



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement

Université de Ghardaïa

/ / / / /

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الاتوماتيك و الالكتروميكانيك

Département d'automatique et électromécanique

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: *Sciences et Technologie*

Filière *Electromécanique*

Spécialité: Maintenance Industrielle

Thème

**OPTIMISATION DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE D'UNE
TRAVEE LIGNE HT (AU SEIN DU POSTE DE TRANSFORMATION
DE GRTE GHARDAIA)**

Par

BELLAOUAR Mohamed Safie Eddine et BOURAS Hadj Mohamed

Devant le jury composé de:

MOUATS Sofiane	MCB	Univ GHARDAIA	Examineur
ZITANI Brahim	MCB	Univ GHARDAIA	Examineur
MERZOUG Hocine	MAA	Univ GHARDAIA	Encadreur

Année universitaire 2020/2021

ملخص

هذا العمل عبارة عن مساهمة ل تحسين الصيانة الاستباقية لامتداد خط 60 كيلو فولط لمركز التحويل الكهربائي GRTE فرع غرداية عن طريق تحليل كمي (طريقة AMDEC) وكيفي (طريقة باريتو) للأعطاب بهدف التقليل قدر الإمكان في زمن الانقطاعات الكهربائية وبالتالي الزيادة في وقت خدمات هذا النظام الكهروميكانيكي.

RESUME

Ce travail est une contribution à l'amélioration de la maintenance préventive de la travée 60 kV du poste de transformation électrique GRTE de Ghardaïa, via une analyse quantitative (Méthode ABC) et qualitative (Méthode AMDEC) des défaillances, dont l'objectif est de réduire au maximum les temps d'arrêt et donc d'augmenter le temps de fonctionnement de ce système électromécanique.

Les mots clés : Maintenance ; Fiabilité ; Défaillance ; AMDEC et courbe ABC.

Abstract

This work is a contribution to improving the preventive maintenance of the 60 kV span of the GRTE electrical transformer substation in Ghardaïa, via a quantitative (ABC method) and qualitative (AMDEC method) analysis of the failures, the objective of which is to minimize downtime and therefore increase the operating time of this electromechanical system.

The key words: Maintenance; Reliability; Failure; FMECA and ABC curve.

REMERCIEMENTS

TOUT D'ABORD, UN REMERCIEMENT À MON DIEU DE M'AVOIR DONNÉS LA VOLONTÉ, LA PATIENCE ET LA BONNE SANTÉ POUR ACCOMPLIR MON TRAVAIL ET MES ÉTUDES SUPÉRIEURES.

NOUS REMERCIONS NOTRE ENCADREUR **M.MERZOUG HOCINE** QUI ONT SUIVI DE TRÈS PRÈS CE TRAVAIL, POUR LEUR AIDE, LEURS ORIENTATION LEUR DISPONIBILITÉ ET TOUS LES CONSEILS QU'ILS NOUS ONT PRODIGUÉ PENDANT TOUTE LA DURÉE DE CE TRAVAIL.

NOUS REMERCIONS AUSSI TOUTES LES PERSONNES QUI NOUS ONT AIDÉS DE PRÈS OU DE LOIN AU SEIN DE LA GRTE LORS DE NOTRE STAGE PRATIQUE.

NOUS SINCÈRES REMERCIEMENTS VONT ÉGALEMENT À TOUS LES ENSEIGNANTS DU DÉPARTEMENT DE AUTOMATIQUE ET ÉLECTROMÉCANIQUE AYANT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN À NOTRE FORMATION DE MASTER.

ENFIN NOUS EXPRIMONS NOTRE TRÈS GRANDE RECONNAISSANCE À NOTRE FAMILLE POUR NOUS AVOIR ENCOURAGÉS.

DEDICACE

Je dédie ce travail comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance à mes chers parents, qui ont éclairés mon chemin et qui m'ont encouragés et soutenues pendant mes études.

Mes sœurs et mes frères

Toute ma famille.

Tous mes amis et, de près ou de loin.

