organisées qui sont menées afin de garder un élément dans son meilleur état de fonctionnement à un coût minimal acquis.

II. BUTS DE LA MAINTENANCE :

- augmenté la durée de vie du matériel,
- diminuer le temps d'arrêt en cas de panne,
- faciliter la gestion des stocks,
- améliorer la production en optimisant les coûts engendrés par les différentes opérations de maintenance,
- assurer le bon fonctionnement du matériel .
- diminuer la probabilité des défaillances.

III. DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE :

On distingue deux types de maintenance : la maintenance préventive et la maintenance corrective.

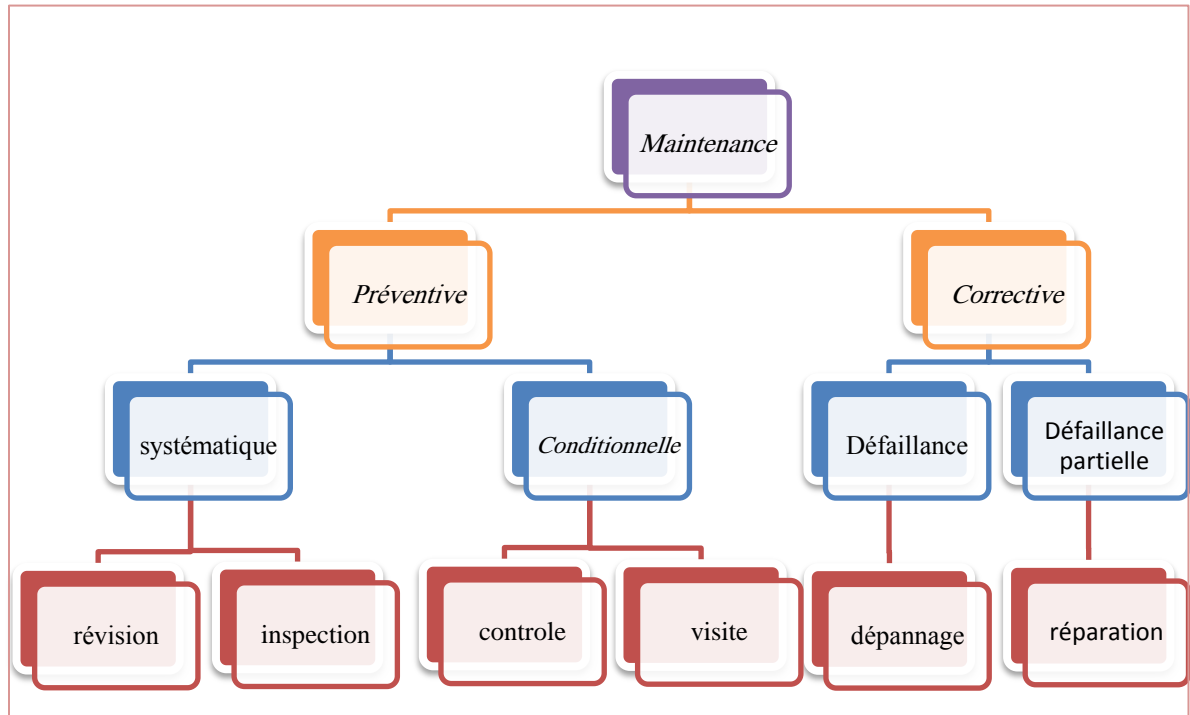


Fig.1 : Différents types de maintenance

1. Maintenance corrective:

Définition :

« Opérations de maintenance effectuée après détection d'une défaillance ».

Elle consiste à remettre l'équipement en état de marche après une panne.

La maintenance corrective débouche sur deux types d'intervention :

➤ **Les dépannages**

Qui consistent à la remise en marche provisoire de l'équipement.

➤ **Les réparations :**

Dans ce cas la maintenance sera une intervention définitive et limitée.

Donc la maintenance corrective assure :

- Une amélioration éventuelle (correction), visant à éviter la répétition de panne ou à minimiser ses effets sur le système (surveillance par analyse de vibrations par exemple).
- Une mise en mémoire de l'intervention permettra une amélioration ultérieure.

2. Maintenance préventive:

A. Définition :

C'est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

C'est une intervention prévue, préparée et programmée avant la date probable d'apparition d'une défaillance.

B. Les différentes formes de maintenance préventive :

La maintenance préventive se divise en deux formes essentielles :

❖ Maintenance préventive systématique :

C'est la maintenance qui est effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps, ou du nombre d'unités d'usage. Cette maintenance se pratique quand on souhaite procurer à un équipement une sécurité de fonctionnement.

❖ Maintenance préventive conditionnelle :

C'est une maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé révélateur de l'état de dégradation du bien.

Cette forme de maintenance permet d'assurer une surveillance continue des points sensibles de l'équipement au cours des visites préventives dont le rôle est d'éviter les pannes accidentelles ou de les réduire à un niveau acceptable.

C. Les opérations de la maintenance préventive :

Les opérations relatives à la maintenance préventive peuvent être regroupées en quatre grandes familles :

✓ Inspection :

Ce sont les activités de surveillance pour détecter périodiquement les anomalies, simples d'exécution et ne nécessitent pas d'outillages spécifiques ou l'arrêt des équipements.

✓ **Visite :**

Ce sont des opérations de surveillance de la maintenance préventive systématique.

✓ **Contrôle :**

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données près établies suivis d'un jugement. Le contrôle peut comporter une activité d'information : inclure une décision acceptation, rejet.

✓ **Révision :**

C'est l'ensemble des actions examens de contrôle et des interventions effectuées en vue d'assurer l'équipement contrôlé de toute défaillance majeures, pendant un temps ou pour en membre d'unité d'usage donnée. On distingue les révisions partielles et les révisions générales.

Il est toute fois nécessaire d'effectuer une série d'inspection cyclique et de contrôle en mesure de garantir la continuité de fonctionnement des machines.

IV. LES NIVEAUX DE LA MAINTENANCE :

Il existe 5 niveaux de maintenance :

✓ **Le 1^{er} niveau :**

Ce sont les réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement, ou changement d'éléments accessibles en toute sécurité.

✓ **Le 2^{eme} niveau :**

Il s'agit de démontage et changement standard d'éléments prévus à cet effet ou d'opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle du bon fonctionnement.

✓ **Le 3^{eme} niveau :**

C'est l'identification et le diagnostique de panne, la réparation par changement de composants fonctionnels, la réparation mécanique mineure et toutes opérations

courantes de maintenance préventive telles que réglages généraux ou réaligement des appareils de mesure.

✓ **Le 4^{ème} niveau :**

Il comprend les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage

des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

✓ **Le 5^{ème} niveau :**

Consiste en des travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiés à un atelier central ou une unité extérieure. Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur ou par le reconstruteur avec des moyens définis par le constructeur et donc proche de la fabrication.

