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 بن أحمد
Universitéd'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de SécuritéIndustrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel
Spécialité : Génie Industriel

Thème

LA MAINTENANCE BASÉE SUR LA FIABILITÉ D'UN POSTE THT 220KV DE RELIZANE

Présenté et soutenu publiquement par :

BENDOULA KAMEL SADDEK **&DEHAK WALID**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr. TITAH MAWLOUD	MCB	Univ. Oran-2, IMSI	**Président**
Mme. BOURI DJAMILA	MAA	Univ. Oran-2, IMSI	**Examinateur**
Mme.BENAICHA HALIMA	MCB	Univ. Oran-2, IMSI	**Rapporteur**

Juin 2024

REMERCIMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à

Dieu le Tout Puissant.

Nous voudrons tout d'abord adresser toutes nos reconnaissances à la directrice de ce mémoire, Madame Benaicha Halima

pour sa patience, sa disponibilité et surtout

ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Nos vifs remerciements vont également à Mme Bouri et Mr Titah

pour nous avoir faitl'honneur d'être membres de jury,

ainsi que pour avoir consacré une partie de leur tempsprécieux pour lire et corriger ce rapport.

Enfin nous adressons un très grand merci à

Tout le personnel de l'institut de maintenance et sécurité

industrielle.

DEHAK WALID

BENDOULA KAMEL SADDEK

DEDICACES

C'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire à ma chère famille pour leurs affections inépuisables et leurs précieux conseils. Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon cursus scolaire et m'ont encouragé régulièrement.

A ma mère

Tu es une source inépuisable de tendresse, patience et sacrifices. Ta prière et ta bénédiction m'ont énormément aidé, et je suis profondément reconnaissant. Que Dieu te préserve, te donne santé, longue vie et bonheur.

A mon père

De tous les pères, tu es le meilleur. Ta lumière et ton soutien constant ont guidé mon chemin, et ce travail est le fruit de ton sacrifice et encouragement. Que Dieu te préserve et t'accorde santé et bonheur..

A mes chère sœurs MARWA et HOURIA

Pour l'amour, dont vous m'avez toujours entouré, pour votre support et encouragement sans limites. Merci d'être là toujours, d'être mes soutiens.

A mes chers amis YEESER ADEM YESSIN et KHAOULA et mon binôme WALID

Mes compagnons de route et sources de soutien inépuisables, votre présence constante et vos encouragements ont illuminé chaque étape de ce chemin. Merci pour votre soutien inestimable et pour m'inspirer. Cette réalisation est aussi la vôtre.

SADDEK

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes parents bien aimés, je vous remercier pour votre amour et votre soutien, tous les sacrifices consentis et les précieux conseils durant mon parcours académique. Merci d'avoir été là à chaque étape de ma vie et de m'avoir encouragé à atteindre de nouveaux sommets. Je vous aime profondément.

A mon grand frère IHAB et ma petite sœur IBTIHAL je vous remercie de m'avoir soutenu au fil des années.

A mes plus proches amis Bouzid Nabil, BENNOUNA MOHAMED, Ben Mansour Mohamed, SAHILOU, Tarek, Hakim avec qui j'ai passé de merveilleuses années sans oublier RAMZI, NASER, AYMAN, SALEH.

À mon binôme SADDEK KAMEL qui s'est dévoué corps et âme à ce mémoire, jamais je ne te remercierai assez tu es comme un frère pour moi.

A mon encadrante Mme BENAICHA HALIMA : Un remerciement particulier et sincère pour tous vos efforts fournis.

WALID

Résumé

Dans ce mémoire, nous avons appliqué la démarche de la maintenance basée sur lafiabilité en commençant par une analyse fonctionnelle et une décomposition dysfonctionnelle afin d'identifier les éléments du système et les fonctions assurées par ces derniers. Ensuite une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticitésqui permet de classer les éléments selon leurs criticités.

Cette démarche a contribué à la bonne gestion et l'optimisation des tâches demaintenance grâce à un plan d'actions proposé.

Mots clés : Maintenance Basée sur le Fiabilité (MBF), disponibilité, performance industrielle, maintenance préventive.

Abstract

In this thesis, we applied the Reliability-Centered Maintenance (RCM) approach, starting with a functional analysis and a dysfunctional decomposition to identify the system elements and the functions they perform. Then, a Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis (FMECA) was conducted to rank the elements according to their criticality.

This approach contributed to the effective management and optimization of maintenance tasks through a proposed action plan.

Keywords: Reliability-Centered Maintenance (RCM), availability, industrial performance, preventive maintenance.

ملخص

في هذه الرسالة، قمنا بتطبيق نهج الصيانة المرتكزة على الموثوقية بدءًا من تحليل وظيفي وتفكيك
خلل لتحديد عناصر النظام والوظائف التي تؤديها. ثم تم إجراء تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها وحرجيتها
لتصنيف العناصر وفقًا لحرجيتها (FMECA)
ساهم هذا النهج في الإدارة الفعالة وتحسين مهام الصيانة من خلال خطة عمل مقترحة

الكلمات المفتاحية: الصيانة المرتكزة على الموثوقية، التوافر، الأداء الصناعي، الصيانة الوقائية

Table Des Matière

Remerciement……I
Dédicace……III
Résumé……VI
Table des matières……VI
Liste des figures……XI

Liste des tableaux ……XII

Liste des abréviations……XIII

Introduction générale ……11

Chapitre I :Identification de L'unité «SPE Relizane» et problématique……13

I.1 Introduction……13

I.2 Implantation……5

I.3 Organigramme de société……5

I.4 Caractéristique……5

I.5 Les équipements……6

I.6 Poste Gaz……6

I.7 Système électrique……7

I.7.1 Alternateur de la turbine à gaz……7

I.7.2 Système d'évacuation d'énergie……8

I.7.3 Poste avancé blindé 220 KV……8

I.8 Système mécanique commun……9

I.9 Station d'eau déminéralisation……9

I.10 Station fuel……9

I.11 Station d'air comprimé……9

I.12 Projet Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF)……10

I.13 Pourquoi la MBF ?……10

I.13.1 Problématique……10

I.13.2 Attentes du demandeur de l'étude……10

I.13.3 Ressources disponibles……11

I.14 Objectifs……11

I.15 Conclusion……11

Chapitre II :ETAT DE L'ART……23

II.1 Introduction 23
II.2 Définition de la maintenance 23
II.3 Objectif de la maintenance 23
II.3.1 Objectifs financiers 24
II.3.2 Objectifs opérationnels 24
II.3.3 Objectifs humains et écologique 24
II.4 Les types de la maintenance 25
II.4.1 Maintenance corrective 25
II.4.1.1 Différents types de maintenance corrective 25
II.4.1.1.1 Maintenance palliative 25
II.4.1.1.2 Maintenance curative 26
II.4.2 Maintenance préventive 26
II.4.2.1 Différentes types de maintenance préventive 26
II.4.2.1.1 Maintenance préventive conditionnelle 26
II.4.2.1.2 Maintenance préventive systématique 26
II.4.2.1.3 Maintenance préventive prévisionnelle 27
II.4.2.2 Buts de la maintenance préventive 27
II.5 Les temps de la maintenance 27
II.5.1 MTBF 28
II.5.2 MTTR 28
II.5.3 MTTA 28
II.6 Les niveaux de la maintenance 28
II.7 Les échelons de la maintenance 28
II.8 Politique de la maintenance 30
II.8.1 Définition 30
II.8.2 Intégration d'une politique de maintenance 30
II.8.2.1 Concevoir un plan de maintenance préventif 30
II.8.2.2 Le contenu du plan de maintenance préventif 31
II.8.3 Stratégie de maintenance 31
II.8.4 Optimisation de la politique de maintenance 32
II.9 Définition de la Défaillance 33
II.9.1 Mode de défaillances 33

II.9.2 Cause de défaillance 33
II.9.3 L'effet de défaillance 34
II.10 Conclusion 35
Chapitre III : Maintenance Basée Sur La Fiabilité 38
III.1 Introduction 38
III.2 Présentation de la méthode MBF 38
III.3 Les phases de mise en œuvre de la démarche MBF 39
III.3.1 ETAPE1: Etude des différents sites et classement stratégique des ouvrages 39
III.3.2 ETAPE2: Analyse des défaillances fonctionnelles des équipements et des composants 40
III.3.2.1 Analyse fonctionnelle du système 40
III.3.2.2 Définitions 40
III.3.2.3 Analyse fonctionnelle externe et interne 40
III.3.2.3.1 Analyse fonctionnelle externe 40
III.3.2.3.2 Analyse fonctionnelle interne 42
III.3.2.4 Détermination des équipements critiques par l' analyse des modes De défaillance de leurs effets et leurs criticités (AMDEC) 43
III.3.2.4.1 Introduction 43
III.3.2.4.2 Définition AMDEC (AFNOR x 60-510) 43
III.3.2.4.3 Caractéristique De La Méthode AMDEC 44
III.3.2.4.4 Types AMDEC 44
III.3.2.4.4.1 L'AMDEC « produit » 45
III.3.2.4.4.2 L'AMDEC « processus » 45
III.3.2.4.4.3 L'AMDEC « moyen de production » 45
III.3.2.4.5 la démarche AMDEC 45
III.3.2.4.5.1 phase 1: Initialisation 46
III.3.2.4.5.2 Phase 2: Analyse fonctionnelle « AF » 48
III.3.2.4.5.3 Phase 3 : Analyse AMDEC qui consiste 48
III.3.2.4.5.4 Phase 4 : Synthèse de l'étude/décisions qui consiste 48
III.3.2.4.5.5 Phase 5 : Actions menées 50
III.3.3 ETAPE3 : Etablissement d'un plan de maintenance basée sur la méthode AMDEC 52
III.3.3.1 Choix d'un plan de maintenance préventif PMP 53

III.3.4 ETAPE4: Optimisation du plan de maintenance par le retour d'expérience 53
III.4 Conclusion 54
Chapitre IV :Illustration 56
IV.1 INTRODUCTION 56
IV.2 Description du poste THT de la station de Relizane 56
IV.3 Les données de fiabilité des différents composants du poste THT de Relizane 57
IV.4 Sélection des composants du poste THT 58
IV.5 Principe de la méthode « ABC » : 58
IV.5.1 Interprétation Pareto 59
IV.6 Modélisation de la démarche MBF par la méthode SADT 59
IV.7 Le glossaire des termes utilisés 59
IV.8 Fonction globale A0 60
IV.9 Analyse descendante de la tache A0 61
IV.10 Analyse fonctionnelle du poste THT de la station de RELIZANE 61
IV.11 Application de la méthode AMDEC 62
IV.11.1 Interprétation du Tableau AMDEC 67
IV.11.2 la réévaluation criticité 67
IV.12 Conclusion 69
Conclusion générale 71

LISTE DES FIGURES

FIGURE I-1: ORGANIGRAMME DE SOCIETE. 5

FIGURE I-2: POSTE GAZ. 7

FIGURE I-3:TRANSFORMATEURS AUXILIAIRE ET DE DEMARRAGE. 8

FIGURE I-4: STATION FUEL. 9

FIGURE I-5: STATION D'AIR. 9

FIGURE II-1: CLASSIFICATION DES TYPES DE MAINTENANCE. 25

FIGURE II-2: TEMPS CARACTERISTIQUES LORS D'UNE INTERVENTION. 27

FIGURE II-3:LES QUATRE SOURCES D'INFORMATION. 31

FIGURE III-1 :*LES PHASES DE LA MBF* 39

FIGURE III-2:DIAGRAMME « BETE A CORNE D'UN SYSTEME MULTI –SOURCES A BASE DES RESSOURCES RENOUVELABLES (EOLIENNE, SOLAIRE). 41

FIGURE III-3:DIAGRAMME DE PIEUVRE POUR UN SYSTEME MULTI –SOURCES A BASE DE RESSOURCES RENOUVELABLES (SOLAIRE, EOLIENNE). 41

FIGURE III-4:NIVEAU A-0. 42

FIGURE III-5:ETAPE D'UNE ANALYSE DE TYPE AMDEC. 44

FIGURE III-6:ANALYSE AMDEC 46

FIGURE III-7:LOGIGRAMME DE CHOIX D'ACTIONS [MON 2003]. 52

FIGURE III-8:OPTIMISATION DU PLAN DE MAINTENANCE PAR LE RETOUR D'EXPERIENCE. 54

FIGURE IV-1 : POSTE THT 220KV 57

FIGURE IV-2: LE DIAGRAMME DE PARETO 59

FIGURE IV-3 :NIVEAU A0 :PLANIFICATION DE LA MAINTENANCE PAR LA METHODE MBF.....60

Figure I-4 : Niveau A1 : LES DIFFERENTES ETAPES POUR LA PLANIFICATION DE LA MAINTENANCE.....61

Figure I-5 :DESCRIPTION FONCTIONNELLE.....62

Liste des Tableaux

TABLEAU II-1: LES NIVEAUX ET LES ECHELONS DE LA MAINTENANCE. 29

TABLEAU II-2:EXEMPLES DE CAUSES DE DEFAILLANCE. 34

TABLEAU III-1:EXEMPLE 1 :FEUILLE D'AMDEC. 47

TABLEAU III-2:EXEMPLE 2 : FEUILLE D'AMDEC. 48

TABLEAU III-3: NIVEAU DE GRAVITE. 49

TABLEAU III-4:NIVEAU DE FREQUENCE. 49

TABLEAU III-5:NIVEAU DE DETECTABILITE. 50

TABLEAU III-6: PARTITION DES EQUIPEMENTS ET PLAN D'ACTION. 51

TABLEAU IV-1: LES DONNEES DE FIABILITE 58

TABLEAU IV-2:LE GLOSSAIRE 60

TABLEAU IV-3:LES NOUVEAUX INDICES DE CRITICITE. 68

Liste des Abréviations

SPE : Société de Production d'Electricité

THT : très Haute tension

MBF : Maintenance Basée sur la Fiabilité

AFNOR : Association Française de Normalisation

MTTF : Mean Time To failure (Le temps moyen de bon fonctionnement)

MTBF : Mean Time BetweenFailures (Temps Moyen Entre Deux Pannes)

MTTR : Mean Time To Repair (Temps Moyen de Réparation)

MTTA : Mean Time To Acknowledge (Temps Moyen de Reconnaissance)

ISO: Organisation internationale de normalisation

AFE: analyse fonctionnelle externes

AFI: Analyse fonctionnel interne

APTE : Application aux Techniques d'Entreprise

SADT: Structured Analysis and Design Technique

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

FMEA: Failure Modes and Effects Analysis

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

La concurrence industrielle incite les entreprises à rechercher la qualité et la réduction des coûts tout en fournissant les clients dans les délais demandés. Depuis un certain temps, la maintenance est devenue l'une des fonctions stratégiques de l'entreprise puisqu'elle représente le moyen privilégié pour maintenir un niveau de disponibilité acceptable. L'arrêt ou le fonctionnement anormal de l'outil de production, et le non-respect des délais qui s'en suivent, engendrent une pénalité que les entreprises ne sont plus en état de supporter. Pour demeurer compétitive, l'entreprise ne doit plus subir les aléas, mais elle doit les prévoir et analyser leurs effets sur le long terme. Pour arriver à une telle finalité l'entreprise doit mener une stratégie de maintenance efficace pour son outil de production afin d'améliorer la disponibilité et réduire les pertes liées à la demande client non honorée.