SAGE

DEDICACE

Je dédie ce travail :

*Mon cher père Et ma mère, qui m'ont
entouré, tout le long de ma vie, de leurs
amours et soutiens, dont les sacrifices qu'ils
ont consentis m'ont permis d'atteindre ce
niveau.*

A mes chères, frères

*A toute ma famille et à tous mes amis, de
près ou de loin.*

Mohamed

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
NF	Norme Française
EN	Européen Norme
AFNOR	Association française de normalisation
FD	Fascicule de documentation
HT	Haut tension
THT	Très Haut tension
PCG	Poste de Commande Groupé
CRC/HM	Centre Régional de Conduite de Hassi Messaoud
CCN	contrôle commande numérique
GRTE	Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité
MT	Moyen tension
KV	Kilo volt
BT	Basse tension
SF6	Gaz hexafluorure de soufre
HTB	Haut tension B
C.E.I	La Commission Electrotechnique Internationale
TC	Transformateur de courant
TP	Transformateur de tension
ABC	Activité Basé sur le Cout
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
MTBF	Moyen de temps de Bon Fonctionnement
MTTR	Moyen de Temps de Réparation

SOMMAIRE

RESUME	
REMERCIEMENTS	
DEDICACE	
LISTE DES ABRÉVIATIONS	
LISTE DES FIGURE	
LISTE DES TABLEAUX	
Introduction generale	1
CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉ SUR LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE ET LA TRAVÉE HT	
I.1 INTRODUCTION :	3
I.2 HISTORIQUE DE RESEAU ELECTRIQUE :	4
I.3 STRUCTURE GENERALE DES RESEAUX ELECTRIQUES :	5
I.3.1 La production :	5
I.3.2 Le transport et la répartition :	6
I.3.3 La distribution :	7
I.4 LES ANOMALIES DANS UN RESEAU ELECTRIQUE :	8
I.4.1 Les courts-circuits :	8
I.4.1.1 Origines d'un défaut de courts-circuits :	8
I.4.1.2 Caractéristiques :	9
I.4.2 Les surtensions :	10
I.4.3 Les surcharge :	10
I.4.4 Les oscillations :	10
I.4.5 Les déséquilibre :	10
I.4.6 Nature d'un défaut :	11
I.4.7 Conséquences des défauts sur le réseau électrique :	11
I.5 LA LIGNE HAUTE TENSION HT :	12
I.6 L'UTILITE DE LA HT :	12
I.7 CLASSIFICATION D' APRES LE NIVEAU DE TENSION :	13

I.8 TRAVEE LIGNE :	14
I.8.1 Les composants d'une travée ligne HT:	14
I.8.1.1 Jeux de barres :	14
I.8.1.2 Sectionneurs :	15
I.8.1.2.1 Les différents types des sectionneurs :	16
I.8.1.3 Disjoncteur HT :	16
I.8.1.4 Transformateurs de courant (réducteur de courant) TC ou TI :	18
I.8.1.5 Transformateur de tension (réducteur de tension) TT ou TP :	18
I.8.1.6 Circuit bouchon:	19
I.8.1.7 Protection d'une travée électrique :	20
I.8.1.7.1 Rôle de protection :	20
I.8.1.7.2 Les types de protection :	21
I.8.1.7.3 Protection de la travée lignes 60 kV :	21
I.9 CONCLUSION :	21

CHAPITRE II : LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE

II.1 INTRODUCTION :	22
II.2 HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA MAINTENANCE :	22
II.3 LES DEFINITIONS DE LA MAINTENANCE :	23
II.3.1 Définition de la maintenance selon Larousse :	23
II.3.2 Définition de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF X 60-010 :	23
II.3.3 Définitions de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF EN 13306 X 60-319 :	23
II.4 PLACE DU SERVICE MAINTENANCE DANS L'ENTREPRISE :	23
II.5 LES OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE (NORME FD X 60-000) :	24
II.6 LA STRATEGIE DE MAINTENANCE (NORMES NF EN 13306 & FD X 60-000) :	24
II.7 LES DIFFÉRENTS TYPES DE LA MAINTENANCE :	25
II.7.1 La maintenance préventive (norme NF EN 13306) :	25
II.7.1.1 Les types de la maintenance préventive (norme FD X 60-000) :	25
II.7.1.1.1 La maintenance préventive systématique :	26
II.7.1.1.2 La maintenance préventive conditionnelle :	26
II.7.1.1.3 La maintenance préventive prévisionnelle :	26