V. LA MAINTENABILITE ET LA MAINTENANCE

L'acheteur et l'utilisateur sont intéressés par le temps qui s'écoule entre la détection d'une défaillance d'un système ou d'un équipement et la remise en parfait état de fonctionnement. Ce délai comporte, outre le diagnostic de la défaillance et la réparation, le temps nécessaire pour obtenir les pièces de rechanges et la disponibilité de la main-d'oeuvre qualifiée.

✓ **Définition de La maintenabilité**

C'est l'aptitude d'un système à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits (AFNOR (1993), norme NF x 60-010).

✓ **La sécurité (Safety)**

C'est l'aptitude d'un produit à ne pas entraîner de dommages graves aux personnes, à l'environnement ou aux biens. Caractérisé par sa probabilité.

La sûreté de fonctionnement regroupe les activités d'évaluation de la Fiabilité, de la Disponibilité, de la maintenabilité et de la Sécurité (FDMS) d'une organisation, d'un

système, d'un produit ou d'un moyen. Ces propriétés sont différentes mais complémentaires .

Ainsi que la figure (2) résume l'évaluation des performances des produits sur tout leur cycle de vie en particulier pour la fiabilité et la maintenabilité auxquelles on s'intéresse.

Et cela en étape de conception d'un système qu'on le définit comme un ensemble de composants interdépendants, conçus pour réaliser une fonction donnée, dans des conditions données et dans un intervalle de temps donné. Pour chaque système, il importe de définir clairement les éléments qui le caractérisent, à savoir : la fonction, la structure, les conditions de fonctionnement, les conditions d'exploitation et l'environnement dans lequel il est appelé à opérer.

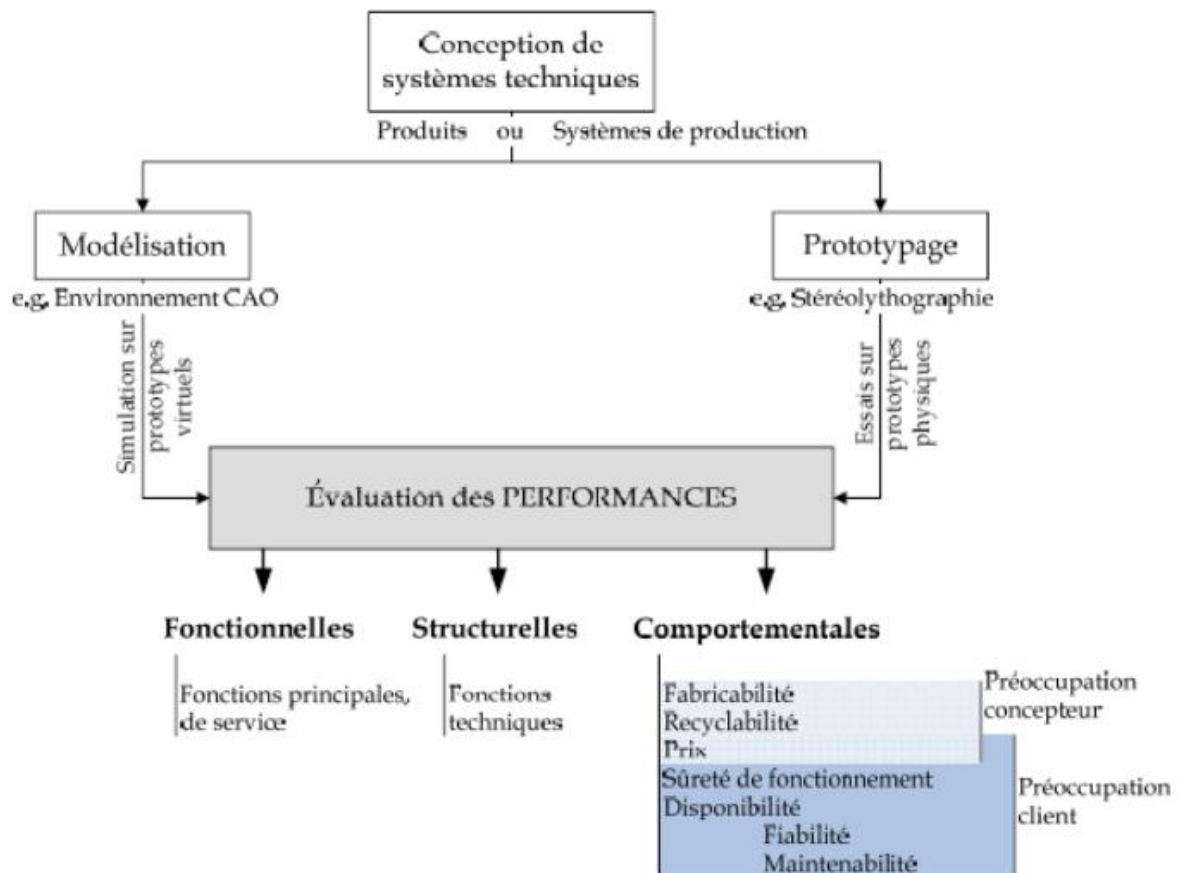


Fig.2 Processus de conception

La sûreté de fonctionnement est définie comme la science des défaillances, elle inclut ainsi leur connaissance, Leur évaluation, leur prévision, leur mesure, et leur maîtrise.

VI. PRESENTATION D'UN SYSTEME DE GESTION DE LA MAINTENANCE

Le système de gestion de la maintenance que nous présentons à la figure comporte quatre étapes :

- La première concerne la réception du matériel et la documentation.
- La deuxième est relative au choix du type de maintenance à effectuer en fonction des paramètres choisis.
- La troisième étape en laquelle nous précisons les étapes du processus de maintenance telles que la planification des interventions, les procédures de détection des défaillances, l'exécution et le suivi de l'intervention.
- La dernière étape concerne la réalisation et le suivi de l'opération de maintenance.

VII. IMPACT D'UN SYSTEME DE GESTION DE LA MAINTENANCE

Un système de gestion de la maintenance implanté adéquatement a un impact à différents niveaux : l'infrastructure, les ressources (humaines et matérielles), la gestion (pièces de rechange, inventaire, etc.) et la sécurité (Fig.3) .