La stratégie de maintenance de l'outil de production doit être en concordance avec la politique de la gestion de la production. Il est clair que la gestion de production joue un rôle important dans la satisfaction du client dans les délais. En effet, un bon réglage de la cadence de production permet de satisfaire au maximum les demandes des clients.

Suite à ce constat, il devient nécessaire de définir une stratégie de maintenance qui établit la séquence d'actions à entreprendre en fonction de l'état du système. A chaque opération de maintenance on associe, les critères de choix qui permettront d'identifier les dates et le type d'intervention à mettre en œuvre. Ces stratégies de maintenance auront pour objectif essentiel l'amélioration de la fiabilité de ces outils de production. C'est sur ce problème que porte notre réflexion.

Les résultats d'une stratégie de maintenance sont clairement tributaires de la démarche choisie. Une telle démarche doit être suffisamment précise pour garantir une stratégie de maintenance appropriée à l'équipement.

Pour cela, Nous avons proposé un outil d'aide à la décision flexible et facile à implanter. Cet outil n'est d'autre que la démarche MBF.

L'approche de la maintenance basée sur la fiabilité (MBF) se révèle être une méthode révolutionnaire dans ce contexte. Elle vise à organiser et à rationaliser les besoins croissants en maintenance, réduisant ainsi les coûts tout en améliorant la sécurité et la fiabilité des systèmes. Elle permet de minimiser les conditions anormales et d'éliminer ces dernières dès leur apparition. Elle se distingue par une démarche, anticipant et prévenant les défaillances potentielles, assurant ainsi un fonctionnement optimal du système.

Nous avons adapté cette démarche sur le poste THT 220KV de l'unité de production d'électricité de Relizane.En effet, une attention particulière doit être portée sur cet équipement en matière de maintenance et surveillance en raison de son impact sur la performance du réseau électrique.

Le travail élaboré dans ce mémoire, se présente en quatre chapitres,

Le premier chapitre concerne la présentation de l'organisme d'accueil qui est l'unité de production de l'électricité de Relizane. Nous énoncerons, en second lieu la problématique et nous délimiterons le cadre du projet.

Dans le second chapitre nous présentons un état de l'artsur les généralités de la maintenance.

Le troisième chapitre sera dédié à la méthode MBF, ses principes, sa démarche et ses outils.

Enfin, le dernier chapitre est une illustration d'un cas réel, pour une étude pratique sur le poste THT 220KV de l'unité SPE de Relizane.

Finalement, nous terminons par conclusion générale.

CHAPITREI :

IDENTIFICAION DE L'UNITÉ « SPE.RELIZANE » ET PROBLÉMATIQUE

Chapitre I :Identification de L'unité «SPE Relizane» et problématique

I.1 Introduction

La Société Algérienne de production de L'Electricité (SPE) a pour mission la production d'électricité à partir de sources et hydrauliques répondant aux exigences de disponibilité, fiabilité, sécurité et protection de l'environnement. Elle est également chargée de commercialiser l'électricité produite.

I.2 Implantation

La centrale de Relizane est une usine de production d'énergie électrique. Le site de la centrale électrique de Relizane 3X155 MW, se situe au niveau de la zone d'activité de Belhcel, à environ 05 Km au nord de la ville de Relizane, s'étalant sur une superficie de 12 hectares. Le terrain de l'implantation de la centrale est situé dans une enceinte clôturée, limité au sud et à l'est par la décharge publique de la ville de Relizane, au nord et à l'ouest par la zone d'activité de la ville. L'unité de Relizane est située sur l'axe Relizane - Commune Belhcel à 01 Km de l'autoroute Est - Ouest. Elle est implantée à 6 Km de la protection civile et à 10 Km du groupement de la gendarmerie Nationale de Belhcel.

I.3 Organigramme de société

Ci-dessous se trouve l'organigramme de la société SPE Relizane (voir la Figure I-1) :

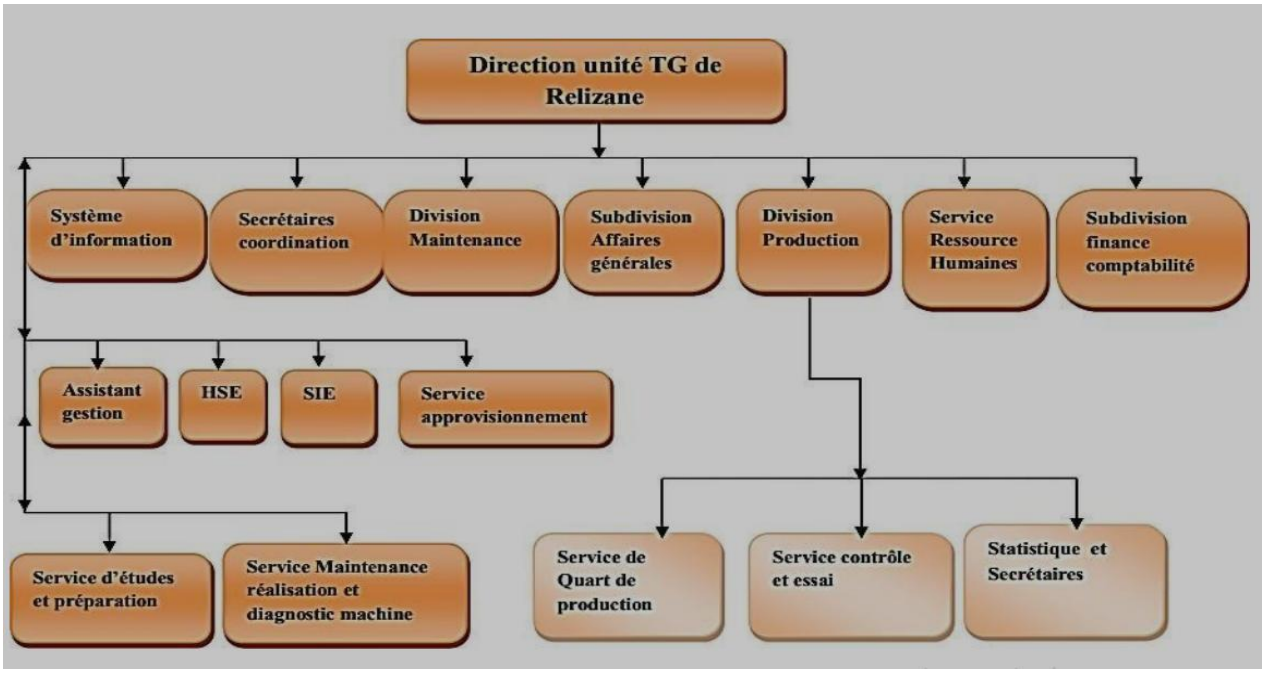


Figure I-1: Organigramme de société.

I.4 Caractéristique

La centrale est composée de trois groupes de puissance de 155 MW chacun. Les groupes turboalternateurs ont la possibilité de fonctionner avec deux types de combustible à savoir : gaz naturel et en gaz oïl (fuel), La centrale est réalisée par la compagnie française ALSTOM.

- Couplage du groupe 01 réalisé le 16/07/2009.

- Couplage du groupe 02, en date du 18/08/2009.
- Couplage du groupe 03, en date du 08/09/2009.

I.5 Les équipements

La centrale comprend 03 groupes turboalternateurs, dont chaque groupe turbine à gaz sera constituée des équipements suivants :

1- Bloc thermique turbine à gaz ALSTOM de type GT13E2.

2- Une ligne gaz combustible située en amont de la turbine à gaz

3- Un bloc combiné d'injection gaz oïl et eau

4- Le circuit d'injection d'eau de réduction NOx

5- Une unité d'allumage est composée de :

6- Collecteur d'admission d'air ;

7- Section du diffuseur et compensateur d'échappement ;

8- Arbre intermédiaire (Alternateur –turbocompresseur)

9- Capot pour soupapes de purges et silencieux du compresseur axial ;

Chaque turbine est équipée des auxiliaires suivants :

- Un bloc des auxiliaires : Le bloc est constitué d'un ensemble de pompe et de circuits :
  - ✓ Circuit d'huile de graissage : il est composé de deux (02) pompes à l'huile principales à courant alternatif et d'une (01) pompes à l'huile de secours à courant continu ;
  - ✓ Circuit d'huile de commande : il est composé de deux (02) pompes à vis à courant alternatif ;
  - ✓ Circuit d'huile de soulèvement : il est composé de deux (02) pompes à piston à courant continu ;
- Un système d'admission d'air avec filtre autonettoyant ;
- Une cheminée d'échappement ;

I.6 Poste Gaz

Le poste gaz assure l'alimentation de la turbine à gaz en gaz naturel de bonne qualité. Il comprend :

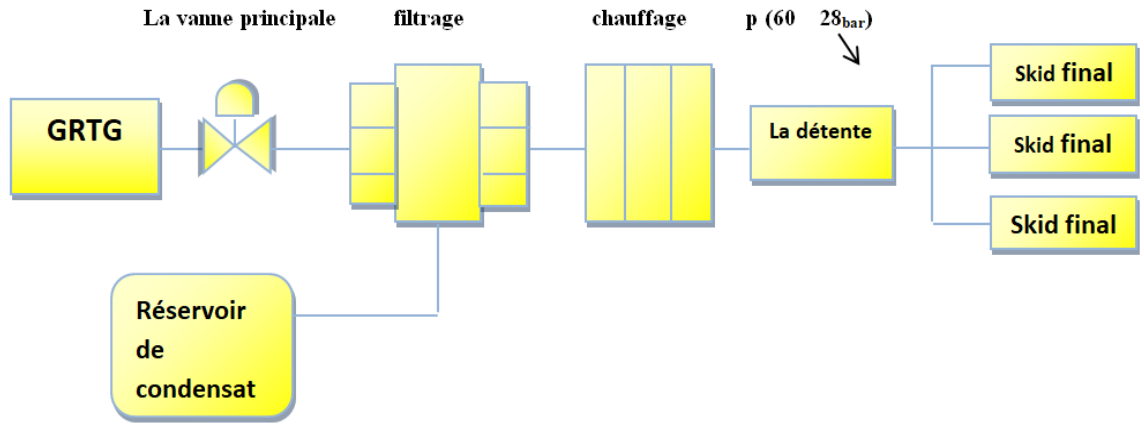


Figure I-2: Poste gaz.

- Un skid de séparation et filtration pour purifier le gaz de toute particule liquide en suspension (humidité et poussière) ;
- Un skid de réchauffage gaz pour assurer que le gaz restera bien au-dessus du point de rosée pendant son parcours aval ;
- Un skid de détente de gaz qui permet de régler la pression à la condition requise pour le fonctionnement de la turbine ;
- Un skid de filtration final qui purifie d'avantage le gaz au plus proche de la turbine ;

I.7 Système électrique

L'alternateur est accouplé à la turbine à gaz par un arbre intermédiaire. Il est synchrone bipolaire triphasé est refroidit par un système en circuit fermé air - eau. L'alternateur est connecté au transformateur principal par un jeu de barre sous gai(IPB).Un disjoncteur est inséré entre l'alternateur et de la turbine à gaz et le transformateur principal, pour permettre le couplage du groupe au réseau haute tension.

I.7.1 Alternateur de la turbine à gaz

- Alternateur triphasé de type **50WY21Z-095** :
- Un disjoncteur générateur triphasé, type SF6 ;
- Système de refroidissement alternateur ;
- Une cellule de point neutre ;
- Un jeu de barre à phase isolé sortie alternateur ;

I.7.2 Système d'évacuation d'énergie

Le transformateur principal est raccordé au réseau haute tension à travers un avant-poste blindé 220 KV (poste de Relizane). Deux soutirages sont réalisés, sur le jeu de barres isolées permettent d'alimenter le transformateur d'excitation et le transformateur de soutirage 14.5/6.6 KV, qui via un tableau 6.6 KV alimente le transformateur auxiliaires groupe, le transformateur de démarrage et le transformateur auxiliaires généraux du site. Le système d'évacuation d'énergie est constitué de :

- Transformateur principal triphasé 14.5/220 KV à deux enroulements à bain d'huile.
- Transformateur de soutirage triphasé 14.5/6.6 KV à deux enroulements, immergé dans l'huile.
- Transformateur d'excitation triphasé 14.5/0.42 KV à deux enroulements de type sec.



Figure I-3:Transformateurs Auxiliaire et de Démarrage.

- Un ensemble de (03) générateurs Diesel black Start (Diesel de secours) de (3*2.25 MW), de type QSK60-G4 et modèle C2250 D5 :
  - ✓ Type d'alternateur : HVS180S
  - ✓ Tension de sortie : 6.6 KV ;

I.7.3 Poste avancé blindé 220 KV

Le poste avancé 220KV est conçu pour le raccordement des travées d'arrivées des groupes et de départs lignes 220KV vers le poste HT de Relizane.

I.8 Système mécanique commun

- Système d'alimentation en gaz naturel ;
- Système d'alimentation en gaz oïl ;
- Système de surveillance des émissions des gaz NOx ;
- Système commun d'alimentation en eau (incendie, traitée, usée et sanitaire) ;
- Station d'air comprimé (air de service).

I.9 Station d'eau déminéralisation

- Station d'eau déminéralisation « grande déminée »
- Station d'eau déminéralisation « petite déminée »
- Réservoirs de stockage

I.10 Station fuel

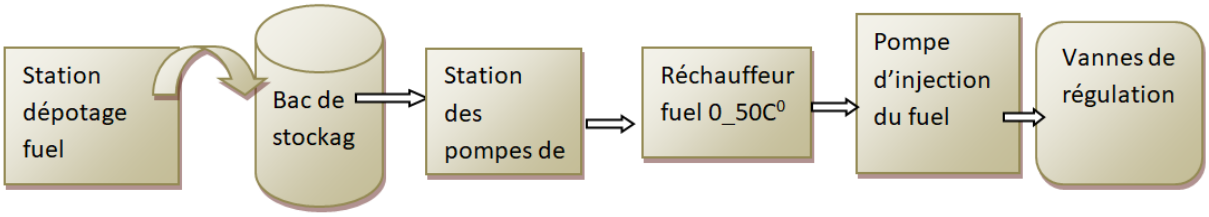


Figure I-4: Station fuel.

- Réservoirs de stockage
- (06) Skids pompes de transfert
- 03 Section de préchauffage fuel (une par TG)

I.11 Station d'air comprimé

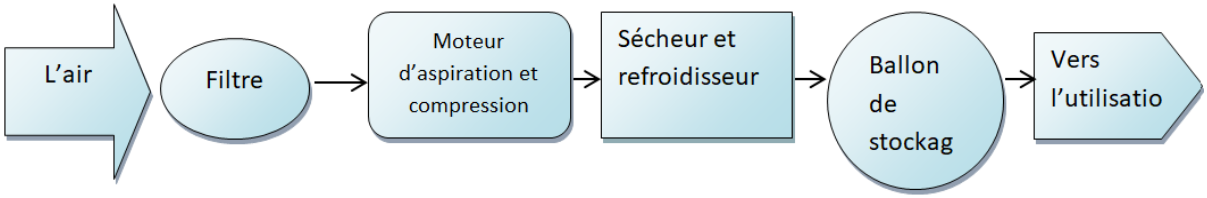


Figure I-5: Station d'air.