II.7.1.2 Les objectifs de la maintenance préventive :	26
II.7.1.3 Les opérations de la maintenance préventive :	26
II.7.1.3.1 Les inspections :	26
II.7.1.3.2 Les visites :	26
II.7.1.3.3 Les contrôles :	27
II.7.1.3.4 Les opérations de surveillance :	27
II.7.2 La maintenance corrective (norme NF EN 13306) :	27
II.7.2.1 Les types de la maintenance corrective (norme FD X 60-000) :	27
II.7.2.1.1 Maintenance corrective « acceptée » :	27
II.7.2.1.2 Maintenance corrective « palliative » :	28
II.7.2.1.3 Maintenance corrective « curative » :	28
II.7.2.2 Objectives de maintenance corrective :	28
II.7.2.3 Les opérations de maintenance corrective :	28
II.7.3 La maintenance d'amélioration :	29
II.7.3.1 Objectifs de la maintenance améliorative :	29
II.8 LES FONCTIONS DE SERVICE MAINTENANCE (NORME FD X 60-000) :	29
II.8.1 Etude :	29
II.8.2 Préparation :	29
II.8.3 Ordonnancement :	30
II.8.4 Réalisation :	30
II.8.5 Gestion :	30
II.9 LES ACTIVITES DE MAINTENANCE (NORME NF EN 13306) :	30
II.9.1 L'inspection :	30
II.9.2 La surveillance :	31
II.9.3 La réparation :	31
II.9.4 Le dépannage :	31
II.9.5 L'amélioration :	31
II.9.6 La modification :	31
II.9.7 La révision :	31
II.9.8 La reconstruction :	31
II.10 LES TEMPS DE MAINTENANCE :	32
II.11 LES NIVEAUX ET ECHELONS DE MAINTENANCE :	33
II.11.1 Les niveaux de maintenance (norme FD X 60-000) :	33

II.11.2 Les cinq niveaux de maintenance (norme FD X 60-000) :.....	33
II.11.3 Les échelons de maintenance (norme FD X 60-000) :	34
II.12 CONCLUSION :.....	34

CHAPITRE III : LES MÉTHODES UTILISÉES EN MAINTENANCE

III.1 INTRODUCTION :.....	35
III.2 NOTION ET DEFINITION DE DEFAILLANCE :	35
III.2.1 Causes de défaillances :	35
III.2.2 Modes de défaillance :	36
III.2.3 Les effets de défaillance :.....	37
III.2.3.1 La vue (V) :	37
III.2.3.2 Le toucher (T) :	37
III.2.3.3 L'odorat (O) :	37
III.2.3.4 L'auditif (A) :	38
III.2.3.5 Le goût (G) :.....	38
III.3 LES METHODES D'ANALYSE DE DEFAILLANCES :.....	38
III.3.1 AMDEC (analyse des Modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité) :.....	38
III.3.2 Objectifs de la méthode AMDEC :	38
III.3.3 Caractéristiques de la méthode AMDEC :	39
III.3.4 Types d'AMDEC :.....	39
III.3.4.1 L'AMDEC organisation :.....	39
III.3.4.2 L'AMDEC-Produit :	39
III.3.4.3 L'AMDEC-Processus :	40
III.3.4.4 L'AMDEC moyen :.....	40
III.3.4.5 L'AMDEC service :	40
III.3.4.6 L'AMDEC sécurité :.....	40
III.3.5 La méthodologie de l'AMDEC :.....	40
III.3.6 Démarche pratique de l'AMDEC :.....	41
III.3.7 Mise au point de supports de l'étude :.....	42
III.4 METHODE ABC (DIAGRAMME DE PARETO) :	42
III.4.1 But de la méthode abc :	42
III.4.2 Présentation de la loi de Pareto (méthode 80/20) :.....	43
III.4.3 Présentation graphique :.....	43
III.5 LA METHODE QQOQCP :.....	44

III.5.1 Définition :	44
III.5.2 Objectif de la méthode :	44
III.5.3 Principe de la méthode :	45
III.5.4 La méthode des 5 pourquoi :	45
III.6 DIAGRAMME CAUSES-EFFET (OU ISHIKAWA OU EN ARETE DE POISSON) :	46
III.6.1 Définition :	46
III.6.2 Objectif de la méthode ISHIKAWA :	47
III.6.3 Les cinq catégories du diagramme d'ISHIKAWA (les 5M) :	47
III.6.3.1 Matière :	47
III.6.2.2 Milieu :	47
III.6.2.3 Méthodes :	47
III.6.2.4 Matériel :	47
III.6.2.5 Main d'œuvre :	47
III.6.4 Représentation d'Ishikawa : un diagramme en arête de poisson :	48
III.6.5 Les étapes de construction du diagramme d'Ishikawa :	48
III.6.6 Construction du diagramme :	49
III.7 CONCLUSION :	49