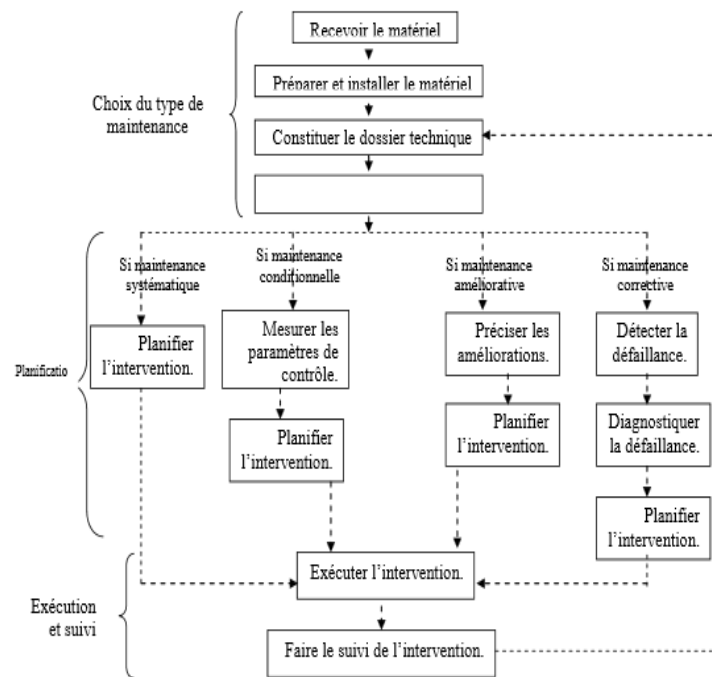


Fig.3 Le système de gestion de maintenance

CHAPITRE
II
DIAGNOSTIC

III. LA DEMARCHE DU DIAGNOSTIC

Le diagnostic de l'efficacité de la fonction maintenance comporte un ensemble de questions qui servent à évaluer le niveau de réalisation des activités de la maintenance, qu'elles soient réalisées par le service maintenance opérationnelle ou d'autres entités (production, méthodes, prestataires, etc.).

L'évaluation s'effectue sur les 10 thèmes suivants :

1. Définition des missions et responsabilités ;
2. Méthodes de travail ;
3. Préparation de la réalisation des opérations ;
4. Réalisation des opérations de Maintenance ;
5. Gestion et tenue des pièces de rechange ;

• *Elaboration des questionnaires*

Les questionnaires au nombre de 10 axes comportent de 8 à 10 questions en fonction des thèmes traités.

La cotation s'effectue de 0 à 100%. Il faut indiquer le niveau de la réalisation de chaque demande de manière analogique avec l'aide de la grille de cotation suivante :

COTATION	CRITERES
0%	La fonction, l'action ne sont pas remplies ou le moyen n'existe pas.
25%	La fonction, l'action sont remplies en partie où sont en phase de mise en place. Le moyen vient d'être acquis et est en phase de mise en service.
50%	La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels mais ne donnent pas encore satisfaction.
75%	La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels et donnent apparemment satisfaction mais ne sont pas évalués (indicateurs d'activité)
100%	La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels, ils donnent satisfaction et sont contrôlés par des indicateurs d'efficacité.

Tableau 1 : grille de cotation

Pour faire cette évaluation, nous nous sommes basés sur les sources d'informations suivantes :

- L'observation.
- La documentation.
- Les entretiens avec les différents acteurs concernés
- L'étude de l'existant.

La démarche consiste à indiquer honnêtement l'avis de l'entreprise sur le degré de réalisation des fonctions analysées de l'organisation globale de la maintenance dans l'entreprise.

Afin de valider l'avis donné et la cotation effectuée, l'entreprise doit apporter des éléments de justification tels que, documents, rapports, définition de fonctions, indicateurs, tableaux de bord, programmes de réunions, toutes informations expliquant et démontrant l'avis émis.

- ***Elaboration de la feuille de synthèse***

Dans un tableau récapitulatif de tous les thèmes traités sur les différents axes de progrès, Nous calculons la moyenne des appréciations affectées à chaque question sur les différents axes (nous estimons le niveau de performance sur chaque axe), ensuite nous faisons le calcul de la moyenne des moyennes, ceci pour avoir une première idée sur le niveau de la performance du service.

- **COTATION CRITERES**

0% La fonction, l'action ne sont pas remplies ou le moyen n'existe pas.

25% La fonction, l'action sont remplies en partie où sont en phase de mise en place. Le moyen vient d'être acquis et est en phase de mise en service.

50% La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels mais ne donnent pas encore satisfaction.

75% La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels et donnent apparemment satisfaction mais ne sont pas évalués (indicateurs d'activité).

100% La fonction, l'action, le moyen sont opérationnels, ils donnent satisfaction et sont contrôlés par des indicateurs d'efficacité

SYNTHESE GENERALE	0%	25%	50%	75%	100%	POINTS
1. DEFINITION DES MISSIONS ET RESPONSABILITES			✱			50
2. METHODES DE TRAVAIL				✱		75
3. PREPARATION DE LA REALISATION DES OPERATIONS		✱				25
4. REALISATION DES OPERATIONS DE MAINTENANCE				✱		75
5. GESTION ET TENUE DES PIECES DE RECHANGE		✱				25
6. CONTROLE DES COUTS GLOBAUX			✱			50
7. INTERFACES DE LA MAINTENANCE AVEC LES AUTRES SERVICES				✱		75
8. RESSOURCES HUMAINES ET ANIMATION			✱			50
9. STRATEGIE D'UTILISATION DES PRESTATAIRES EXTERIEURS			✱			50
10. SYSTEME D'INFORMATION ET UTILISATION DE L'INFORMATIQUE	✱					0
TOTAL						47,5

figure 4 : feuille de synthèse

• *Construction de la matrice de classement et de positionnement*

Les résultats sont présentés selon un positionnement dans un carré regroupant les questionnaires par famille de fonctions.

Les quatre thèmes caractéristiques sont les suivants :

1. ORGANISATION
2. SUIVI DES COUTS
3. PLANIFICATION
4. EFFICACITÉ

La consolidation des résultats positionne globalement le service maintenance dans un espace, ce qui permet de se situer à un moment donné et de savoir quelles sont les actions à mener pour améliorer l'efficacité globale de la maintenance et d'aller vers la recherche de l'excellence.