La station est composée de :

- (04) Compresseurs d'air
- (04) Sécheurs d'air

I.12 Projet Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF)

L'analyse de la performance et le diagnostic de la fonction maintenance ont mis en évidence une problématique liée au choix de la maintenance et à son organisation. L'augmentation de la performance industrielle passera forcément par une organisation du préventif. C'est en réponse à cette problématique, que nous avons initié le projet MBF.

I.13 Pourquoi la MBF ?

La maintenance basée sur la fiabilité est une méthode structurée visant à obtenir des plans de maintenance préventive rapidement exploitables qui repose sur une organisation dédiée à la conduite de projet. Elle présente un certain nombre d'avantages qui font d'elle une méthode adaptée, dans sa démarche et ses objectifs, au triptyque :

- problématique ;
- attentes du demandeur de l'étude ;
- ressources disponibles.

I.13.1 Problématique

La MBF se base sur le principe d'autolimitation ou de sélection systématique des criticités s'appliquant à des niveaux successifs. Cette particularité nous permettra de cibler, à différents niveaux, les points qui sont à l'origine de la non-performance. A partir de là, nous pourrons proposer des plans de maintenance préventive qui visent essentiellement à améliorer la disponibilité des équipements critiques et donc à accroitre la performance industrielle.

I.13.2 Attentes du demandeur de l'étude

La MBF apparaît comme principalement destinée à élaborer des plans de maintenance préventive optimisés. Elle permettra en parallèle d'optimiser l'utilisation des ressources de la fonction maintenance sans pour autant perturber l'organisation déjà en place.

Sélective par nature, la MBF donne des résultats efficaces en un minimum de temps ce qui répond aux attentes du demandeur de l'étude.

I.13.3 Ressources disponibles

La charge de travail, induite par des plans de maintenance préventive allant à l'essentiel, sera réalisable par des équipes à faible effectif.

L'optimisation du plan de maintenance préventive, en faisant porter l'effort de prévention au bon endroit et au bon moment, donc par élimination des tâches préventives considérées comme improductives, permettra une maitrise des coûts au niveau de la maintenance.

I.14 Objectifs

La MBF a pour objectif :

- de définir et de justifier en conception les actions de maintenance programmées à mettre en place ;
- de redéfinir en exploitation les actions de maintenance programmée ;
- d'assurer et d'augmenter les performances de l'outil de production en matière de fiabilité , disponibilité ;
- de déterminer les recommandations relatives aux enjeux technico-économiques (investissement, rénovation, procédure, justification).

I.15 Conclusion

Par rapport au contexte, la MBF se présente comme la méthode la plus apte à améliorer la disponibilité de notre système et donc à accroitre sa performance. Nous présenterons cette démarche à la fois à travers sa philosophie et son mode d'emploi concret dans ce qui suit.

CHAPITREII :

ETAT DE L'ART

Chapitre II :ETAT DE L'ART

II.1 Introduction

Pour de nombreuses industries des pays industrialisés, le mot « maintenance » est associé à des activités de plus en plus modernes qui permettent de progresser dans la mise en œuvre des impératifs de qualité absolue, de productivité et de juste à temps, Ces activités visent à optimiser la disponibilité des ressources de production, contribuant ainsi à la productivité et à la compétitivité des entreprises manufacturières.

II.2 Définition de la maintenance

En 1994, l'AFNOR a proposé une première définition normative de la maintenance dans la norme NFX 60-010, la décrivant comme "l'ensemble des actions visant à maintenir ou à restaurer un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé". La maintenance englobe ainsi diverses activités telles que le dépannage, la réparation, le réglage, la révision, le contrôle et la vérification des équipements matériels (machines, véhicules, produits manufacturés, etc.) ainsi que des éléments immatériels tels que les logiciels. Outre ces tâches, un service de maintenance peut également contribuer à des études visant à améliorer les processus industriels. Il doit prendre en compte diverses contraintes telles que la qualité, la sécurité, l'environnement et les coûts, tout comme d'autres services au sein de l'entreprise. [1]

II.3 Objectif de la maintenance

L'objectif principal des équipes de maintenance consiste à maintenir les installations de production en excellent état tout en maximisant leur rendement global et en optimisant les coûts. Pour atteindre cet objectif, il est crucial de prévenir les pannes, de respecter les cadences de production et de poursuivre l'amélioration continue de la qualité des produits. Aujourd'hui, la maintenance ne se limite plus à réagir aux pannes, mais vise plutôt à anticiper et à contrôler les défaillances grâce à une politique de maintenance optimisée, une prévention efficace, des réparations rapides et efficientes, ainsi qu'une amélioration constante du matériel. Pour remplir efficacement cette mission, il est indispensable de disposer non seulement de personnel compétent sur le plan technique, mais aussi d'une

organisation bien structurée et d'outils appropriés. Les objectifs des services de maintenance sont déterminés en fonction de la nature spécifique de l'entreprise. [2]

On peut classer les objectifs de la maintenance on trois catégories :

- Les objectifs financiers.
- Les objectifs opérationnels.
- Objectifs humains et écologique.

II.3.1 Objectifs financiers

- Réduire au minimum les dépenses de la maintenance.
- Augmenter au maximum les profits.
- Avoir des dépenses de maintenance en fonction de l'âge des installations et de son taux.

II.3.2 Objectifs opérationnels

- Maintenir les équipements.
- Assurer la disponibilité maximale des installations.
- Fournir un service qui élimine la panne en évitant ainsi une perte d'argent.
- Elle s'étend à toutes les stratégies à mettre en place pour que les équipements soient toujours performants durant leur cycle de vie.
- Assurer une performance (rendement) de haute qualité.
- Obtenez le maximum de retour sur votre investissement.

II.3.3 Objectifs humains et écologique

- Réduire les accidents de fonctionnement (notion de sécurité) et améliorer les conditions de travail.
- Etudier toute modification des équipements, des processus industriels ou des pratiques de travail qui peuvent avoir un impact sur les personnes et sur l'environnement, ainsi des protections à effectuer sur les matériels pour diminuer les risques d'accidents.

Les objectifs peuvent changer avec le temps, une révision des objectifs et de la politique de l'entreprise doit avoir lieu tous les deux ans. [2]

II.4 Les types de la maintenance

Les principaux types de maintenance industrielle sont :

- Maintenance corrective.
- Maintenance préventive.

Les types peuvent être classés selon le schéma suivant dans la (Figure II-1) :

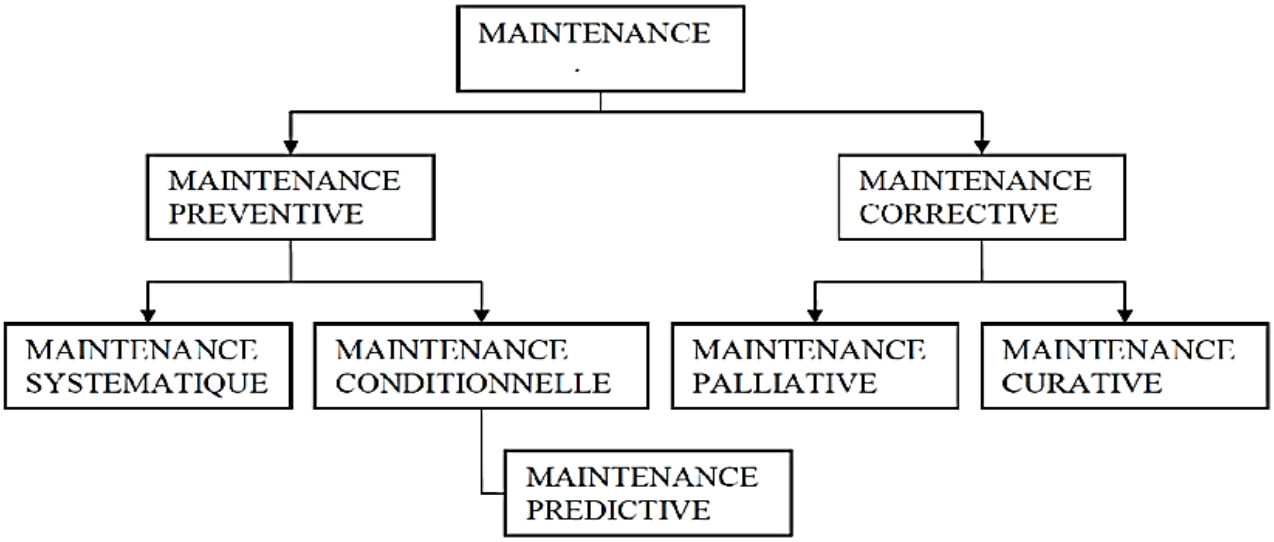


Figure II-1: classification des types de maintenance.

II.4.1 Maintenance corrective

L'ensemble des actions entreprises suite à la défaillance d'un bien, ou à la détérioration de sa fonction, dans le but de lui permettre d'accomplir une fonction requise, même de façon temporaire. Ces actions incluent notamment l'identification et le diagnostic de la défaillance, la réparation avec ou sans modifications, ainsi que la vérification du bon fonctionnement.[3]

II.4.1.1 Différents types de maintenance corrective

II.4.1.1.1 Maintenance palliative

Les actions de maintenance corrective visent à permettre temporairement à un bien d'accomplir tout ou partie d'une fonction requise. Communément désignée sous le terme de "dépannage", cette forme de maintenance provisoire est principalement composée d'actions temporaires, nécessitant ultérieurement des interventions correctives. [4]

II.4.1.1.2 Maintenance curative

Regroupe les activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Ces activités du type réparation, modification ou amélioration doivent présenter un caractère permanent. [5]

II.4.2 Maintenance préventive

C'est la maintenance qui permet d'éviter la défaillance du matériel pendant son utilisation, l'analyse du cout doit mettre en évidence un grain par rapport à la défaillance qu'elle permet d'éviter.[6]

II.4.2.1 Différentes types de maintenance préventive

II.4.2.1.1 Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance préventive repose sur la surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres essentiels de ce dernier, suivie des actions nécessaires. Cette surveillance peut être planifiée selon un calendrier, réalisé sur demande ou être effectuée de manière continue.

La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de L'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. La maintenance préventive conditionnelle se distingue par l'identification des points de vulnérabilité. Selon les circonstances, il est recommandé de les surveiller attentivement et de Déterminer si une intervention est nécessaire une fois qu'un seuil critique est atteint. Cependant, ces contrôles restent réguliers et font partie des méthodes de contrôle non destructives.[6]

II.4.2.1.2 Maintenance préventive systématique

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre Défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. Bien que le temps soit généralement l'unité de mesure la plus courante, d'autres unités peuvent également être utilisées, telles que la quantité de produits fabriqués, la longueur des produits, la distance parcourue, la masse des produits, le nombre de cycles, etc. La fréquence des interventions est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle. [6]

II.4.2.1.3 Maintenance préventive prévisionnelle

Il s'agit d'une forme de maintenance préventive qui dépend de l'analyse continue de l'évolution des paramètres clés de la dégradation du bien. Cela permet de retarder et de planifier les interventions, illustrant ainsi quelques concepts fondamentaux liés à la maintenance. [6]

II.4.2.2 Buts de la maintenance préventive

- Augmenter la durée de vie des matériels.
- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou dépanne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc. [6]

II.5 Les temps de la maintenance

L'intervalle de temps entre la détection de la défaillance et le déclenchement de la maintenance, ainsi que la période pendant laquelle une intervention corrective est effectuée sur l'entité, sont représentés dans la (Figure II-2).

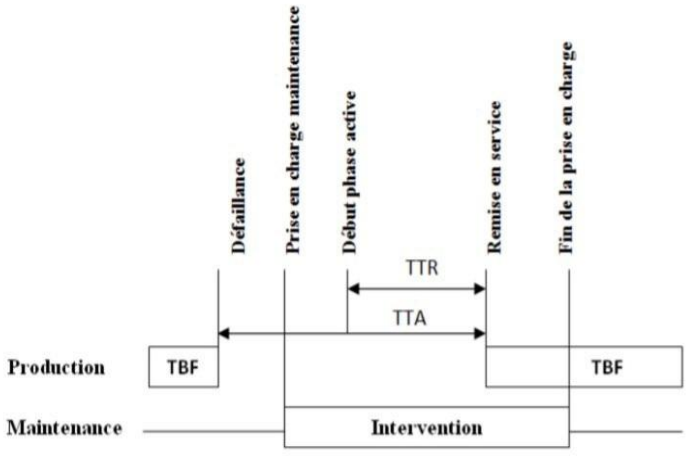


Figure II-2: Temps caractéristiques lors d'une intervention.

II.5.1 MTBF

La MTBF représente la moyenne des intervalles de bon fonctionnement (TBF). Un intervalle de bon fonctionnement est défini comme la période entre deux défaillances successives.

II.5.2 MTTR

La MTTR représente la moyenne des durées techniques de réparation (TTR). Le TTR correspond au laps de temps pendant lequel une intervention physique est effectuée sur le système défaillant. Il commence dès la prise en charge du système et se poursuit jusqu'aux contrôles et essais préalables à sa remise en service.

II.5.3 MTTA

La MTTA représente la moyenne des durées techniques d'arrêt (TTA). Ces dernières constituent une fraction des périodes d'arrêt qu'un système de production en activité peut subir. Ces interruptions sont causées par des problèmes techniques, ce qui les distingue des arrêts liés à la production (attente de pièces, de matières premières, de sources d'énergie, changement de production, etc.).

II.6 Les niveaux de la maintenance

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq « niveaux de maintenance » (*Table II-1*) donne une idée des niveaux de maintenance ainsi que les échelons de la maintenance [7]

II.7 Les échelons de la maintenance

Il est crucial de faire la distinction entre les niveaux de maintenance et le concept d'échelon de maintenance, qui précise le lieu où les interventions sont réalisées. Habituellement, on identifie trois échelons, comme décrit dans tableau (voir TableauII-1).[7]

- **ECHELON 1 : La maintenance sur site :**

L'intervention est directement réalisée sur le matériel en place.

- **ECHELON 2 : La maintenance en atelier :**

Le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention.

- **ECHELON 3 : la maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée :**

Le matériel est déplacé afin de réaliser les opérations nécessitant des équipements spécifiques. Bien que les concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient clairement différenciés, il existe souvent une relation entre eux.

TableauII-1: les niveaux et les échelons de la maintenance.

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens	Echelons
1	Exploitant sur place	Sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation .Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.	**1**
2	Technicien habilité, sur place	L'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.	
3	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance.	Des appareils de mesure et de réglage, 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.	
4	Equipe encadrée par un technicien spécialisé ou en atelier central.	Moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc…Ainsi que des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.	**2**
5	Equipe complète. Polyvalente, en atelier central.	des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien.	**3**

II.8 Politique de la maintenance

II.8.1 Définition

La stratégie de maintenance implique l'élaboration d'un plan détaillé déterminant la proportion adéquate des activités préventives et correctives. Il s'agit de répartir efficacement les efforts entre les actions préventives et celles de correction, en tenant compte des besoins spécifiques de disponibilité et de qualité du client, qui dans le contexte de la maintenance, représente la production au sein de l'entreprise. L'objectif est d'éviter toute illusion selon laquelle la seule prévention résoudrait tous les problèmes, en établissant plutôt une corrélation directe avec les exigences opérationnelles. [8]

II.8.2 Intégration d'une politique de maintenance

II.8.2.1 Concevoir un plan de maintenance préventif

Un plan de maintenance préventif ne se construit qu'à partir de plusieurs informations Provenant de quatre origines :

- **L'existant** : comporte l'historique du « correctif » et « préventif » qu'il faut reconstitué à partir de la connaissance des techniciens encore présents ou à partir des bases de données existantes.
- **Les exigences réglementaires :**nationales ou professionnelles (ce qui nécessite une Connaissance et une mise à jour régulière de la législation en vigueur).
- **Les recommandations des fournisseurs** : ou constructeurs, à condition que, dans les cahiers des charges d'achats d'équipements, des exigences de maintenance soient identifiées.
- **Les études d'AMDEC** : pour identifier les risques potentiels.