CHAPITRE IV : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

IV.1 GENERALITE SUR L'ENTREPRISE (SONELGAZ) :	50
IV.1.1 Introduction :	50
IV.1.2 Une brève histoire de la fondation SONELGAZ :	50
IV.2 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE GRTE (GHARDAÏA) :	54
IV.2.1 Introduction :	54
IV.2.2 Présentation de l'entreprise GRTE (GHARDAÏA) :	54
IV.2.3 Organisation GRTE :	55
IV.2.3.1 Carte réseau de la région Hassi Messaoud :	56
IV.2.3.2 Poste GRTE de Ghardaïa :	57
IV.2.3.2.1 Adresse et coordonnées du poste siège de notre étude :	58
IV.2.3.2.2 Plan de situation poste 220 /60/30kV :	58
IV.2.3.2.3 Description de poste de Ghardaïa :	58
IV.2.3.2.4 Schéma unifilaire du poste :	59
IV.2.4 Les principales fonctions dans l'installation :	59
IV.2.5 Les postes électriques :	59

IV.2.5.1 Les postes à fonction d'interconnexion	59
IV.2.5.2 Les postes de transformation	60
IV.2.5.3 Les postes mixtes :	60
IV.2.5.4 Les cabines mobiles :	60
IV.2.6 Fonction des postes :	61
IV.2.7 Les différents éléments d'un poste électrique	61
IV.2.8 Le schéma unifilaire du poste de Ghardaïa	63

CHAPITRE V : APPLICATION DES OUTILLES D'ANALYSE SUR LES DONNÉES DE L'ENTREPRISE

V.1 INTRODUCTION :	64
V.2 HISTORIQUE DES PANNES DU TRAVEE 60 KV :	64
V.3 APPLICATION DES METHODES D'ANALYSE :	67
V.3.1 Application de la loi de Pareto (la courbe ABC) :	67
V.3.2 Application de la méthode AMDEC :	70
V.3.2.1 Classification des éléments par leur criticité :	78
V.4 CONCLUSION :	79
CONCLUSION GENERALE	81

Liste des Figure :

Figure I.1 : Schéma de principe d'un réseau d'énergie électrique.

Figure I.2. Différents types de court-circuit.

Figure I.3 : Photo des travées HT dans un poste électrique HT.

Figure I.4: Jeux de barres en tube AGS.

Figure 1.5: Sectionneur de barre (de sectionnement).

Figure I.6: Sectionneur tête de ligne et de mise à la terre (malt).

Figure1.7: Photo d'un disjoncteur HT.

Figure I.8: Photo d'un transformateur de courant TC.

Figure I.9: Photo d'un transformateur de tension TT.

Figure1.10: Photo d'un circuit bouchon.

Figure II.1: Les différents types de maintenance.

Figure II.2: Les temps de maintenance.

Figure III.1 : Diagramme de Pareto.

Figure III.2 : Représentation diagramme d'ISHIKAWA

Figure IV.1 : Organigramme générale de GRTE.

Figure IV.2: Carte réseau de la région Hassi Massoud.

Figure IV.3 : Plan de situation de poste de Ghardaïa.

Figure IV.4: Description de poste Ghardaïa.

Figure IV.5 : Schéma unifilaire du poste.

Figure IV.6 : Remorque HT220/60-30kv

Figure IV.7 : Les différents éléments dans un poste électrique.

Figure IV.8: Schéma unifilaire du poste de Ghardaïa

Figure V.1 : Courbe de Pareto.

Liste des tableaux :

Tableaux I.1 : Tableaux des domaines de tension.

Tableau III.1 : Modes de défaillance générique.

Tableau III.2 : Feuille d'AMDEC.

Tableau III.3 : Résumé de la méthode QQQQCP.

Tableau V.1 : Historique des anomalies de la GRTE.

Tableau V.2 : L'analyse ABC (Pareto).

Tableau V.3 : fréquence des anomalies.

Tableau V.4 : Probabilistes de non détection de défaillance.

Tableau V.5 : La gravité.

Tableau V.6 : Niveaux de la criticité.

Tableau V.7:Feuille d'analyse AMDEC.

Tableau V .8 : Classification des Criticités.

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie électrique est un facteur indispensable pour le développement et l'évolution des sociétés et des pays, que ce soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie ou sur le développement des activités industrielles. A partir du XIXe siècle, Elle est devenue l'indicateur principal du développement grâce à sa souplesse d'utilisation et la multiplicité des domaines d'activité où elle intervient.