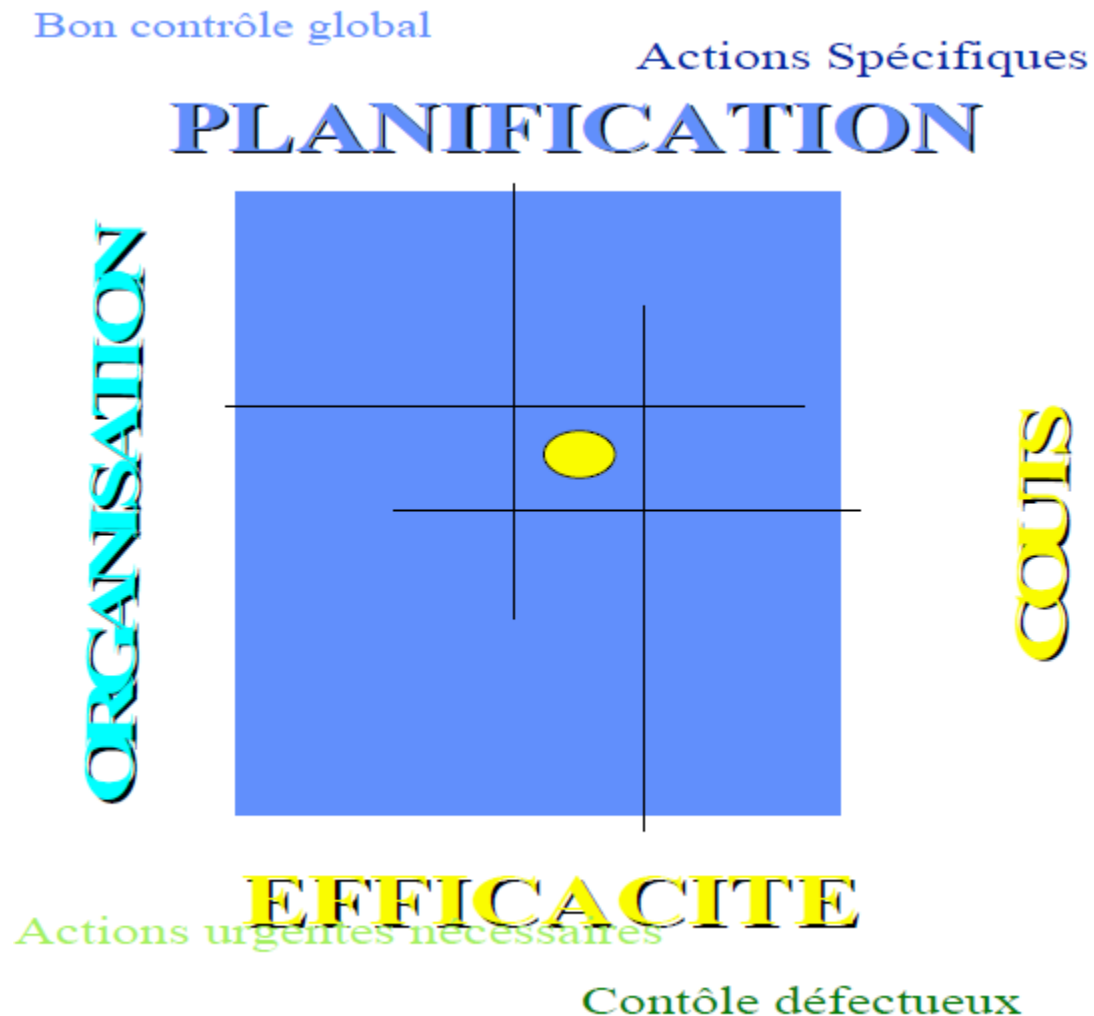


figure 5 : matrice de positionnement

En effet, à partir de cette étape, et suivant les quatre axes caractéristiques nous aurons une idée sur la nature des points forts et évidemment sur les points faibles du service maintenance chose qui nous permettra de classer ces points à améliorer selon leurs niveaux de priorité sur les axes de progrès prioritaires.

- ***Choix des axes d'amélioration prioritaires***

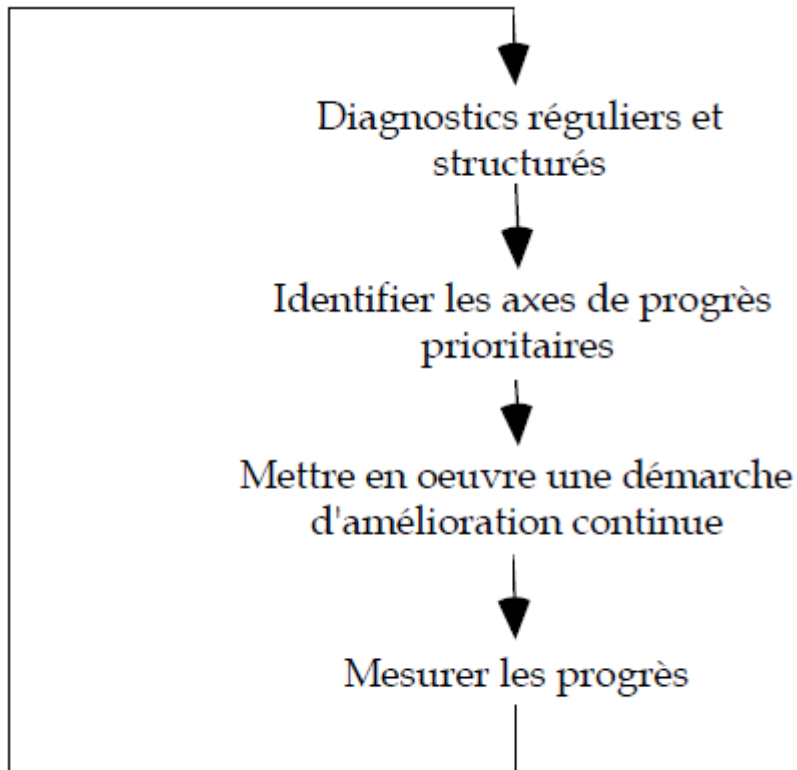
Dans cette étape, nous classons les axes de progrès suivant leurs niveaux de performance calculés au cours de la deuxième étape, et les axes prioritaires à améliorer sont ceux ayant un niveau de performance inférieur à 50%.

- ***Synthèse des points à améliorer (arbre causal)***

En tenant compte de l'ordre de priorité des axes à améliorer (étape précédente), cette étape permet de visualiser les points faibles à améliorer tout en respectant l'importance des quatre thèmes caractéristiques pour chaque axe.

Néanmoins, il ne faut pas oublier que les axes d'amélioration sont liés entre eux et caractérisés par une interdépendance ce qui implique que le choix de l'action à faire doit être efficace et doit prendre en considération son impact sur les autres axes.

Cette démarche, pour pouvoir être efficace, doit être reconduite régulièrement tous les ans au minimum, afin de pouvoir formaliser les avancées et matérialiser les efforts selon la démarche suivante :



Système bouclé

figure 6 : Démarche *des axes d'amélioration prioritaires*

IV. METHODOLOGIE

Après cette brève description de la méthodologie de notre travail, nous allons entamer le diagnostic en commençant par le questionnaire :

II.1. Etape 1 : Elaboration du questionnaire

1. Définition des missions et responsabilités

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il un organigramme où toutes les fonctions sont décrites ?			*		
2	Existe-t-il un organigramme de la fonction maintenance où toutes les structures sont définies ?			*		
3	Est-il connu des collaborateurs cadre et maîtrise ?				*	
4	L'organigramme est-il connu des agents d'exécution ?		*			
5	Existe-t-il des fiches de postes ?			*		
6	Existe-t-il une politique de maintenance écrite définissant les objectifs et la mesure des résultats ?			*		
7	Les opérations de maintenance sont-elles suivies par nature d'opération (correctif, préventif, réparation, amélioration, conduite,...) ?				*	
8	Les opérations de maintenance sont-elles suivies par corps de métiers ?			*		
9	Existe-t-il un tableau de bord de performances permettant de faire un management par objectifs ?			*		
10	La maintenance fonctionne-t-elle sous Assurance Qualité ISO 9000 ?			*		