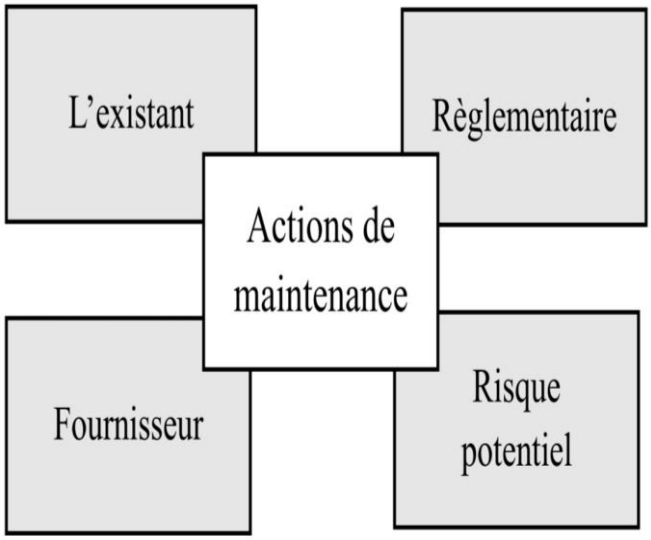


Figure II-3:les quatre sources d'information.

II.8.2.2 Le contenu du plan de maintenance préventif

Le plan de maintenance est en grande partie la politique de maintenance de l'entreprise. Il comporte des actions préventives et correctives, de ce fait c'est le plan préventif qui doit être le plus important pour les équipements à risque, d'où l'importance et le soin que l'on doit mettre à le construire.

En général trois causes principales génèrent plus de 80 % des problèmes d'indisponibilité :

- Les desserrages.
- La pollution par l'environnement industriel (poussières dues aux produits plus ou moins agressifs et corrosifs).
- Les défauts de graissage.

Le plan préventif doit impérativement et prioritairement prendre en compte ces causes Et les actions préventives nécessaire. [8]

II.8.3 Stratégie de maintenance

Une fois que la stratégie de maintenance préventive et corrective ainsi que son plan détaillé (liste des gammes) sont établis, il reste à déterminer les modalités de mise en œuvre. Cette dernière peut être réalisée entièrement en interne avec des ressources dédiées, externalisée intégralement, ou adopter une approche mixte. Ces décisions influenceront directement la structure organisationnelle à mettre en place. Souvent, nous procédons à une organisation initiale avant d'apporter des ajustements progressifs, sans

pour autant cibler les véritables causes des dysfonctionnements au sein de l'entreprise. Il est donc plus avisé de définir d'abord une stratégie de maintenance avant de choisir le mode d'organisation qui la mettra en œuvre de la manière la plus efficace. [8]

En utilisant cette stratégie, nous allons identifier les fonctions de la maintenance avant De décider des points qui pourraient être externalisés :

- Maintenance préventive.
- Maintenance corrective.
- Méthodes de maintenance.
- Gestion des stocks et approvisionnements.
- Gestion des ressources humaines (gestion des carrières et de la formation technique et méthodologique).
- Gestion des activités et des dépenses. [9]

II.8.4 Optimisation de la politique de maintenance

Pour améliorer l'efficacité et réduire les coûts de la maintenance, il est souvent nécessaire d'effectuer une analyse approfondie de ses pratiques actuelles, en se comparant avec d'autres entreprises dans une démarche de type BENCHMARKING. Cela revient à se faire évaluer par des experts à travers une série de questions. Contrairement à la qualité où les référentiels ISO, tels que la série ISO 9000, existent, il n'en est pas de même pour la maintenance. En qualité, un audit peut être effectué car il existe un cadre normatif et des organismes certificateurs qui comparent les pratiques aux exigences de la norme. En revanche, en maintenance, faute de référentiel, les audits ne sont pas possibles. À la place, des diagnostics sont réalisés à partir de questionnaires et de critères établis par des experts. Malgré cette nuance, dans le langage courant, on utilise néanmoins le terme "audit" pour désigner ces évaluations en maintenance.

Le diagnostic de l'efficacité de la fonction maintenance implique une série de questions visant à évaluer le niveau de mise en œuvre des activités de maintenance, qu'elles soient exécutées par le service de maintenance ou par d'autres entités telles que la production, les méthodes ou des prestataires externes. Cette approche vise à fournir une évaluation objective du degré de réalisation des fonctions analysées au sein de l'organisation globale de la maintenance au sein de l'entreprise. [10]

II.9 Définition de la Défaillance

D'après la norme AFNOR 60010X : Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

Après la survenue d'une défaillance, l'entité est considérée comme étant en panne. C'est le moment où une entité passe d'un état de fonctionnement normal à un état anormal ou défectueux. La défaillance peut être :

- Complète : il s'agit de la cessation de la réalisation de la fonction d'un dispositif.
- Partielle : il s'agit de l'altération de la réalisation de la fonction d'un dispositif. [11]

II.9.1 Mode de défaillances

Il est important d'introduire le concept du mode de défaillance : « un mode de défaillance est l'effet par lequel une défaillance est observée » [12].

Chaque équipement ou système peut posséder plusieurs modes de défaillance. A titre d'exemple, on considère un disjoncteur Les principaux modes de défaillance sont :

- le disjoncteur ne ferme pas sur ordre.
- le disjoncteur n'ouvre pas sur ordre.
- le disjoncteur ouvre sans ordre.
- le disjoncteur ferme sans ordre.
- le disjoncteur n'établit pas le courant.
- le disjoncteur ne coupe pas le courant.
- le disjoncteur ne supporte pas le courant.

II.9.2 Cause de défaillance

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance.

Il existe trois types de causes conduisant à une défaillance :

- Causes internes au matériel.
- Causes externes dues à l'environnement, au milieu et à l'exploitation.
- Causes externes dues à la main d'œuvre.

TableauII-2:Exemples de causes de défaillance.

Causes de défaillance	Composants électriques
Causes internes. Matériel	- vieillissement - composant HS
Causes externes Milieu d'exploitation	-pollution (poussières, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites, etc.
Causes externes Main d'œuvre	- montage - réglages - mise en œuvre - utilisation

II.9.3 L'effet de défaillance

L'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance. Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance.

Il peut être examinée sous deux angles différents :

• L'impact global : Il concerne l'impact de la défaillance sur la mission globale du système et sa sécurité globale. Cette vision étudie les conséquences de la panne sur le fonctionnement global du système et sa capacité à accomplir sa fonction principale en toute sécurité.

• L'impact local : Ce genre d'impact se focalise particulièrement sur les répercussions de la panne au niveau du sous-système ou de la composante concernée. L'objectif est d'étudier l'impact direct de la défaillance sur le fonctionnement et la performance de la partie étudiée de l'équipement, sans prendre en compte l'ensemble du système.

II.10 Conclusion

La maintenance générale revêt une importance cruciale dans le maintien du bon fonctionnement, de la durabilité et de la fiabilité des équipements, systèmes et infrastructures. Elle englobe diverses activités telles que la maintenance préventive et corrective, visant à anticiper les pannes, à optimiser les performances et à minimiser les interruptions de service. Grâce à une stratégie bien définie, des programmes de maintenance précis et l'adoption de technologies modernes, les organisations peuvent accroître leur productivité, leur efficacité opérationnelle et leur rentabilité, tout en prolongeant la durée de vie de leurs actifs et en garantissant la satisfaction des utilisateurs.

CHAPITRE III :
MAINTENANCE BASÉE SUR LA FIABILITÉ

Chapitre III : Maintenance Basée Sur La Fiabilité

III.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à l'étude théorique de la maintenance basée sur la fiabilité qui est un véritable outil de conception de la maintenance préventive; en conciliant les doubles enjeux disponibilité/coût global de possession des installations. Parmi les outils ou méthodes qu'elle utilise, les grilles d'analyse de mode de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). Cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets. Elle occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance.

III.2 Présentation de la méthode MBF

La MBF est une méthode systématique pour maintenir l'équilibre entre la maintenance préventive et corrective. Cette méthode choisit les bonnes activités de maintenance préventive pour le bon composant au bon moment pour atteindre la solution la plus rentable . La première description est apparue vers le début de l'année 1978 par Nowlan. Elle a été introduite dans l'énergie nucléaire en 1980 et en hydro-électricité en 1990 .

La MBF est caractérisée par la maintenance de la fonction du système, l'identification des modes de défaillance, la priorité des fonctions, en choisissant la tache de maintenance la plus rentable et efficace.[13]

La MBF est une technique qui est utilisée pour développer les coûts des plans de maintenance efficaces et ces critères dont l'objectif est de réaliser, restaurer ou maintenir la capacité opérationnelle de l'équipement. L'objectif principal de cette méthode, est de réduire les coûts d'entretien en se concentrant sur les fonctions les plus importantes du système. Il existe plusieurs formulations des différents processus de cette méthode dans la littérature. Selon l'analyse de la MBF prévoit essentiellement les réponses aux questions suivantes :

1. Quelles sont les fonctions et les normes de performance associées à l'équipement dans son contexte d'exploitation actuel?
2. De quelles façons peut-il ne pas remplir pleinement ses fonctions?
3. Quelle est la cause de chaque défaillance fonctionnelle?
4. Quel effet a la défaillance sur le système ?
5. Quels sont les moyens utilisés pour réduire les défaillances ?
6. Que peut-on faire pour éviter la défaillance?
7. Que faut-il faire si une tâche préventive appropriée ne peut être trouvé?

III.3 Les phases de mise en œuvre de la démarche MBF

La MBF s'appuie sur quatre phases principales (Figure III-1)

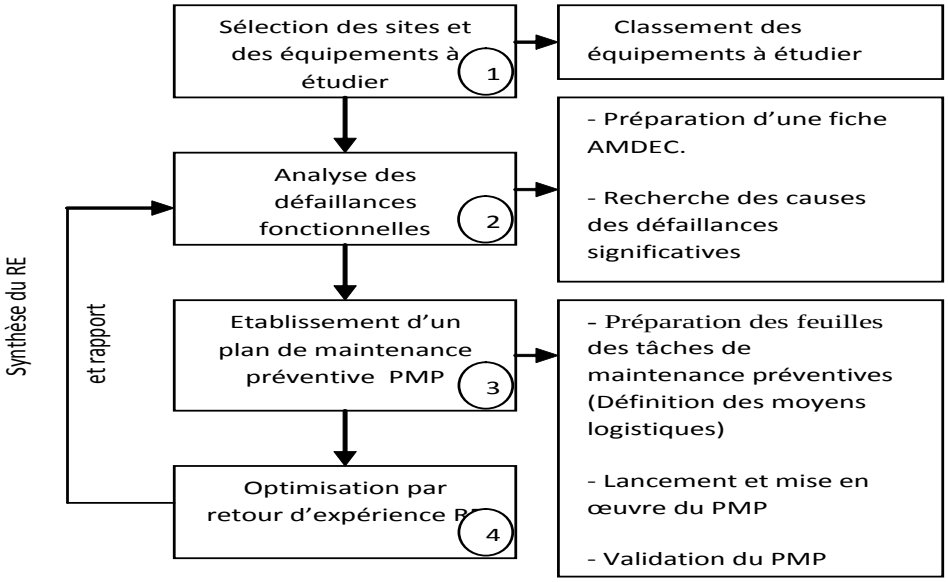


Figure III-1:Les phases de la MBF.

III.3.1 ETAPE1: Etude des différents sites et classement stratégique des ouvrages

Un ouvrage est stratégique si son dysfonctionnement ou son interruption provoque une dégradation partielle ou totale du réseau .Le classement stratégique des ouvrages a pour objectif d'adapter la nature et l'action de maintenance au caractère stratégique de l'ouvrage.

III.3.2 ETAPE2: Analyse des défaillances fonctionnelles des équipements et des composants

III.3.2.1 Analyse fonctionnelle du système

Elle est utilisée dans les premières phases d'un projet pour créer ou améliorer un système. Elle se présente le plus souvent sous forme de graphe ou diagramme d'analyse et permet d'exprimer des exigences.

III.3.2.2 Définitions

Selon la norme AFNOR NF X 50 -151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à

Recenser : c'est déterminer et identifier les fonctions du système.

Caractériser : c'est énoncer les critères d'appréciation, les niveaux et la flexibilité de ces fonctions.

Ordonner : c'est classifier les fonctions en fonction de service et en fonction techniques.

Hiérarchiser : c'est évaluer l'ordre d'importance des fonctions retenues.

Valoriser : c'est attribuer à chaque fonction un poids ou une valeur liée son importance. [14]

III.3.2.3 Analyse fonctionnelle externe et interne

Le groupe équipement commence par effectuer deux analyses fonctionnelles :

III.3.2.3.1 Analyse fonctionnelle externe

L'analyse fonctionnelle externe ou l'analyse fonctionnelle du besoin (AFE) est un outil qui décrit de façon exhaustive les fonctions entre le système étudié et son environnement.[15]. L'une des méthodes utilisée est la méthode APTE. [16]. Cette méthode assez simple et très utilisée dans l'industrie propose un outil graphique appelé Bête à cornes qui donne une expression graphique du besoin et un diagramme Pieuvre qui permet de classer les fonctions du système. La méthode Bête à cornes repose sur trois questions :

a) A qui rend-il service ? : il définit les bénéficiaires de système étudié.

b) Sur quoi agit-il ? : il définit l'environnement dans lequel le système va évoluer.

c) dans quel but ? : cette question doit préciser l'objet du système étudié.

La méthode diagramme Pieuvre classe les fonctions du système en fonction principale et fonctions contraintes. La fonction principale comprend les services qui sont sa raison d'être. Les fonctions contraintes sont les services imposés.

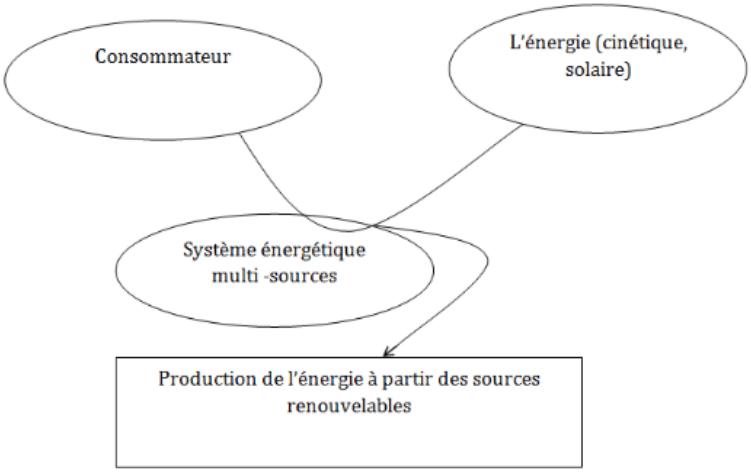


Figure III-2:Diagramme « bête à corne d'un système multi –sources à base des ressources renouvelables (éolienne, solaire).