Les lignes et les câbles de transport d'énergie électrique haute tension HT constituent une partie essentielle des réseaux électriques qui doit assurer la continuité de l'alimentation en électricité aux consommateurs HT et BT. Ce qui n'est pas toujours le cas, car ces lignes sont souvent exposées à des incidents ou défauts qui peuvent interrompre ce service et engendrer des pertes financières importantes pour les industriels et des désagréments pour les simples consommateurs.

Pour garder les équipements en état de bon fonctionnement dans une entreprise industrielle, nous devons exécuter la maintenance.

La maintenance joue un rôle très important dans le domaine industriel, grâce à son influence sur le niveau de la sûreté de fonctionnement des systèmes électromécaniques.

La maintenance, dans sa plus large définition, est l'ensemble de toutes les opérations de gestion, de programmation et d'exécution établies pour maintenir un bien dans un bon état dont il peut accomplir sa fonction requise.[24]

Parmi les facteurs qui contribuent au maintien et à l'amélioration de la disponibilité et à la sûreté de fonctionnement des installations industrielles complexes, l'application des méthodes d'analyse suivantes : la méthode AMDEC, Le diagramme de Pareto, la méthode Ishikawa (ou méthode des cinq M) et la méthode QQQCP. [21]

Notre travail est basé sur le choix d'une travée ligne importante dans l'entreprise de GRTE (Travée ligne 60KV) et l'optimisation de la maintenance préventive par des méthodes de diagnostic efficace notamment : la courbe ABC et la méthode d'AMDEC qui donne une proposition d'un ensemble des solutions concernant les éléments les plus perturbés et qui donnent aussi une suggestion d'un plan préventif basé sur les opérations de la maintenance préventive systématique et conditionnelle. Pour atteindre ces objectifs, nous avons segmenté notre travail en Cinq chapitres :

- **Le premier chapitre** : Généralité sur le réseau électrique et la travée HT.

- **Le deuxième chapitre** : La maintenance industrielle.
- **Le troisième chapitre** : Les méthodes utilisées en maintenance.
- **Le quatrième chapitre** : Présentation de l'entreprise.
- **Le cinquième chapitre** : Application des outils d'analyse sur les données de l'entreprise.

En fin, nous avons terminés notre travail par une conclusion générale ou nous allons synthétiser ce qui a été fait.

Chapitre I

Généralité sur le réseau électrique et la travée HT

I.1 INTRODUCTION :

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures et dispositifs électromécaniques permettant d'acheminer l'énergie électrique produite dans les centrales de production vers les consommateurs d'électricité.

Il est constitué des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles via des postes électriques.

Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production, transport et consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

Actuellement, la très grande majorité de l'énergie électrique consommée dans le monde est acheminée par l'ensemble des réseaux électriques existants. En un peu plus d'un siècle, ce que représente le terme de réseau électrique est passé de la mutualisation de quelques unités de production à une interconnexion généralisée au niveau des continents tout entiers. Si les étendues et les ramifications qui caractérisent ces réseaux en multiplient les performances et les potentiels, il faut savoir qu'elles en font également des systèmes complexes, gérés par une multitude d'intervenants et tirillés par des contraintes technico-économiques de plus en plus pesantes.

Sur le plan purement technologique, ces contraintes sont principalement liées au fait que l'électricité ne se stocke pratiquement pas, et que par conséquent, l'intégralité des transferts d'énergies est gérée en « temps réel » de telle manière à conserver à la fois les valeurs normalisées des tensions et de la fréquence, ainsi que des marges de puissance permettant d'assurer la sûreté du système. Parallèlement à cela, les particularités géographiques, la répartition des populations et des lieux de consommation, l'interconnexion internationale, l'aspect imprévisible des avaries, etc., sont autant de contraintes supplémentaires qui façonnent la réalité technique et stratégique des réseaux d'aujourd'hui.

Enfin, « le réseau » électrique est un acteur incontournable et extrêmement familier de notre vie quotidienne. Ses rares défaillances font réaliser à chacun à quel point nos sociétés en

Sont dépendantes. De par cette proximité, l'étudier, appréhender ses contraintes, connaître son mode de fonctionnement constituent une approche très instructive et absolument centrale dans la « culture électrotechnique ».

I.2 HISTORIQUE DE RESEAU ELECTRIQUE :

- **XIXe siècle :**

En 1882, la première transmission à haute tension se fait entre Munich et Bad Brook.

En 1891, le premier usage de courant alternatif triphasé sur lignes aériennes se fait à l'occasion du Salon international de l'électricité, à Francfort.