Tableau 2 : définition des missions et responsabilité

2. Méthodes de travail

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il une politique de maintenance préventive ?			*		
2	Existe-t-il une structure méthodes maintenance prenant en charge l'élaboration du plan de préventif ?		*			
3	Le plan de préventif a-t-il été réalisé à partir de méthodes du type MBF, AMDEC, Historique, données constructeur . ?		*			
4	Existe-t-il un enregistrement spécifique des actions importantes (rénovations) permettant le retour d'expérience ?			*		
5	La majorité des interventions sont-elles décrites par des modes opératoires et des gammes d'intervention ?	*				
6	Existe-t-il un rapport d'incident comportant une analyse basée sur la chaîne causale : (cause, mode, effet) ?			*		
7	Existe-t-il des réunions formelles cycliques dédiées à l'analyse des principaux dysfonctionnements constatés ?			*		
8	Existe-t-il une procédure de gestion de la documentation technique ?			*		
9	La documentation existante est-elle suffisante pour l'activité ?			*		

Tableau 3 : méthodes de travail

3. Préparation de la réalisation

Questions		0	25	50	75	100
1	Existe-t-il des procédures écrites définissant la création, la validation et le traitement des documents (DT, DI, OT) ?		*			
2	Toutes les demandes d'interventions sont-elles analysées et validées avant leur exécution ?		*			
3	Le personnel des méthodes maintenance est-il formé aux méthodes d'analyse des défaillances et au diagnostic ?		*			
4	Revoit-on systématiquement les gammes et modes opératoires en fonction de la réalisation effectuée ?		*			
5	Analyse-t-on les écarts entre le temps prévu et réalisé ?			*		
6	La production prend-elle en charge le premier niveau de maintenance ?	*				
7	Les documents (consignes, recommandations, contrôles réglementaires) sont-ils à jour ?			*		
8	Les contrôles obligatoires (appareils soumis à réglementation) sont-ils effectivement réalisés ?				*	
9	Existe-t-il des compétences pour la préparation, la planification et le suivi des grands arrêts ?			*		
10	La maintenance prend-elle en charge les exigences de l'ISO en matière de qualité (procédure d'étalonnage, de contrôles et essais) ?			*		

Tableau 4 : préparation de la réalisation

4. Réalisation des opérations de maintenance

Questions		0	25	50	75	100
1	Les équipes sont-elles opérationnelles dans les 10 minutes suivant le début de poste ?		*			
2	Chaque professionnel connaît-il précisément le travail qu'il aura à entreprendre à l'issue du travail en cours ?		*			
3	Le programme de préventif est-il respecté ?				*	
4	L'accumulation des reports perturbe-t-il le plan de charge ?				*	
5	L'outillage est-il la cause de perturbations dans la réalisation des interventions ?			*		
6	Le retour des O.T. est-il contrôlé afin de garantir qu'ils sont renseignés de manière complète avant leur enregistrement ? (quoi et pourquoi)			*		
7	Existe-il une procédure de réception des travaux réalisés ?		*			
8	Existe-t-il une procédure interne ou externe permettant d'avoir une démarche permanente d'amélioration ?		*			

Tableau 5 : réalisation des opérations de maintenance

5. Gestion et tenue des pièces de rechange

Questions		0	25	50	75	100
1	Y-a-t-il une politique de gestion des stocks ?		*			
2	Les règles de stockage sont-elles respectées ?			*		
3	A-t-on une méthode formalisée des choix des pièces à référencer en stock? Marché de fourniture permettant la livraison rapide des pièces utiles à la maintenance?		*			
4	Existe-t-il une analyse de dépenses par équipement ?		*			
5	Existe-t-il une procédure efficace de réservation de pièces pour les travaux planifiés ?			*		
6	Les pièces stratégiques sont-elles particulièrement identifiées et suivies ?		*			
7	Existe-t-il une analyse systématique des pièces à forte valeur de consommation, afin d'en limiter le montant ?		*			
8	Distingue-t-on les coûts des pièces selon que ce soit des sorties du magasin ou des achats directs? Distingue-t-on bien les achats de pièces et matières des achats de prestation?		*			
9	Existe-t-il une procédure de réception qualitative de la pièce de rechange ?		*			
10	Procède-t-on régulièrement à l'élimination physique des pièces obsolètes		*			

Tableau 6 : gestion et tenue des pièces de rechange

CHAPITRE
III
ETUDE
QUANTITATIVE

II. NOTIONS SUR LES DEFAILLANCES :

a) Définition de défaillance :

« Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise. ». Après une défaillance, le bien est en panne. Termes proches ou synonymes , mais non normalisés dysfonctionnement , défaut, faute , panne , avarie ,dégradation , anomalie , dommage , erreur, incident, anomalie , arrêt, détérioration .

b) Causes de défaillance :

la norme définit la cause de défaillance par (les circonstances liées à la conception la fabrication ou l'emploi et qui ont entraîné la défaillance) cette définition est fondamentale en diagnostic industriel puisque l'on recherche la cause première de la défaillance en fonction de symptômes externes qui sont observés n'oublions jamais qu'une bonne politique de maintenance passe obligatoirement par une maîtrise par faite des mécanisme de ruine liées à la conception à la construction et à l'exploitation des matériels bien évidemment détecter une défaillance est capitale pour éviter une éventuelle perte de la fonction d'un processus industriel, mais il est encore plus important de connaître et de prévenir à temps une défaillance en suivant l'évolution d'une dégradation d'un élément matériel .

Pour monter la difficulté de la maîtrise des mécanismes de ruine la figure ci dessous est représente les principales causes de défaillances industrielles lors de la construction ou liées aux phénomènes de corrosion.

« Circonstance liée à la conception, à la fabrication, à l'installation, à l'utilisation et à la maintenance qui ont conduit à la défaillance. »

c) Mécanismes de défaillance :

« Processus physique, chimique ou autre qui conduisent à une défaillance. »

d) Modes de défaillance :

« Effet par lequel une défaillance se manifeste. »

Panne : « état d'un bien inapte d'accomplir une fonction requise, excluent l'inaptitude due à la maintenance préventive ou des autre action programmes ou à un manque des ressource extérieures»

e) Dégradation :

« Evolution irréversible des caractéristique d'un bien liée au temps ou à la durée d'utilisation.»