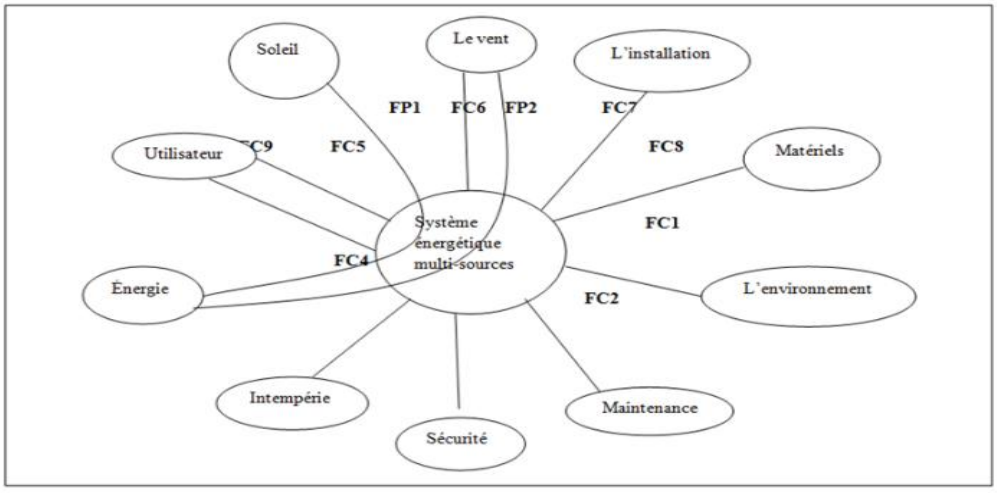


Figure III-3:Diagramme de pieuvre pour un système multi –sources à base de ressources renouvelables (solaire, éolienne).

- FP1 : transformation de l'énergie solaire en énergie électrique.
- FP2 : conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.
- FC1 : adaptation à l'environnement (écologique)
- FC2 : la complexité de maintenance du système.
- FC3 : répondu aux normes mondiales de sécurité.

- FC4 : la résistance au changement climatique et aux intempéries.
- FC5 : l'entretien du système.
- FC6 : extraction de l'électricité à partir du vent.
- FC7 : le choix de position de l'installation.
- FC8 : adaptation de l'énergie produite aux matériels électriques.
- FC9 :l'entretien du système.

III.3.2.3.2 Analyse fonctionnelle interne

L'objectif de l'analyse fonctionnelle interne (AFI) est de déterminer toutes les fonctions internes du système. La méthode la plus utilisée est la méthode SADT.

La méthode SADT (StructuredAnalysis for Design and Technic) est une méthode dans laquelle les systèmes complexes sont considérés comme des structures composées de systèmes plus simples en interaction. [17]. Elle propose deux formes de représentation, les actigrammes et les datagrammes. Nous nous intéresserons uniquement aux actigrammes, forme la plus utilisée.

L'actigramme de niveau le plus élevé, noté A-0 correspond à la finalité ou la fonction globale du système. Ce diagramme de niveau A-0 se décompose en n diagrammes : A1 à An ;la fonction globale du système appelé niveau A−0, qui est la production de l'énergie à partir des sources renouvelables (cinétique, solaire) à l'aide d'un système multi sources.(voir laFigureIII-4).

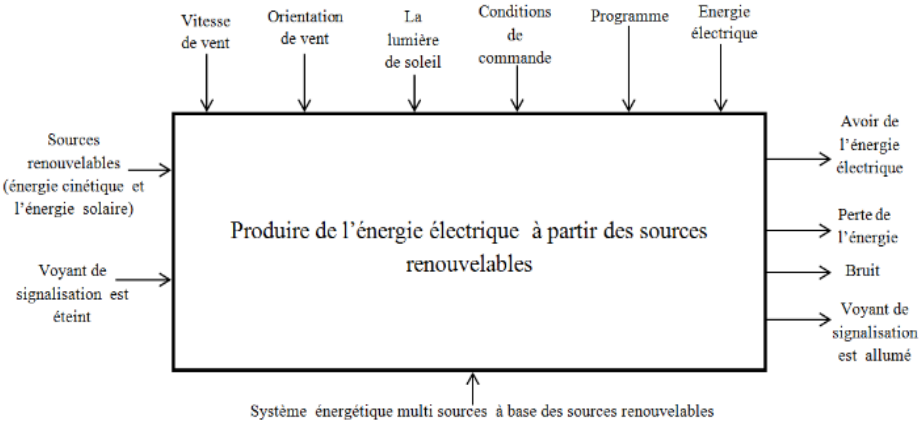


Figure III-4:Niveau A-0.

En dépit de l'explication des deux analyses fonctionnelles (interne et externe)du comportement du système, nous avons reçu aucune information sur les défaillances du système, d'où la nécessité de réaliser une analyse dysfonctionnelle qualitative qui permet de compléter les informations manquantes. Il existe un grand nombre de méthodes d'analyse dysfonctionnelle, nous allons proposer une présentation détaillée de la méthode AMDEC.

III.3.2.4 Détermination des équipements critiques par l' analyse des modes De défaillance de leurs effets et leurs criticités (AMDEC)

III.3.2.4.1 Introduction

La méthode AMDEC a d'abord été employée pour gérer les risques potentiels liés aux activités de fabrication de l'armement nucléaire. Elle s'est progressivement adaptée à toutes les activités à risque (nucléaire civil, aéronautique, spatiale). Elle a été intégrée dans les projets industriels lors de grands travaux. Aujourd'hui, elle est largement utilisée dans le secteur industriel, que ce soit pour améliorer l'existant ou pour traiter de manière préventive les éventuels problèmes de performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production. L'utilisation de l'AMDEC peut sembler difficile, mais les bénéfices qu'elle permet de générer sont souvent bien supérieurs aux efforts de mise en place qu'elle propose. En mettant en place l'AMDEC, l'entreprise industrielle bénéficie d'une garantie supplémentaire pour améliorer ses performances.

Sa mise en œuvre très tôt en phase de conception (du produit, du procédé ou de l'outil de production) met en évidence le désir de l'entreprise de prévoir les problèmes éventuels plutôt que de les subir à long terme.

III.3.2.4.2 Définition AMDEC (AFNOR x 60-510)

Selon la définition AFNOR, AMDEC (l'**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillance, de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité) est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement du système dans le cadre d'une application donnée.

Il s'agit d'une analyse critique qui se déroule en six étapes (Figure III-5). Cette analyse a pour objectif d'identifier de façon inductive et systématique les risques de

dysfonctionnement des machines, puis à en rechercher les origines et leurs conséquences..[18]

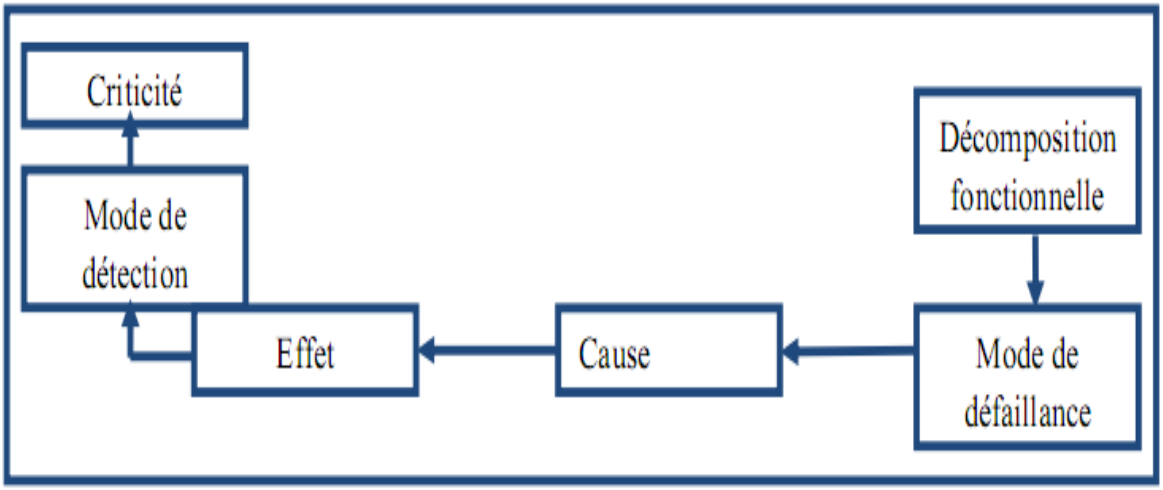


Figure III-5:étape d'une analyse de type AMDEC.

III.3.2.4.3 Caractéristique De La Méthode AMDEC

L'AMDEC, méthode d'analyse inductive, exhaustive et rigoureuse, permet une recherche systématique des éléments suivants :

- Identification des modes de défaillance d'un moyen de production.
- Identification des causes de défaillance qui engendrent ces modes de défaillance, pouvant provenir des composants du moyen de production ou être dues à des influences externes.
- Évaluation des conséquences des défaillances sur le moyen de production, son environnement, le produit ou les individus.
- Détermination des moyens de détection pour la prévention et/ou la correction des défaillances. [19]

III.3.2.4.4 Types AMDEC

On distingue 3 types d'AMDEC :

- AMDEC « produit» ;
- AMDEC « processus » ;
- AMDEC « moyen de production » ;

III.3.2.4.4.1 L'AMDEC « produit »

Il est utilisé pour aider à valider les études de définition des nouveaux produits fabriqués par les entreprises et pour évaluer les défauts potentiels des nouveaux produits et leurs causes. Toutes les déficiences possibles sont évaluées et, après priorisation, elles peuvent être corrigées par la mise en œuvre d'actions correctives de conception et de mesures préventives industrialisées..[19]

III.3.2.4.4.2 L'AMDEC « processus »

Il est utilisé pour étudier les défauts potentiels des produits nouveaux ou autres causés par le processus de fabrication. Dans le cas d'un nouveau produit, le processus AMDEC permettra son optimisation dans le but d'éliminer les causes de défauts qui pourraient impacter négativement le produit..[19]

III.3.2.4.4.3 L'AMDEC « moyen de production »

Il permet l'étude des moyens de production lors de leurs phases de conception ou d'exploitation. Améliorez la maintenabilité et la fiabilité grâce à la conception, améliorant ainsi la disponibilité des méthodes de production. Pendant les opérations, apporter des améliorations liées à la refonte ou mettre en œuvre un plan de maintenance ajusté en fonction de la gravité du risque évalué.[19]

III.3.2.4.5 la démarche AMDEC

La méthodologie AMDEC permet de calculer la criticité d'un composant d'un équipement en se basant sur trois critères : la gravité, la fréquence et la détectabilité. De ce fait on peut en déduire les composants critiques et leurs associer des actions appropriées pour chacun.[20]

La réalisation d'une AMDEC comprend cinq étapes :

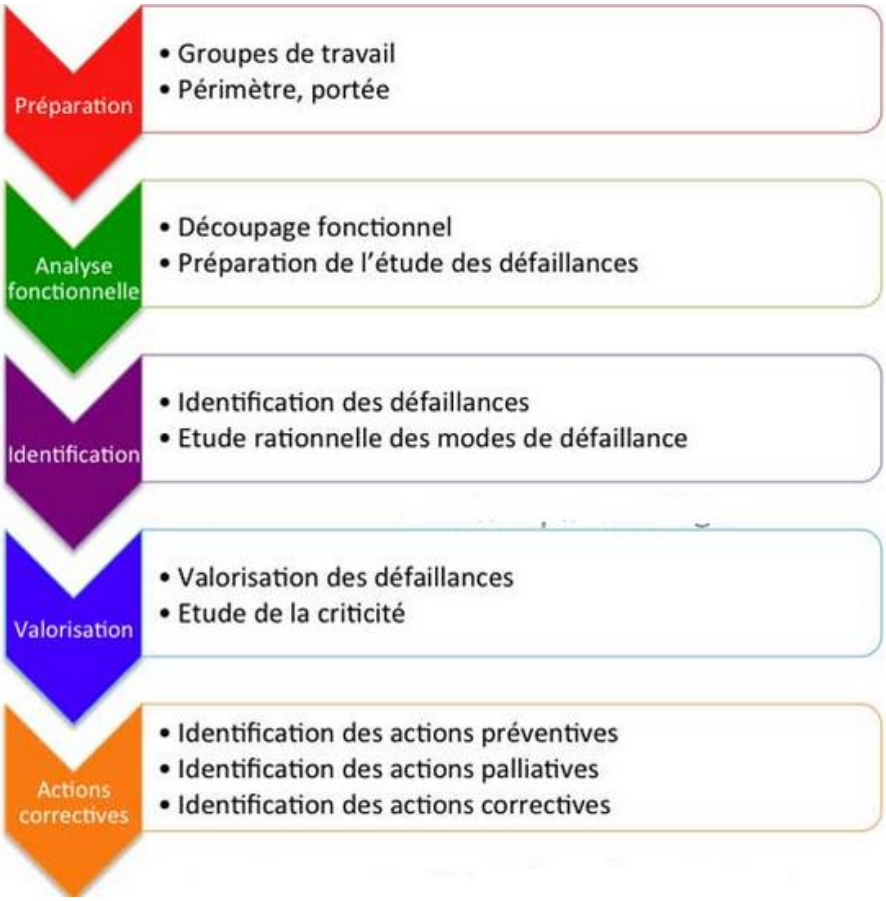


Figure III-6:Analyse AMDEC .

III.3.2.4.5.1 phase 1: Initialisation

La phase d'initialisation comprend trois étapes qui sont :

- Définition du système et des objectifs à atteindre ;
- Constitution du groupe de travail ;
- Mise au point de supports de l'étude ; .[21]

III.3.2.4.5.1.1 Définition du système et des objectifs à atteindre

L'AMDEC est un exercice systématique et chronophage qui génère une documentation abondante et devient donc inutilisable. De même, les objectifs de l'étude seront précisés en termes d'améliorations attendues en termes d'utilisabilité, de maintenance ou d'autres aspects.[21]

III.3.2.4.5.1.2 Constitution du groupe de travail

Les membres du groupe de travail sont les suivants :

- Un représentant du service responsable de l'investissement dans le moyen de production.
- Le concepteur du moyen examiné.
- L'utilisateur futur du moyen étudié.
- Le futur responsable de la maintenance du moyen étudié.
- Un spécialiste (expert d'un sujet traité de manière ponctuelle).
- Les services concernés : qualité, fiabilité, sécurité.[21]

III.3.2.4.5.1.3 Mise au point de supports de l'étude

Au moment de l'évaluation de la criticité, nous aborderons plus en profondeur les méthodes d'évaluation des facteurs (Gravité, fréquence, détection, criticité).

Il faut effectuer une feuille d'analyse AMDEC. D'après les sources, il y a différentes catégories de fiches AMDEC :

TableauIII-1:Exemple 1 : feuille d'AMDEC.

Analyse fonctionnelle			Analyse de Défaillance				Estimation de criticité				Mesures
composant		Fonction	Mode de Défaillance	Causes	Effet local	Effet système	Gravité	Occurrence	Nom détection	Criticité (indice)	Mesures envisagées
Nom	Réf										
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

TableauIII-2:Exemple 2 : feuille d'AMDEC.