En 1892, la ligne aérienne triphasée du Salon international de l'électricité sera prolongée jusqu'à Heilbronn. C'est donc la première ville au monde à être alimentée en électricité par des lignes aériennes longue distance.

- **XXe siècle :**

En 1912, la première ligne à haute tension 110 kV entre en service.

En 1921, la première ligne de 120 kV pour desservir les aciéries de Saint-Chamond.

Dans les années 1920, l'Énergie électrique du littoral méditerranéen bâtit une ligne de 170 km et 160 kV.

En 1923, pour la première fois, c'est une tension de 220 kV qui est appliquée à la ligne.

En 1957, la première ligne de 380 kV entre en service. Dans la même année, la ligne aérienne traversant le détroit de Messine a été mise en service en Italie.

En 1965, au Québec (Canada), Hydro-Québec met en service la première ligne au monde de 735 kV.

Dès 1967 en Russie et aux États-Unis, des lignes à haute tension de 765 kV sont construites.

En 1982, des lignes sont construites en Union soviétique, près de Moscou alimentées par un courant alternatif triphasé à 1 200 kV.

- **XXIe siècle :**

En 2003, la construction de la plus grande ligne à haute tension a débuté en Chine. [1]

I.3 STRUCTURE GENERALE DES RESEAUX ELECTRIQUES :

Un réseau d'énergie électrique est aujourd'hui un ensemble de circuits complexes Interconnectés comme le montre le schéma de principe de (la figure I.1).

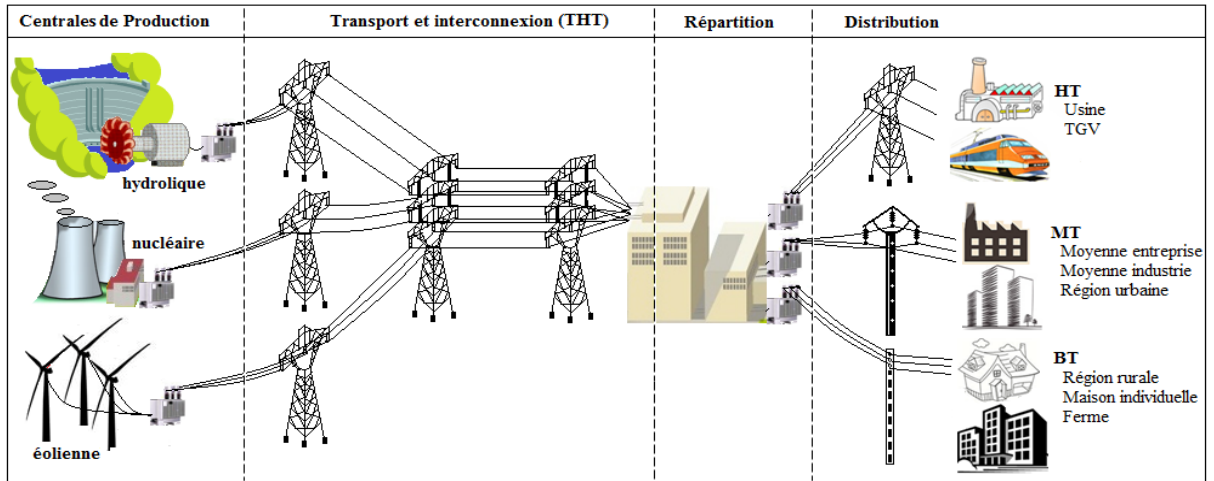


Figure I.1:Schéma de principe d'un réseau d'énergie électrique.

Le réseau électrique peut être subdivisé en quatre parties essentielles

- La production d'énergie électrique
- Le transport et la répartition
- La distribution
- Les charges

De façon très générique, un réseau électrique est toujours dissocié en quatre grandes parties :

I.3.1 La production :

Quand elle n'est pas d'origine chimique (batteries et accumulateurs), ou photovoltaïque (énergie solaire), l'électricité "industrielle" est toujours produite selon le même principe, la transformation d'une énergie mécanique en énergie électrique, provenant de la mise en mouvement d'un aimant dans un bobinage de fil conducteur. Ce principe de l'alternateur (comparable à la dynamo des éclairages de bicyclettes) fonctionne à partir de diverses sources motrices : force de l'eau (barrages), force du vent (éoliennes), force de la vapeur d'eau (centrales nucléaires et centrales thermiques à flamme) qui vont toutes entraîner la rotation de l'alternateur.