Une dégradation peut conduire à la défaillance.

f) Etat dégradation :

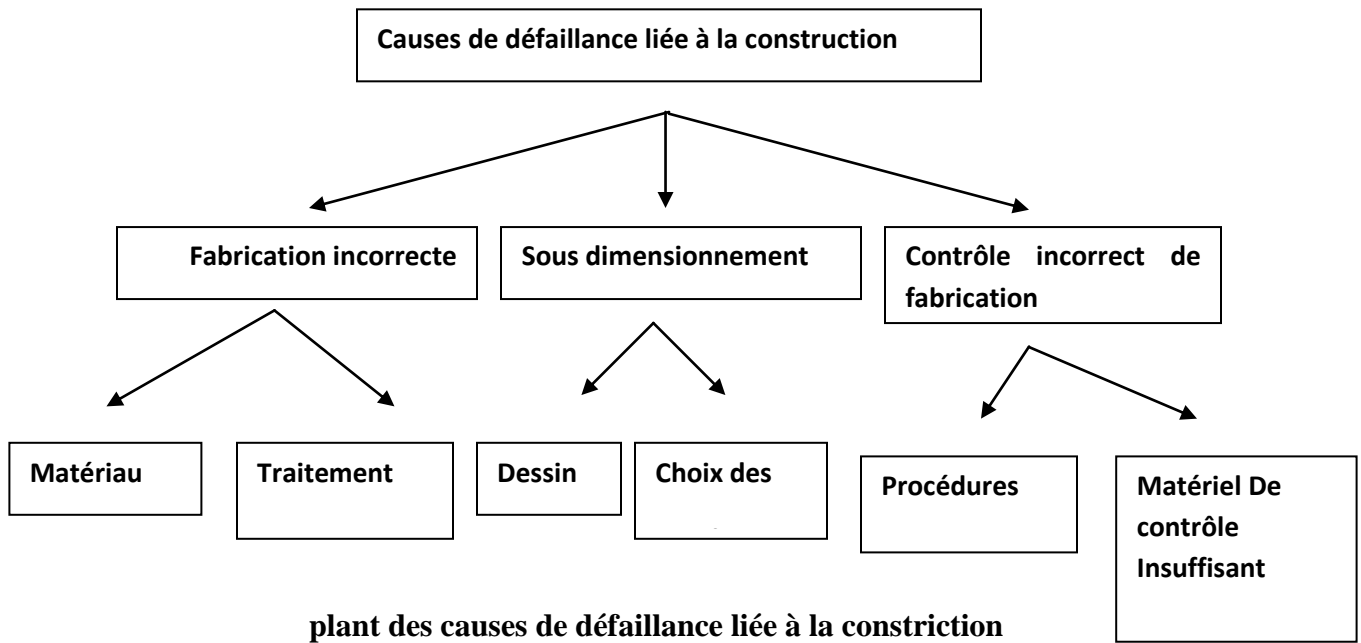
« Etat d'un bien par lequel ce bien continue à accomplir une fonction avec des performance inférieurs au valeurs nominales ou continue à accomplir une partie seulement de ces fonction requises.

g) Typologie des défaillances :

La norme AFFNOR X60-011 : propose plusieurs mise en famille des défaillances, parmi lesquelles nous retiendrons :

- Suivant les causes : (causes intrinsèques, et extrinsèques.)
- Suivant leurs degrés : (défaillance partielle ou complètes)
- Suivant leurs vitesses d'apparition :(défaillance soudaine ou progressive)
- Par combinaison de plusieurs concepts (défaillance cataleptique, ou par dégradation)
- En fonction des conséquences :(mineure, majeure, critique).
- Période d'apparition : (précoce, aléatoire, d'usure).

h) Causes de défaillance liée à la constriction.



1. Analyse des causes de défaillance du treuil 840 E pour la méthode Pareto :

a) Définition la méthode Pareto :

L'analyse Pareto permet d'effectuer un classement des coûts par rapport au type de panne et par conséquent donne des priorités d'intervention.

Méthodologie pour classer les pannes par ordre décroissant de coût (ou d'heures d'arrêts). Etablir un graphique faisant correspondre le pourcentage de coûts cumulés au pourcentage du nombre de pannes cumulés par machine.

b) Méthodologie:

Les éléments seront classés par ordre d'importance en indiquant les pourcentages pour un critère déterminé.

Cette étude nécessite une approche en 3 étapes

- Définir la nature des éléments à classer : ils dépendent d'un caractère étudié, et peuvent être les matériels des causes des pannes, des natures des pannes des matériels...etc.

- Choisir les critères des classements : les critères les plus fréquents sont : les coûts et les temps, d'autres critères peuvent être retenus tels que :

Nombre d'accidents, nombre d'incidents.

Nombre de rebuts, nombre d'heure d'utilisation.

- Définir les limites de l'étude et classer l'élément.

c) Présentation graphique (fig. 1) :

La représentation graphique s'établit en faisant la correspondance entre le

Pourcentages des cumuls du critère étudié, cela fera apparaître 3 zones **ABC**.

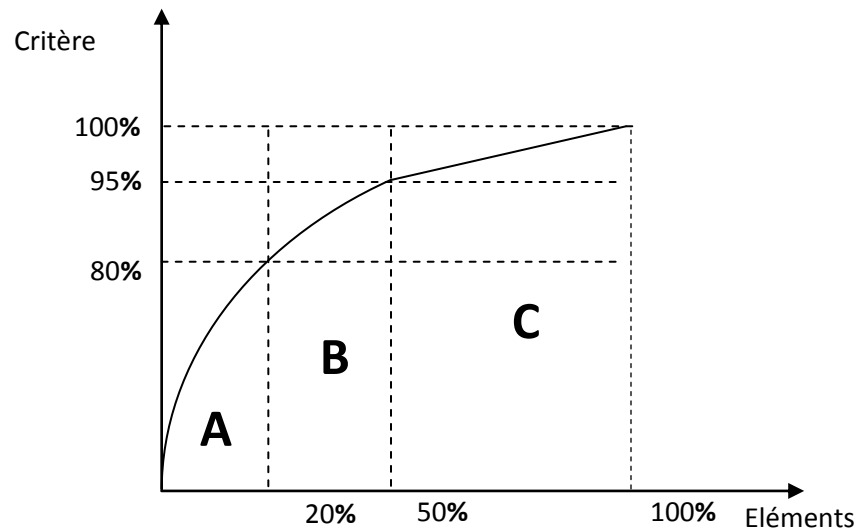


Figure -4 : Présentation graphique de la méthode Pareto.

d) L'analyse du graphique ABC :

Zone A : dans la majorité des cas, on constate que 20% des pannes représente 80% des coûts, c'est la zone de priorité

Zone B : dans cette tranche, les 30% de pannes suivantes coûtent 15% supplémentaires.

Zone C : enfin dans cette tranche les 50% des pannes restantes ne reviennent qu'à 5% des coûts, c'est la zone des pannes moins exigeantes sur les méthodes de prévention.

Remarque : lorsque la courbure est insuffisamment marquée (à l'extrême d'une droite),

les valeurs de l'échantillon sont homogènes. Il n'y a pas de phénomène particulier à dégager de l'analyse. Une courbure quasi constante ne permet pas de définir les zones A, B et C.

l'exploitation de l'analyse se fera en fonction des objectifs.