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="6">Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité</td><td colspan="5">AMDEC</td></tr>
<tr><td colspan="4">Système :…….
Sous système :……</td><td colspan="2">Phase de fonctionnement ;……</td><td colspan="3">Date analyse :……</td><td>Page :……</td></tr>
<tr><td rowspan="2">N^0</td><td rowspan="2">Elément</td><td rowspan="2">Fonction</td><td rowspan="2">Mode de défaillance</td><td rowspan="2">Cause</td><td rowspan="2">Effet</td><td rowspan="2">Détection</td><td colspan="4">Criticité</td><td rowspan="2">Plan d'action de maintenance</td></tr>
<tr><td>F</td><td>G</td><td>D</td><td>C</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

III.3.2.4.5.2 Phase 2: Analyse fonctionnelle « AF »

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer la fonction de chaque élément étudié.

Prédire les modes de défaillance possibles (détaillée ci-dessus).

III.3.2.4.5.3 Phase 3 : Analyse AMDEC qui consiste

- Analyse des mécanismes de défaillances ;
- Evaluation de la criticité à travers ;
- la probabilité d'occurrence F ;
- la gravité des conséquences G ;
- la probabilité de non détection D ;
- la criticité est définie par le produit.

III.3.2.4.5.4 Phase 4 : Synthèse de l'étude/décisions qui consiste

- bilan des travaux ;

- décision des actions à engager.[21]

III.3.2.4.5.4.1 L'indice de gravité

Le barème de cotation varie entre 0.1 et 0.5 se base sur les effets provoqués par la défaillance en terme de :

- Temps d'intervention
- Qualité d'alimentation en électricité
- Sécurité des hommes et des biens .[22]

TableauIII-3: Niveau de gravité.

Gravité	Critères	Notation
Mineure	Coupure d'alimentation < 5 min	0.1
Significative	Coupure d'alimentation < 20 min	0.2
Moyenne	25min <Coupure d'alimentation < 30 min	0.3
Majeurs	1h<Coupure d'alimentation < 2h	0.4
Catastrophique	5h<Coupure d'alimentation < 1jour	0.5

III.3.2.4.5.4.2 L'indice de Fréquence

Correspond à la fréquence de défaillance, qui représente la probabilité combinée d'apparition de la cause de la défaillance et d'apparition du mode de défaillance. Le barème de cotation varie entre 0.1 et 0.5.[23]

TableauIII-4:Niveau de Fréquence.

Fréquence	Critères	Notation
Défaillance très rare	Une défaillance par 10 ans	0.1
Défaillance rare	Une défaillance par 5 ans	0.2
Défaillance possible	Une défaillance par 3 ans	0.3
Défaillance fréquente	Une défaillance par 1 an	0.4
Défaillance très fréquente	Une défaillance par 4 à 6 mois	0.5

III.3.2.4.5.4.3 L'indice de détectabilité

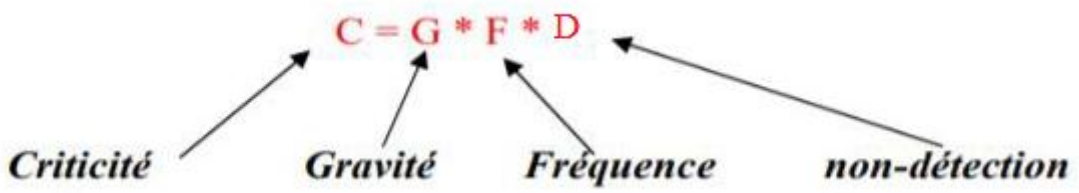
Liée à la probabilité de détection d'un défaut couple :mode-cause échoué avant de produire l'effet. Le barème de cotation varie entre 1 et 5.[24]

TableauIII-5:Niveau de Détectabilité.

Détectabilité (D)	Critères	Notation
Evidente	Temps nécessaire pour détecter la défaillance	1
Possible	Défaillance détectable tôt	2
Peu probable	La Défaillance est difficile à détectable	3
Improbable	Défaillance douloureusement détectable	4
Impossible	Défaillance indétectable	5

III.3.2.4.5.4.4 La criticité

Il suffit de multiplier les trois cotations précédemment attribuées pour obtenir la détermination de priorité .[24]



III.3.2.4.5.5 Phase 5 : Actions menées

Les mesures prises comprennent :

- Classer les problèmes rencontrés ;
- Calcul de la nouvelle criticité ;.[25]

III.3.2.4.5.5.1 Classement des problèmes rencontrés

Le groupe de travail a décidé d'actions qui élimineraient tous les points critiques. A partir de ces indices de criticités, il est possible de hiérarchiser les défaillances et de recenser

celles dont le niveau de criticité est supérieur à une limite constante est contractuellement imposée (R,S) (*TableauIII-6*).[25]

TableauIII-6: Partition des équipements et plan d'action.

Condition imposée	Conséquence	Action de Maintenance
C< R	Aucun problème	Maintenance corrective
C< R < S	Acceptable, mais	Maintenance préventive / conditionnelle
C> S	Etude complète	- action de Maintenance préventive systématique - nouvelle étude amélioratrive

le logigramme de décision qui sert, à associer à chaque défaillance sélectionnée une ou plusieurs actions préventives (maintenance préventive conditionnelle ou systématique) ou , voire l'amélioration lorsque l'action sur la cause élimine la probabilité de panne. Pour aider à cette recherche, l'utilisation d'un logigramme de décision permet de systématiser la recherche de la simplicité alliée à l'efficacité.

La Figure III-7 représente un exemple d'une structure de logigramme MBF utilisé à partir d'une défaillance sélectionnée.

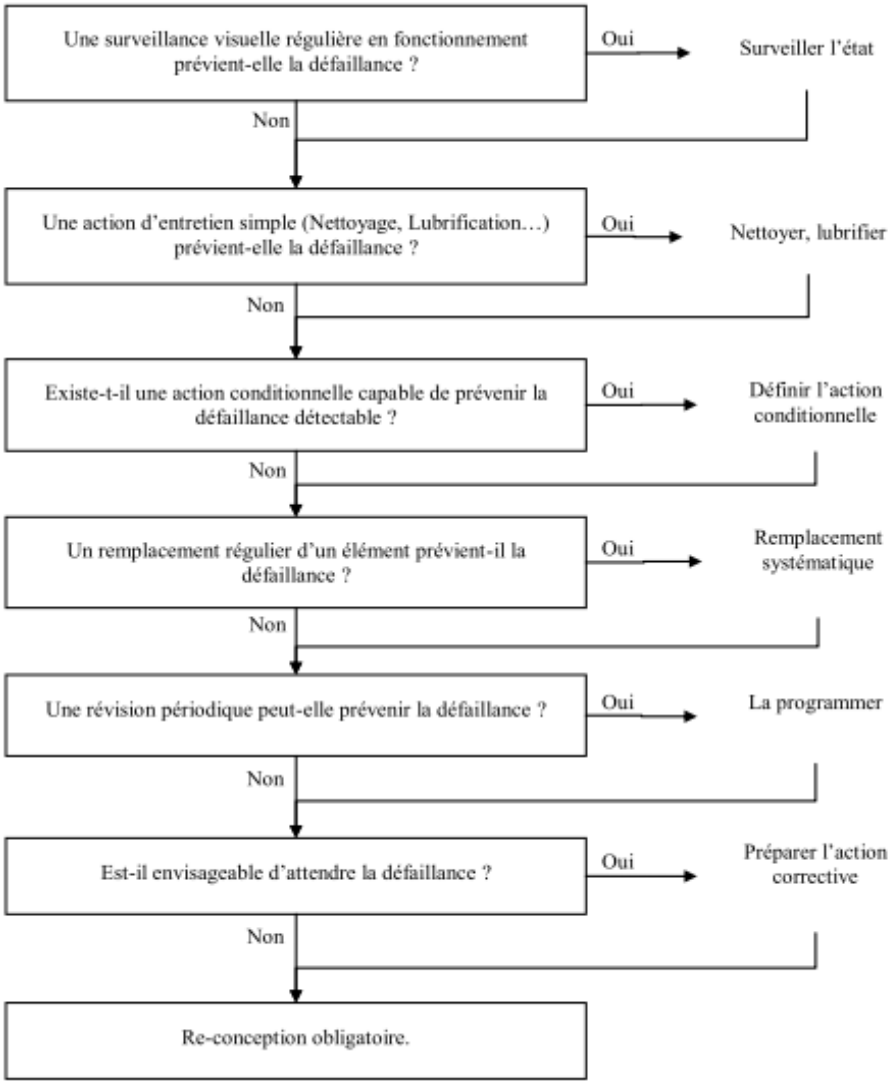


Figure III-7:Logigramme de choix d'actions [MON 2003].

III.3.3 ETAPE3 : Etablissement d'un plan de maintenance basée sur la méthode AMDEC

Un plan de maintenance a pour objectif d'orienter les responsables de maintenance dans la préparation, la coordination et la réalisation de leur programme de maintenance pour une meilleure qualité de service à coût optimal, Il servira de référence en ce qui a trait à la nature et à la périodicité des inspections à réaliser.[26]

III.3.3.1 Choix d'un plan de maintenance préventif PMP

Le choix des actions de maintenance s'effectue selon les objectifs conformément à la politique de maintenance arrêtée en se basant sur les deux aspects définis dans le plan maintenance ainsi que :

- les conditions d'application de chaque méthode de maintenance :
- les coûts de maintenance.

Les différentes actions de maintenance recommandées au cours de l'étude AMDEC visent à éviter ou à réduire l'occurrence des défaillances potentielles, ces actions sont :

- un préventif systématique, avec sa périodicité en axant l'action de maintenance sur les équipements et les composants stratégiques de manière hiérarchisée :
- un préventif conditionnel développé sur la base des contrôles d'état et impliquant la connaissance du mode de dégradation, des paramètres à suivre (physiques, chimiques, etc..), des seuils de détection et de défaillance, du mode de suivi de l'état du système estimé et de l'action améliorative à mettre en œuvre.

III.3.4 ETAPE4: Optimisation du plan de maintenance par le retour d'expérience

Le programme de maintenance initial est basé sur les informations disponibles au moment de l'analyse. L'équipement nécessite un programme de maintenance dynamique ainsi qu'une logique de maintenance capable de recueillir et d'analyser les données d'exploitation tout au long de sa vie. [27]

L'un des résultats des études MBF est l'établissement de programmes de maintenance préventive optimisés. Ces programmes doivent être appliqués, ils doivent être cependant actualisés comme le montre la Figure III-8, car :

- les conditions d'environnement et d'exploitation peuvent varier :
-des vieillissements peuvent apparaitre, et nécessite une surveillance accrue ;
- l'impact d'un programme de maintenance optimisé peut s'avérer négatif en termes de fiabilité et de réduction des coûts.

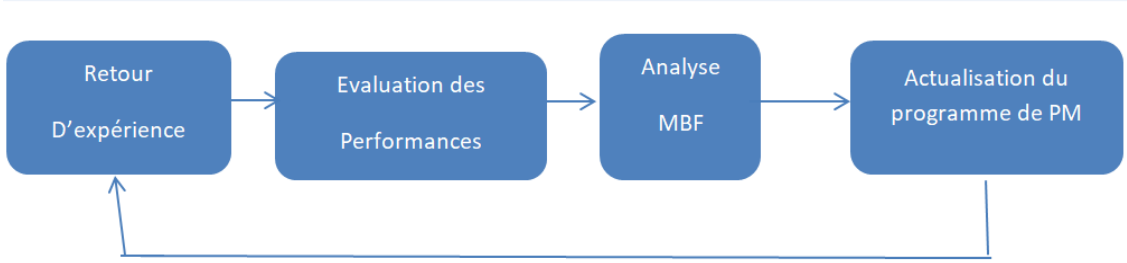


Figure III-8:Optimisation du plan de maintenance par le retour d'expérience.

Il est donc important de prévoir une réactualisation périodique des programmes de maintenance, qui ne peut s'envisager sans :

- l'archivage des études MBF réalisées précédemment, assurant la traçabilité des analyses, et leur réactualisation:

-une structure durable de retour d'expérience technique relative aux défaillances et aux actions de maintenance des équipements les plus importants dans un système d' information

Le retour d'expérience est une condition clé du succès de la démarche MBF, il joue un rôle central dans cette démarche, tant pour la validation incontestable des premiers résultats attendus que pour permettre de poursuivre cette adaptation des programmes de maintenance avec le temps.

III.4 Conclusion

La méthode proposée est basée sur un raisonnement logique et simple qu'on peut vulgariser à l'intérieur de l'entreprise. Elle a pour consistance de voir le processus dans une approche globale puis descendre suivant une cascade jusqu'aux organes les plus élémentaires en utilisant l'outil AMDEC. Ce dernier utilise les caractéristiques d'un produit et permet d'instaurer un dialogue entre plusieurs entités de l'entreprise comme le bureau d'études, les services de design, les personnels chargés de design, de l'industrialisation, de la commercialisation et de la maintenance, en vue d'obtenir des conseils qu'ils utilisent dans la prise de décision. La méthode a pour but de découvrir, évaluer et classer les faiblesses, les anomalies et les origines des causes de dysfonctionnements et ainsi chercher les solutions appropriées et les actions correctives à engager pour les éliminer d'une part et de généraliser et standardiser les résultats a toutes les composantes similaires de processus

d'autre part. Ceci a pour seul souci : élaborer un programme de maintenance préventive optimisé, ayant pour but la sûreté de fonctionnement et la sécurité des moyens de production en tenant compte des aspects économiques.

CHAPITRE IV :

ILLUSTRATION

Chapitre IV :Illustration

IV.1 INTRODUCTION

Actuellement les systèmes de distribution d'électricité fonctionnent sur un marché très libéralisé. Ces systèmes devraient donc être en mesure de fournir de l'électricité aux clients avec un haut niveau de fiabilité, de disponibilité, de sécurité et être très rentable pour les fournisseurs. Le renouvellement et l'optimisation de la maintenance nécessitent des modèles de fiabilité décrivant le processus de détérioration des équipements du système de distribution d'énergie à l'aide de modèles de haute résolution. Les modèles appropriés devraient être en mesure d'évaluer la durée de vie résiduelle, la probabilité de défaillance et l'évolution des coûts d'exploitation en fonction de la maintenance et du renouvellement . À cet effet, un plan de maintenance efficace doit être appliqué par l'introduction de méthodes d'optimisation telles que l'approche maintenance basée sur la fiabilité (MBF) afin de nous permettre de maintenir le système électrique avec un minimum de conditions anormales et la suppression de ces conditions dès que possible . La MBF a pour objectif d'organiser le besoin croissant de maintenance afin de réduire les coûts de ses actions tout en augmentant la sécurité du système. Afin d'améliorer ces aspects, et de ce fait, dans ce chapitre, un modèle de fiabilité est développé et présenté pour être utilisé à la planification et l'optimisation de la maintenance et le renouvellement en utilisant la procédure proposée pour le poste THT 220 KV de Relizane.

IV.2 Description du poste THT de la station de Relizane

Le poste THT 220 KV de Relizane est un nœud du réseau électrique maillé. Il assure le raccordement des centrales et groupes de production au réseau et l'interconnexion avec les réseaux locaux et les réseaux de divisions. La figure IV-1 schématise ce poste THT.