Une très grande partie de l'énergie électrique est produite par plusieurs types de centrale parmi elle en distingue trois plus utilisées dans le monde :

- Les centrales hydrauliques.
- Les centrales thermiques.
- Les centrales nucléaires.

Bien qu'on commence à exploiter le vent, les marées et l'énergie rayonnante du soleil, ces sources d'énergie ne représenteront, pour les années à venir, qu'une petite partie de l'énergie totale dont nous aurons besoin. Tout semble indiquer qu'au niveau mondial nous continuerons à exploiter les ressources fossiles (charbon, gaz naturel) et nucléaires.

L'électricité ne se stocke pas à l'échelle industrielle : à tout instant, la production d'électricité doit être égale à celle qui est consommée.

En Algérie, la société «SONELGAZ» veille donc à assurer, en permanence, un équilibre entre les offres de production et les besoins de consommation qui varient avec la saison, la météo du jour, de l'heure...etc. Des prévisions définissent les besoins théoriques nécessaires et les ajustements ont lieu en permanence pendant la journée.

I.3.2 Le transport et la répartition :

Le rôle du réseau aérien de transport est d'acheminer l'énergie électrique à partir des centrales situées à différents endroit du territoire jusqu'au réseau de distribution qui en dernier lieu alimente les charges. Les lignes de transport assurent aussi l'interconnexion des réseaux régionaux, ce qui permet, non seulement d'assurer une répartition économique de l'énergie électrique dans les régions elles-mêmes dans les conditions normales d'exploitation, mais aussi, un transfert interrégional de l'énergie, dans les situations d'urgence.

Les niveaux de tension utilisés pour le transport sont différents d'un pays à un autre, mais une tendance à une normalisation existe. Font partie du réseau de transport toutes les lignes dont le niveau de tension est supérieur à 60 kV. En Algérie les tensions usitées pour le transport sont de 60 KV, 90 KV, 150 KV, 220 KV et 400 KV.

Aux Etats Unis, les tensions sont normalisées à 69 KV, 115 KV, 138 KV, 230 KV, 345 KV, 500 KV, et 756 KV et 1161 KV. Les lignes de transport dont la tension est supérieure à 500 KV sont dites à ultra haute tension, celles dont la tension est supérieure à

150 KV, mais inférieure à 500 KV, sont dites à très haute tension (THT). Ces seuils varient d'un pays à un autre.

Toutes les lignes de transport aboutissent à des sources dites de répartition. Ces dernières permettent d'assurer la commutation des lignes d'une part, et d'abaisser la tension à des niveaux permettant la répartition de l'énergie électrique d'autre part. Il est à noter que de très grands centres de consommation industriels sont directement alimentés à partir du réseau de transport.

Comme indiqué sur la (Figure I.1) précédente, la portion de réseau reliant les postes sources de répartition aux postes sources de distribution, au travers de transformateurs abaisseurs est dite réseau de répartition. Nous remarquerons qu'il n'existe pas de délimitation franche des niveaux de tension entre les réseaux de transport et de répartition. Il est communément admis, que pour le réseau de répartition, les tensions situées sont comprises entre 60 KV et 150 KV. Notons aussi que, de grandes unités industrielles sont alimentées par le réseau de répartition.

I.3.3 La distribution :

Le réseau de distribution est la partie de réseau reliant les postes sources de distribution aux postes de consommateurs. Les lignes du réseau primaire de distribution sont d'un niveau de tension compris entre 5.5 kV et 36 kV et alimentent les charges d'une zone géographique bien précise.

Certaines petites unités industrielles sont directement alimentées par le réseau primaire moyen tension (MT). Le réseau secondaire de distribution est généralement à basse tension pour un usage commercial et résidentiel. En Algérie, la basse tension est de 380/220V triphasé 4 conducteurs, Dans certains pays, elle est encore en triphasé 220/127V 4 conducteurs.

Le réseau de distribution est à la fois, aérien et souterrain. Ce dernier a connu ces dernières décennies un accroissement rapide qui fait qu'il représente aujourd'hui la majeure partie du réseau de distribution.

Pour que l'énergie électrique soit utilisable, le réseau de transport et de distribution doit satisfaire les exigences suivantes :

- Assurer au client la puissance dont il a besoin.