2. Identification des sources de défaillance du Treuil 840 E :

a) Historique des pannes cumulées et durée d'arrêts :

Cet historique représente les arrêts de Treuil 840E pour le période 2004-2007.

La date	Temps de réparation T (h)	Organe défaillant	Nature de pannes				Temps de réparation (h)
			Mec	HYD	PNEU	ELEC	
14/06/04	28 h	Changement des bandes de frein	x				2 : ^h 00
		vidange		x			4 : ^h 00
		Alignement de l'arbre	x				4 : ^h 00
		Changement d'huile		x			3 : ^h 00
		Graissage et lubrification		x			4 : ^h 00
		Control de l'état du pignon.	x				2 : ^h 00
		Test des valves d'aire			x		4 : ^h 00
		Nettoyage de filtre d'huile		x			5 : ^h 00
27/11/04	29 h	Cisaillement des boulons de fixation d'embrayage	x				12 : ^h 00

		Contrôle des Bandes des freins	x				2 : ^h 00
		Vérification l'état du roulement	x				9 : ^h 00
		Changement d'huile		x			3 : ^h 00
		Vérification l'état des sabote			x		3 : ^h 00
07/03/05	15 h	Changement de flexible d'aire et contrôle de circuit.			x		6 : ^h 00
		Vérification d'état de pignons	x				2 : ^h 00
		graissage		x			5 : ^h 00
		Réglage du jeu des bandes de frein	x				2 : ^h 00
08/07/05	12 h	Changement du boulon de fixation.	x				12 : ^h 00
18/11/05	14 h	Bobinage d'elmago				x	12 : ^h 00
		Changement du vise de frein.	x				2 : ^h 00
13/02/06	13 h	Changement de garniture des bandes de frein	x				3 : ^h 00
		Les conduits de bouches		x			10 : ^h 00
10/09/06	21 h	Cisaillement de boulon de fixation	x				13 : ^h 00
		Changement des roulements.	x				5 : ^h 00

		Chambers à air perce.			x		3 : ^h 00
05/04/07	24 h	Changement des roulements	x				6 : ^h 00
		Teste des valves			x		4 : ^h 00
		Changement des boulons de fixation	x				12 : ^h 00
		Contrôle d'état des pignons	x				2 : ^h 00
12/07/07	4 h	Détérioration des dents des pignons	x				2 : ^h 00
		Réglage de jeu de bande frein	x				2 : ^h 00

Tableau 7 : Fiche historique d'un treuil 840E.

b) Analyse Pareto :

(I) -a Histogramme de Pareto selon la nature des pannes et heures d'arrêt :

Nature des pannes	Durée d'arrêt (h)	% Durée d'arrêt
Mécanique	94 h	58.75%
Hydraulique	34 h	21.25%
Pneumatique	20 h	12.50%
Electrique	12 h	7.50%

Tableau 8 : Durées d'arrêt par type de panne.

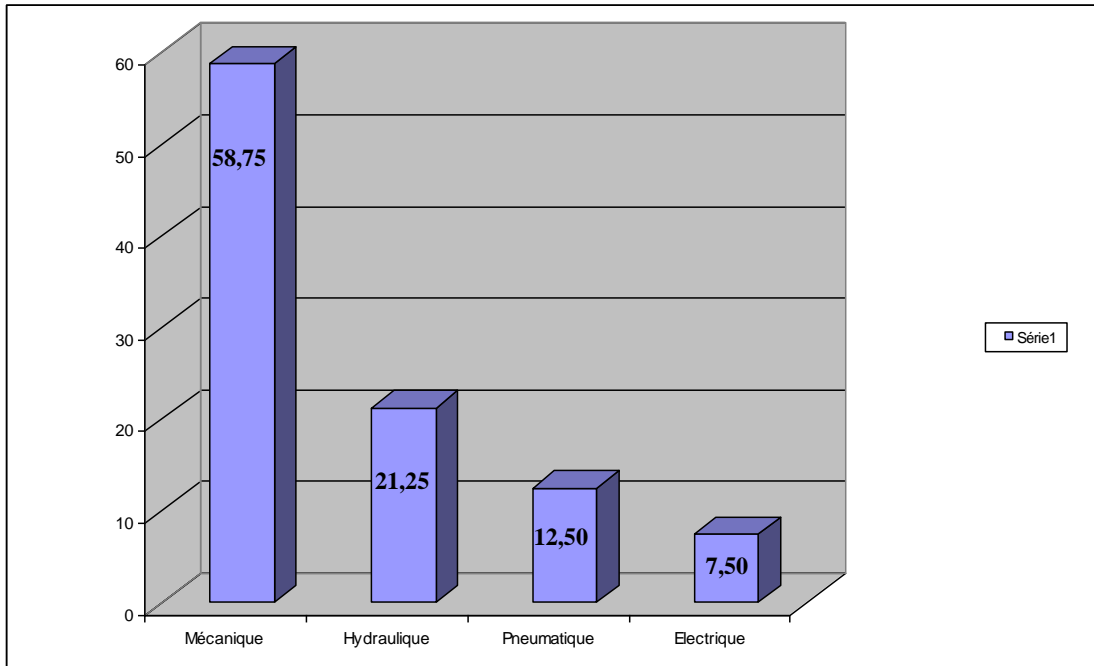


Figure 5 : Histogramme des durées d'arrêt par type de panne .

Analyse :

Nous remarquons que les pannes les plus importantes sont mécanique qui représente 58,75% des pannes totales suivi des pannes hydrauliques avec un pourcentage de 21,25 % . Ensuite les pannes pneumatiques avec un pourcentage de 12,50 % et enfin les pannes électrique avec un pourcentage de 7,50 % . A cet effet nous nous intéressons de près aux pannes mécaniques.

(II) b Analyse ABC des pannes mécaniques selon leurs temps d'arrêts :

Tableau 9 : Historique des heures d'arrêts des pannes mécaniques de la machine.							
N°	Nom de pièces	Durée d'arrêts (h)	Cumuls des heures d'arrêts	% des cumuls des heures d'Arrêts	Nombre de pannes	cumul de pannes	% des pannes cumuls
1	boulon cisailée	49	49	52.12 %	4	4	22.22%
2	Roulement domagée	20	69	73.40 %	3	7	38.88%
3	Bandes de frein	13	82	87.23 %	6	13	72.22%
4	Rupture du pignon	8	90	95.74%	4	18	94.44%
5	Usure du l'arbre	4	94	100%	1	18	100%