Il comprend :

- 01 Poste THT/HT/MT (220/60/30KV) ;
- 01 Poste HT/MT ;
- deux(02) lignes THT 220KV ;
- trois(03) lignes HT 60KV (60/30KV) ;
- des transformateurs de puissance PT ;

- des transformateurs de tensions VT ;
- des transformateurs de courant CT ;
- des disjoncteurs CB ;
- des sectionneurs DS ;
- des fusibles F ;
- 02 jeux de barre SB ;
- des isolateurs IS.

Ce poste fera l'objet de l'application de notre approche pour aboutir à un résultat constituant un référentiel de base pour le service maintenance dans l'entreprise électrique.

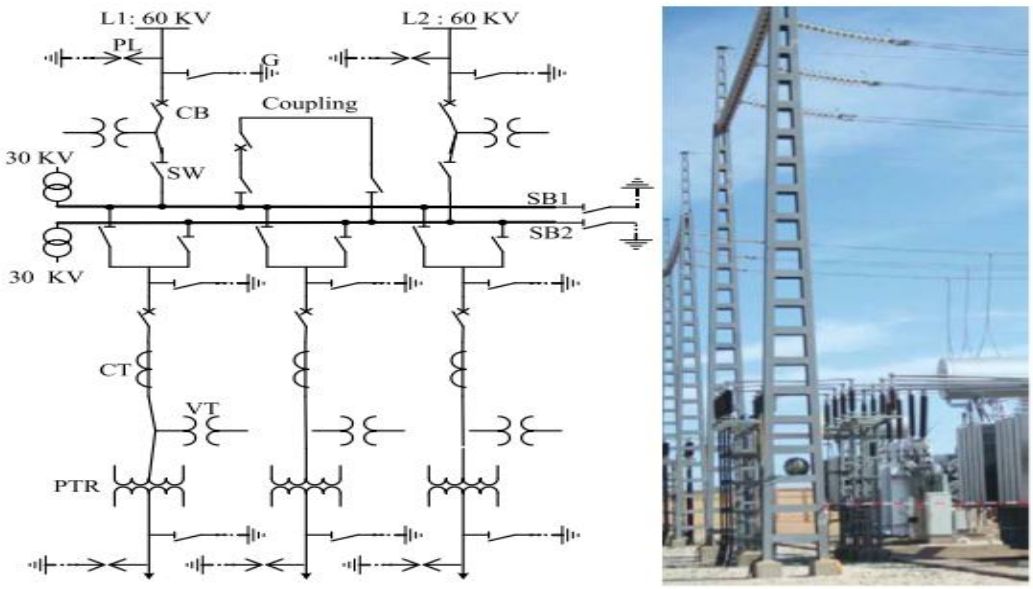


Figure IV-1:Poste THT 220KV.

IV.3 Les données de fiabilité des différents composants du poste THT de Relizane

Dans cette partie nous allons utiliser les résultats d'exploitation des différents composants afin d'appliquer réellement la méthode MBF.

Les données pour cette application sont relevées à partir des dossiers historiques dans le tableau IV-1*:* en collaboration avec des ingénieurs du service maintenance du poste THT.

Tableau IV-1:Données de fiabilité.

Equipements	Mode de défaillance	MTTF (Années)	MTTR (h)
Ligne électrique (EL)	Coupures	3,5	2,5
Jeu de barre (SB)	Court-circuit	8	4
Isolateur (IS)	Vieillissement	4	3
	Amorçage		
Transformateur de puissance (PT)	Résistance d'isolement faible	5,5	3.5
	Déclenchement à mise sous tension au moment de l'opération de délestage		
	Les nuisances sonores : les phénomènes de striction dans les transformateurs		
Disjoncteur CB	Coupures brèves et longues	8	5
Parafoudre PL	Surtensions	8	2,5
Fusible F	Surcharges	2	1
Sectionneur DS	- Fermeture difficile ou - Ouverture difficile	7,5	5

IV.4 Sélection des composants du poste THT

En utilisant les données issues de la collecte du retour d'expérience au niveau du service maintenance (*Tableau IV-1*) et la courbe « ABC » on peut sélectionner les composants à prendre en considération dans notre étude.

IV.5 Principe de la méthode « ABC » :

Le diagramme de Pareto permet de localiser rapidement les équipements qui tombent le plus souvent en panne. L'analyse est réalisée en exploitant directement les temps des pannes des équipements. (Figure IV-2)

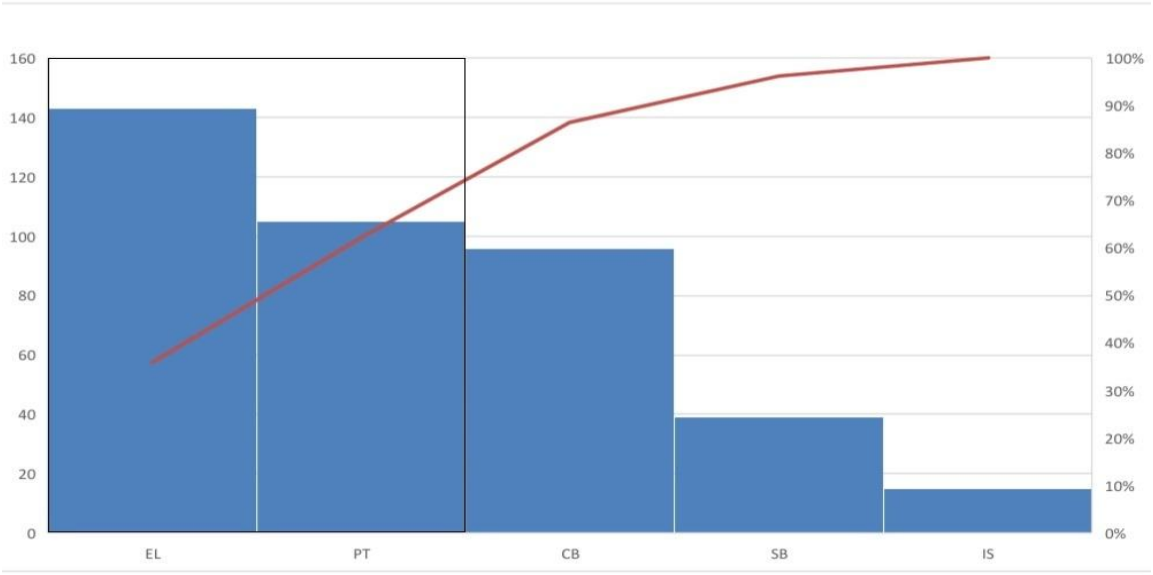


Figure IV-2: Classification des composants critiques selon le diagramme de PARETO

IV.5.1 Interprétation Pareto

Du point de vue de la maintenance, ces pannes révélées par la loi de Pareto sont jugées graves pour la production, et compte tenu de leur caractère récurrent nous estimons ces défaillances critiques pour la disponibilité. Donc, ils feront l'objet d'une attention particulière.

IV.6 Modélisation de la démarche MBF par la méthode SADT

Nous présentons une analyse fonctionnelle de la démarche MBF par la méthode SADT. Cette dernière, doit mener les (ingénieurs, techniciens, opérateurs) a un tout qui soit cohérent et intervenants homogène avec la démarche à étudier.

IV.7 Le glossaire des termes utilisés

Le glossaire est indispensable dans la méthode SADT du fait que cette démarche est basée sur la symbolisation des différentes tâches et de leurs interactions.

TableauIV-2:Le glossaire .

DPM : Documents de Programmation Maintenance : Chef D : Chef Division ; DCR : Documents de Compte Rendu; Chef BM : Chef du Bureau de Maintenance ; F du T : Fréquence de travail ; S BDM : Service Bureau De Méthode ; PT : Programme de travail; ESM : Equipe Maintenance; Ob : Observation ; P du GRTE : Personnel du GRTE ; O et V : Outillages et Véhicules ; EXP R : Expériences des responsables; ISO9000 : Norme ISO 9000.

NODE Gl	TITLE Le Glossaire	NUMBER
		1

IV.8 Fonction globale A0

Dans la figure IV-3 , nous spécifions la planification de la maintenance par la méthode MBF

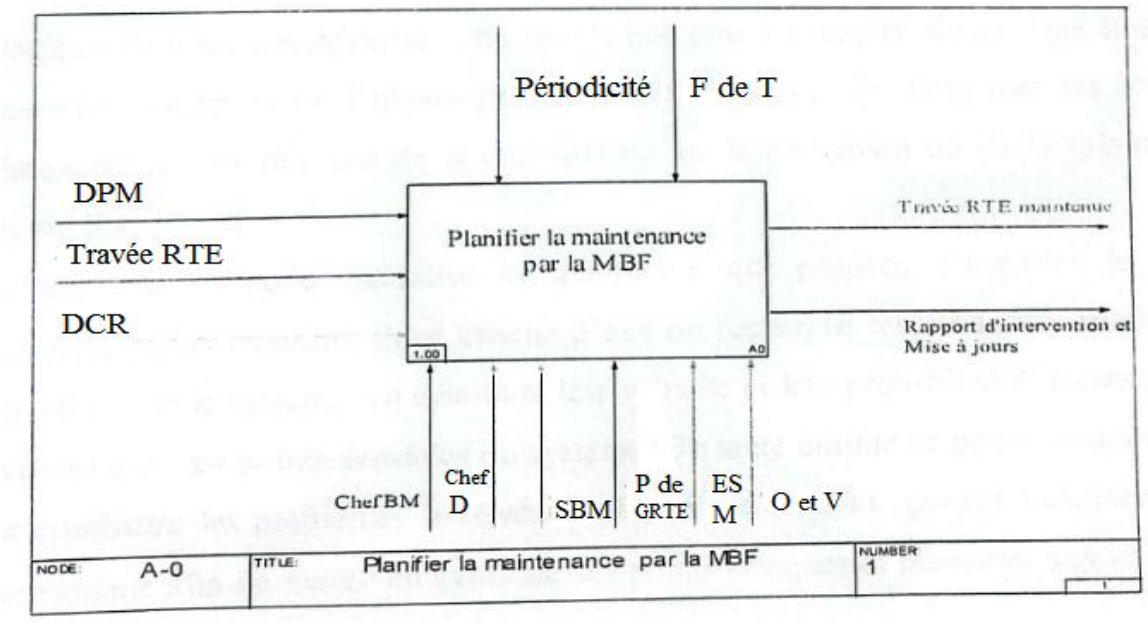


Figure IV-3:Niveau A0 : Planification de la maintenance par MBF.

IV.9 Analyse descendante de la tache A0

La décomposition de manière descendante, hiérarchique figure IV-4de toutes les étapes de la méthode MBF facilite l'analyse du système de maintenance en exposant graphiquement les différentes tâches de la démarche.

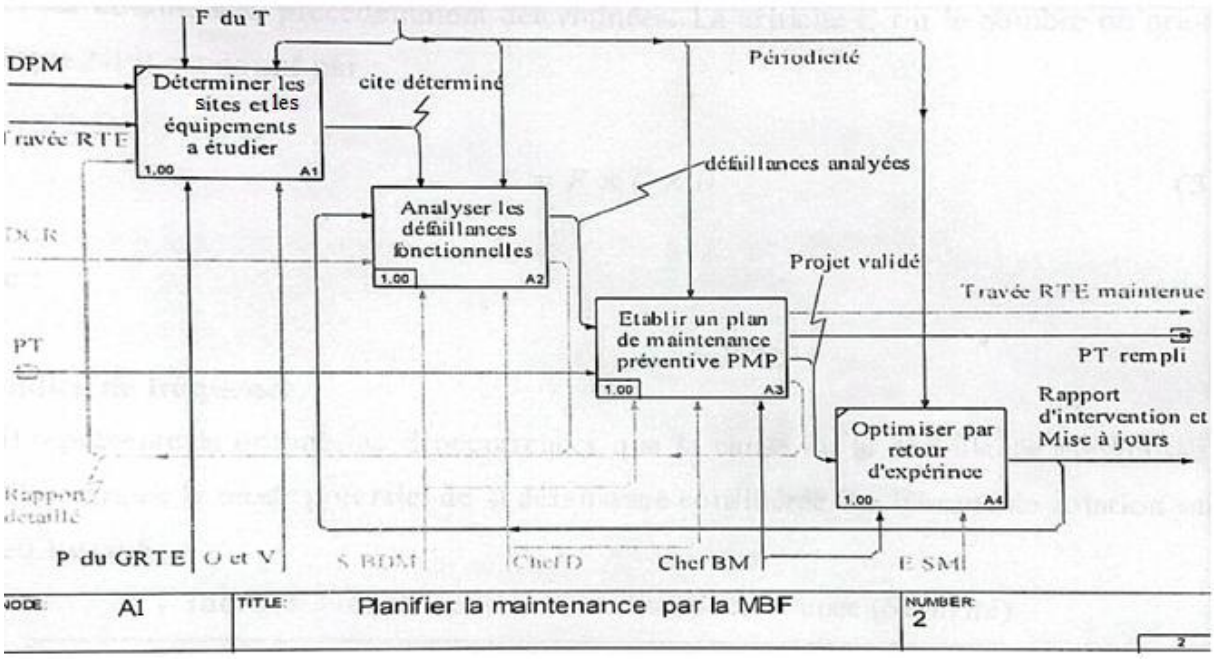


Figure IV-4 :Niveau A1 : Les différentes étapes pour la planification de la maintenance.

IV.10 Analyse fonctionnelle du poste THT de la station de RELIZANE

La figure IV-5, identifie les composants intervenant dans la structure du poste.

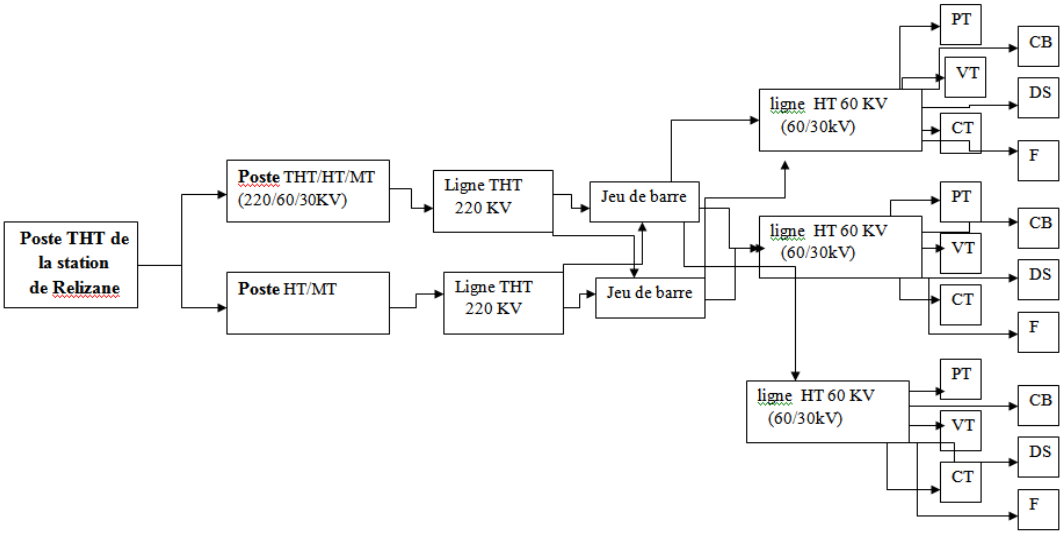


Figure IV-5:Description fonctionnelle.

IV.11 Application de la méthode AMDEC

Avant d'entamer l'analyse AMDEC, nous avons préalablement réalisé plusieurs étapes préparatoires cruciales. Nous avons d'abord cartographié avec minutie le poste THT 220KV de Relizane, puis évalué sa performance actuelle tout en analysant les données historiques des pannes. Ces démarches préparatoires nous ont permis d'identifier les modes potentiels de défaillance et de formuler des hypothèses éclairées.

Le tableau AMDEC qui suit synthétise les résultats de cette analyse, en détaillant les diverses défaillances identifiées, leurs causes, leurs effets et leur criticité. Cette évaluation critique nous permet de hiérarchiser les actions correctives nécessaires afin de renforcer la résilience du système et de garantir une alimentation électrique fiable et continue pour la région de Relizane.

AMDEC :Analyse des modes de défaillances ,de leurs effets et de leurs criticité				AMDEC machine						
Système : POSTE THT 220KV Sous système:				Phase de fonctionnement :		Date analyse : 23/04/2024 Evaluation R=0.54				Page : 01
Elément	**Fonction**	**Mode de défaillance**	**Cause de Défaillance**	**Effet**	**Détection**	**O**	**S**	**D**	**C**	**TEST**	**Plan d'action de maintenance**
Ligne électrique (EL)	Transporter l'électricité	Coupures	Surchauffe, court-circuit, foudre et les arcs électriques, conditions météorologiques extrêmes	Interruption de l'Alimentation Électrique, Impact sur la Sécurité, Perturbation des Activités	multimètre	0.5	0.5	4	1	C > 1	-Action corrective ;si pannes mineurs. -Action de Maintenance préventive systématique ; -Nouvelle étude, utilisation des câbles de même matériel (remplacement)
Isolateur (IS)	Isoler les conducteurs électriques	Vieillissement , amorçage	Exposition aux rayons UV, humidité, pollution	Perte de Continuité d'Alimentation	Visuelle	0.5	0.5	4	1	C > 1	-Action corrective ;ils peuvent être recouvert de graisse ou lavé régulièrement -Nouvelle étude améliorative ; -Action de Maintenance préventive systématique

AMDEC :Analyse des modes de défaillances ,de leurs effets et de leurs criticité				AMDEC machine							
Système : POSTE THT 220KV Sous système:				Phase de fonctionnement :		Date analyse :23/04/2024 Evaluation R=0.54					Page : 02
Elément	**Fonction**	**Mode de défaillance**	**Cause de Défaillance**	**Effet**	**Détection**	**O**	**S**	**D**	**C**	**TEST**	**Plan d'action de maintenance**
Jeu de barre (SB)	Distribution électrique	Court-circuit	Défaut d'isolation	Élévation Soudaine de Courant, chaleur et échauffement	Inspection visuelle	0.5	0.4	3	0 .6	R < C < 1	-Action de maintenance préventive systématique
Parafoudre (PL)	Protection contre les surtensions	Surtension	Décharges atmosphériques (Foudre)	Dommages aux équipements ,risque de sécurité	Visuelle	0.2	0.1	2	0.04	C < R	Maintenance corrective

AMDEC :Analyse des modes de défaillances ,de leurs effets et de leurs criticité						AMDEC machine					
Système : POSTE THT 220KV Sous système:				Phase de fonctionnement :		Date analyse :23/04/2024 Evaluation R=0.54					Page : 03
Elément	**Fonction**	**Mode de défaillance**	**Cause de Défaillance**	**Effet**	**Détection**	**O**	**S**	**D**	**C**	**TEST**	**Plan d'action de maintenance**
Disjoncteur (CB)	Protection électrique	Coupures brèves et longues	Surtension transitoire, surcharge, court-circuit	Déclenchements répétitifs inconfort pour les consommateurs	Visuelle, teste de fonctionnement	0.5	0.5	4	0.5	C > 1	-action de Maintenance Préventive Systématique ; -Nouvelle étude amélioratrice -modification d'architecture du système
Fusible (F)	protection des circuits électrique	Surcharges	Charges électriques trop élevé, problème de fonctionnement des équipements	Problème de sécurité électrique risque incendies, fusion de fusible	multimètre	0.5	0.3	4	0.6	R < C < 1	Remplacement

AMDEC :Analyse des modes de défaillances ,de leurs effets et de leurs criticité						AMDEC machine					
Système : POSTE THT 220KV Sous système:				Phase de fonctionnement :		Date analyse :23/04/2024 Evaluation R=0.54					Page : 04
Elément	**Fonction**	**Mode de défaillance**	**Cause de Défaillance**	**Effet**	**Détection**	**O**	**S**	**D**	**C**	**TEST**	**Plan d'action de maintenance**
Transformateur de puissance (PT)	Transformation de la tension électrique	Résistance faible, les nuisances sonores, déclenchement a la mise sous tension	Surintensité, Vieillissement et fatigue des matériaux, humidité choc et vibration mécanique température ambiante élevée.	Augmentation des Pertes, Inconfort Auditif: Le bruit ,impact sur la production d'énergie	Relais Buchholz	0.5	0.5	4	1	C > 1	Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle
Sectionneur (DS)	Isolation électrique	Fermetures ou ouvertures difficiles	Corrosion mauvaise utilisation, défaut d'isolations, usure mécaniques	Dommages aux équipements, risques pour la sécurité	Vérification d'isolement	0.5	0.4	3	0.6	R < C < 1	-Aspirer la poussière et nettoyer toutes les parties accessibles en soufflant le transformateur avec de l'azote ou de l'aire sec.

IV.11.1 Interprétation du Tableau AMDEC

Les résultats illustrés par le tableau d'application de la méthode AMDEC montre que :

1. Chaque composant peut avoir plusieurs modes de défaillance ;
2. Chaque mode de défaillance résultant d'une ou plusieurs causes ;
3. Les causes des défaillances proviennent de l'intérieur ou de l'extérieur du système ;

Après avoir défini, la criticité de chaque composant du tableau AMDEC. Une stratégie de maintenance a pu être définie comme une règle de décision qui établit la séquence des actions de maintenance à entreprendre. Néanmoins, pour la sélection des tâches, trois critères sont pris en compte :le critère économique, l'efficacité et l'applicabilité. Pour chaque tâche, il est indiqué la fréquence, le temps alloué, la personne responsable et les pièces de rechange associées.

IV.11.2 la réévaluation criticité

C'est le moment de vérité pour la méthode. Un nouvel indice de criticité est calculé de la même façon que lors de la première évaluation, en prenant en compte les actions qui visent:

- la réduction de la probabilité d'occurrence (exemple: par la modification de la conception du produit ou du processus)
- la réduction de la probabilité de non-détection (exemple: par la modification de la conception du processus ou par la modification du système de contrôle)
- la réduction de la gravité de l'effet de défaillance (exemple: par la modification de la conception)

L'objectif de cette réévaluation est de déterminer l'impact et l'efficacité des actions prises. Le tableau IV-3 illustre une telle réévaluation qui nous montre que grâce aux actions prises, les nouveaux indices de criticité sont inférieurs

TableauIV-4:les nouveaux indices de criticité.

Elément	Résultat			
	O	**S**	**D**	**C**
Ligne électrique (EL)	0.1	0.1	1	0.01
Isolateur (IS)	0.1	0.1	1	0.01
Jeu de barre (SB)				
Transformateur de puissance (PR)	0.1	0.1	1	0.01
Parafoudre (PL)	0.1	0.1	1	0.01
Disjoncteur (CB)	0.1	0.1	1	0.01
Fusible (F)	0.1	0.1	1	0.01
Sectionneur (DS)	0.1	0.1	1	0.01

IV.12 Conclusion

Les plans de maintenance obtenus grâce à la méthode MBF peuvent conduire à proposer des actions préventives sur certains composants qui n'étaient pas couverts par les programmes de l'ingénieur. Inversement, la maintenance peut être réduite sur certains composants pour lesquels l'ingénieur proposait des interventions mal adaptées aux conditions de fonctionnement.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

Conclusion générale

Nous avons abordé dans ce mémoire un ensemble de problématiques qui permettent aux personnes chargées de la maintenance de déterminer la stratégie de maintenance sur les différentes entités du poste THT 220KV de la centrale de production d'électricité SONALGAZ de Relizane.

A cette fin et dans un souci d'efficacité, la méthode de la Maintenance Basée sur la Fiabilité s'est imposée comme une démarche adaptée aux besoins du système étudié.

La méthode proposée permet non seulement de fournir un plan de maintenance optimal mais aussi de remonter aux causes initiales des défaillances en utilisant le retour d'expérience des ingénieurs. Ce qui permet en fin de compte de mieux maitriser les équipements, les défaillances, leurs modes, leurs causes, leurs effets et leurs détections, d'une part et de construire une base de données pour les futurs études.

Il faut également noter que les analyses par la méthode MBF contiennent des informations et des résultats qui peuvent être réutilisés pour d'autres études. Les tableaux AMDEC en particulier peuvent servir de base pour lancer des projets visant à développer les différents types maintenance qui contribuent à la prospérité des entreprises, en maîtrisant à la fois les coûts de maintenance et la disponibilité de l'équipement.

Cette capitalisation des connaissances servira comme retour d'expérience pour les opérateurs de maintenance pour les futures interventions. En effet la démarche a pour finalité de cibler d'une manière efficace les actions de maintenance mettre en œuvre. Le travail mène à évaluer les entités et les plans d'actions correspondants. Ce type d'analyse permet d'assurer un bon niveau de rendement du système

Le support de la méthode sert comme une base de données de référence. Il constitue une capitalisation d'analyse et d'expérience pour l'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

[1]: FOUGEROUSSE, Serge et GERMAIN, Jacques. Pratique de la maintenance industrielle par le coût global. FeniXX, 1992.

[2]: BOUCHE, Michel, PLAUCHU, Vincent, et RETOUR, Didier. Où va la maintenance industrielle?. Revue Française de Gestion Industrielle, 1989, vol. 8, no 2, p. 17-34.

[3] : PELLERIN, Robert, BOULET, Jean-François, GHARBI, Ali, et al. Développement d'une politique intégrée de contrôle des taux de production et de maintenance corrective avec diagnostic. INFOR: Information Systems and OperationalResearch, 2007, vol. 45, no 4, p. 197-207.

[4] : HUMBERT, Pierre, DUBOUCHET, Alain, FEZANS, Gérard, et al. CESAR-LCPC, un progiciel de calcul dédié au génie civil. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées, 2005, vol. 256, p. 7-37.

[5] : INGANIERIE, CARDONNEL, DU COSTIC, du CSTB, DE LA FFIE, de la FG3Edu, et al. 1-CONTEXTE GENERAL.

[6]: COULIBALY, S., KOUAM, P., et PAGE, M. Organisation de la maintenance préventive en milieu hospitalier. ITBM-RBM, 2001, vol. 22, no 2, p. 125-133.

[7]: FOUGEROUSSE, Serge et GERMAIN, Jacques. Pratique de la maintenance industrielle par le coût global. FeniXX, 1992.

[8]: DELOUX, Estelle, CASTANIER, Bruno, et BÉRENGUER, Christophe. Optimisation de la politique de maintenance pour un système à dégradation graduelle stressé. In : 7ème Congrès International Pluridisciplinaire Qualité et Sûreté de Fonctionnement, Qualita 2007. 2007. p. 142-149.

[9]: ZILLE, Valérie. Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants. 2009. Thèse de doctorat. Troyes.

[10]: BARROS, Anne. Maintenance des systèmes multicomposants sous surveillance imparfaite: modélisation stochastique et optimisation. 2003. Thèse de doctorat. Troyes.

[11] : [(Cours Fiabilité Industrielle Partie 2 | PDF. (2024), retrieved May 17, 2024)]

[12] : » [Laprie, Jean-Claude. Guide de la sûreté de fonctionnement. France : s.n., 1996.].

[13]: RICHET, Daniel, GABRIEL, Marc, et MALON, Denis. Maintenance basée sur la fiabilité. FeniXX, 1986.

[14] : MOULIN, C. H., GIRARD, N., et DEDIEU, B. L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation. Fourrages, 2001, vol. 167, p. 337-363.

[15] : [Moncelet, G. (1998). Application des Réseaux de Petri à l'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes mécatroniques du monde automobile (Doctoral dissertation, Toulouse 3)].

[16] : [Zwingelstein, G. (1996). La maintenance basée sur la fiabilité. Hermès, 199.]

[17] : [Tollenaere, M., Aoussat, A., Le Coq, M. (1998). Conception de produits mécaniques : méthodes, modèles et outils. Hermes.]

[18]: MEYRIEUX, C., GARCIA, R., POUREL, N., et al. Analyse des risques a priori du processus de prise en charge des patients en radiothérapie: exemple d'utilisation de la méthode Amdec. Cancer/Radiothérapie, 2012, vol. 16, no 7, p. 613-618.

[19]: BOULÉ, M., LACHAPELLE, S., COLLIN-LÉVESQUE, L., et al. Approche commentée par étape pour réaliser une AMDEC dans le cadre du circuit du médicament. Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien, 2018, vol. 53, no 4, p. 315-324.

[20]: BIRONNEAU, Laurent, MARTIN, Dominique Philippe, et PARISSE, Gilles. Fiabiliser les données d'un système d'information de gestion par la méthode AMDEC, Principes et études de cas. Revue française de gestion industrielle, 2010, vol. 29, no 1, p. 87-108.

[21]: ALBEZ, Anass et ABRAOUI, Mohamed Taha. Application de la méthode AMDEC pour gérer les risques du processus sinistre Automobile: cas d'une compagnie d'assurance marocaine. 2023. International journal of applied management and economics Vol : 2 , N° 04 , September 2023

[22]: ALLOU, K. R. S. et EL HARTI, J. Cartographie de la gestion des risques de la prédésinfection des dispositifs médicaux en milieu hospitalier. Cas de la stérilisation centrale de l'hôpital Ibn Sina, Rabat. Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien, 2018, vol. 53, no 4, p. 279-287.

[23]: ROMDHANE, Taieb Ben, AMMAR, Faouzi Ben, et BADREDDINE, Ahmed. Une approche par la logique floue pour l'optimisation multicritère de la prise de décision appliquée à l'AMDEC. Journal of decision systems, 2007, vol. 16, no 4, p. 505-544.

[24]: SARSI, El Mehdi, BENABBES, Majda, EL HARRASS, Abdassamad, et al. Développement d'un système manuel alternatif de traçabilité en cas de dysfonctionnement informatique et analyse de risque par la méthode AMDEC: cas d'une unité centrale de préparation des cytotoxiques. Journal de Pharmacie Clinique, 2019, vol. 38, no 2.

[25]: BERRUYER, M., ATKINSON, S., LEBEL, D., et al. Utilisation de l'insuline en établissement de santé universitaire mère–enfant: analyse des modes de défaillance. Archives de Pédiatrie, 2016, vol. 23, no 1, p. 1-8.

[26]: BENMANSOUR, Rachid, ARTIBA, Abdelhakim, CHELBI, Anis, et al. Application de l'AMDEC pour l'amélioration de la maintenance d'une machine d'usinage intégral. Revue Française de Gestion Industrielle, 2010, vol. 29, no 4, p. 81-102.

[27]: MERIAN, Yves. Apports et difficultés du retour d'expérience (RETEX/REX) pour la gestion de crise et la résilience. In : Congrès Lambda Mu 23 «Innovations et maîtrise des risques pour un avenir durable»-23e Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement, Institut pour la Maîtrise des Risques. 2022.