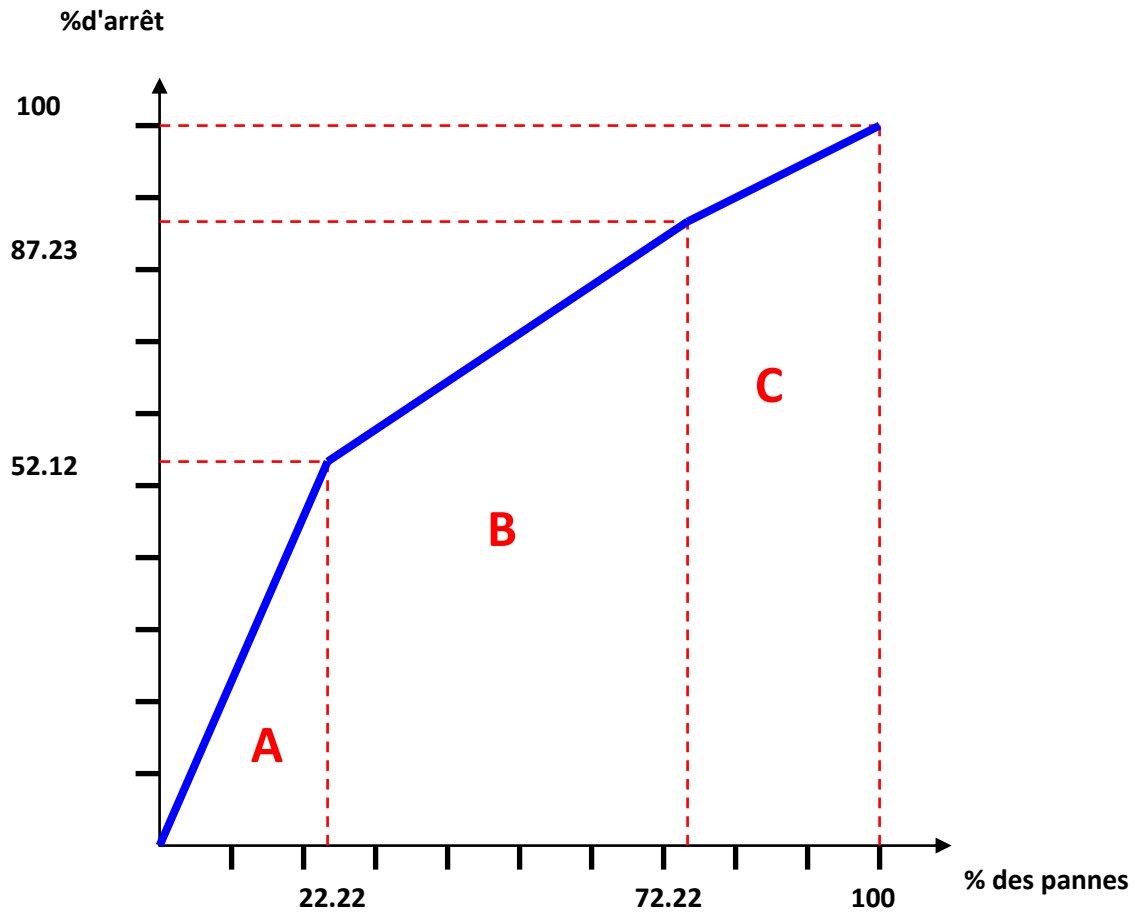


Figure 6 : Courbe des heures d'arrêts selon les pannes mécaniques de la machine.

Figure 6 : Courbe des heures d'arrêts selon les pannes mécaniques de la machine.

(III)-c Analyse de la courbe ABC :

L'analyse Pareto de l'historique des pannes (figure III .3) montre que la courbe se divise en trois zones distinctes.

Zone A : c'est la zone prioritaire, dans la quelle nous remarquons que 22.22 % du cumul des pannes provoquent 52.12 % du cumul des heures d'arrêts. Dans cette zone nous avons l'élément suivant :

- **Boulon de fixation** : Afin d'éviter le cisaillement intensif de ce dernier nous proposons d'améliorer les caractéristiques mécaniques de l'acier du boulon de telle façon qu'il résiste aux différentes sollicitations extérieures qui lui sont appliquées.

Zone B : dans cette zone nous remarquons que 50% du cumul des pannes provoquent 35.11% du cumul des heures d'arrêts. Dans cette dernière nous avons les éléments suivants :

- **Endommagement des roulements** : Dans ce cas nous proposons d'effectuer le graissage régulier des roulements, on souligne qu'il faut utiliser des lubrifiants des espèces déterminées et procéder au graissage selon les délais indiqués dans la carte de graissage d'après le constructeur.

- **Bands de frein** : Nous proposons le remplacement du ressort et le nettoyage régulier des surfaces de frein aussi il faut procéder au contrôle régulier de la bande du frein.

Zone C : Dans cette zone nous remarquons que 27,78 % des pannes cumulées provoquent 12,77 % des heures d'arrêts cumulées. Dans cette zone nous avons les éléments suivants :

- **La rupture du pignon** : Nous proposons d'effectuer le contrôle visuel périodique de l'état du pignon et des chaînes.

- **Usure de l'arbre** : Vu l'état de dégradation avancée de l'arbre, nous proposons son changement.

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

L'intérêt grandissant des industriels pour la maintenance des équipements industrielles. Mais la complexité des systèmes mis en jeu et le besoin d'une maintenance préventive nécessitent aujourd'hui un travail préalable de modélisation et de simulation ainsi qu'une détection précoce du défaut.

Nous avons la théorie de la maintenance. Nous avons ensuite présenté les différentes méthodologie d'améliorer la maintenance .

Pour aborder l'étude, nous avons cité l'un de méthode de la maintenance qui est la méthode ABC .

Nous avons également utilisé un exemple pour appliquer la méthode ABC, c'est le cas d'un treuil.

Finalement, après cette description nous concluons que la méthode ABC nous a permis d'améliorer le roulement et l'efficacité de notre équipements.

REFERENCES

REFERENCES

- *Kelly A., Harris M. J., Management of Industrial Maintenance, London, Butterworths Management Library, 1978*
- *Nakajima S., Total Productive Maintenance. Introduction to TPM, Cambridge, Productivity Press, 1988*
(Édition originale : Nakajima S., TPM Nyumon, Tokyo, JIPM, 1984)
- *Kelly A., Maintenance and its Management, Farnham (England), Conference Communication, 1989*
- *Nakajima S., TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance, Cambridge, Productivity Press, 1989*
(Édition originale : Nakajima S., TPM Tenkai Program, Tokyo, JIPM, 1986)
(Traduction française : Nakajima S., La Maintenance Productive Totale (TPM). Mise en œuvre, AFNOR, 1989)
- *Souris J.-P., La maintenance source de profits, Paris, Les Éditions d'Organisation, 1990*
- *J. Favier, S. Gau, D. Gavet, I. Rak, C. Teixedo, Dictionnaire de technologie industrielle, Paris, Foucher, 1996.*
- *Jean-Claude Francastel, La fonction maintenance - De l'expression à la satisfaction du besoin, AFNOR Éditions, 2007.*
- *François Monchy, Jean-Pierre Vernier, Maintenance - Méthodes et organisation, 3^e édition, Dunod, 2010.*
- *Jean Dupré, La Maintenance sous-traitée, Thebookedition.com, 2013.*