- Fournir une tension stable dont les variations n'excèdent pas $\pm 10\%$ de la tension nominale.
- Fournir une fréquence stable dont les variations n'excèdent pas ± 0.1 Hz.
- Fournir l'énergie à un prix acceptable.
- Maintenir des normes de sécurité rigoureuses.
- Veiller à la protection de l'environnement. [2]

I.4 LES ANOMALIES DANS UN RESEAU ELECTRIQUE :

I.4.1 Les courts-circuits :

Les courts-circuits sont des phénomènes transitoires, ils apparaissent lorsque l'isolement entre deux conducteurs de tensions différentes ou entre un conducteur sous tension et la terre est rompu. Ils engendrent des courants très importants dans les éléments constituant le réseau. Les courts-circuits sont de natures et de types différents:

- Les courts-circuits monophasés à la terre.
- Les courts-circuits biphasés à la terre ou isolés.
- Les courts-circuits triphasés à la terre ou isolés.

Les courts-circuits peuvent provoquer des dégâts économiques importants s'ils ne sont pas éliminés rapidement par les systèmes de protection.

I.4.1.1 Origines d'un défaut de courts-circuits :

Selon la nature du réseau électrique, on cite les origines des défauts de court-circuit comme suit :

- Pour les lignes aériennes, sont en particulier les perturbations atmosphériques (foudre, tempêtes,...etc.) qui peuvent enclencher un défaut de court-circuit. Aussi les défauts d'isolement et les agressions mécaniques peuvent conduire à un CC.
- Pour les câbles souterrains, sont les agressions extérieures, engins mécaniques de terrassement par exemple, qui entraînent des défauts de CC.
- Le matériel du réseau et des postes peuvent être aussi le siège d'un défaut de court-circuit. Ce matériel comporte des isolants placés entre pièces sous tensions et masses. Alors, les isolants subissent des dégradations conduisant à des défauts.

I.4.1.2 Caractéristiques :

Plusieurs types de court-circuit (Figure I.2) peuvent se produire dans un réseau électrique :

- Court-circuit monophasé

Il correspond à un défaut entre une phase et la terre, c'est le plus fréquent.

- Court-circuit triphasé

Il correspond à la réunion des trois phases, c'est le courant de CC le plus élevé.

- Court-circuit biphasé isolé

Il correspond à un défaut entre deux phases. Le courant résultant est plus faible que dans le cas du défaut triphasé, sauf lorsqu'il se situe à proximité immédiate d'un générateur.

- Court-circuit biphasé terre

Il correspond à un défaut entre deux phases et la terre.

Outre ces caractéristiques, les courts-circuits peuvent être :

- Monophasés : 80 % des cas,
- Biphasés : 15 % des cas. Ces défauts dégénèrent souvent en défauts triphasés,
- Triphasés : 5 % seulement dès l'origine.

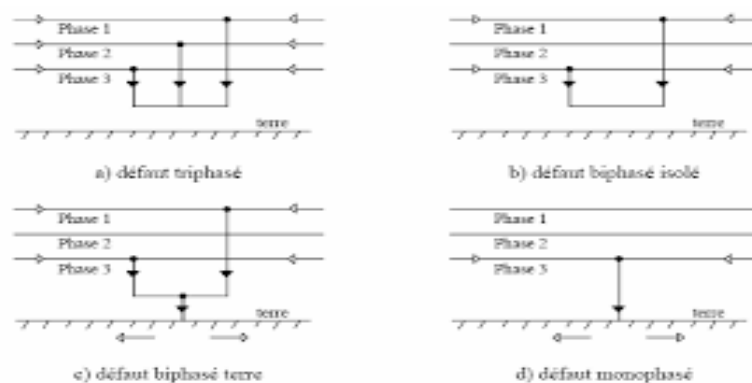


Figure I.2: Différents types de court-circuit.

I.4.2 Les surtensions :

Il existe deux classes des surtensions :

- Surtensions par décharges électriques atmosphériques :

Les orages sont des événements très habituels, et aussi très dangereux. On estime que sur notre planète se produisent simultanément quelques 2000 orages et qu'environ 100

coups de foudre se déchargent sur la terre chaque seconde. Au total, cela représente environ 4000.

- Surtensions de commutation :

Ces surtensions sont générées dans les lignes électriques, principalement en raison des commutations de machines de grande puissance. Les moteurs électriques sont des charges très inductives dont la connexion et le débranchement provoque des surtensions. Il existe de même d'autres processus capables de les produire, comme par exemple l'allumage et l'extinction de la soudure à l'arc.

I.4.3 Les surcharge :

La surcharge d'un appareil est caractérisée par un courant supérieur au courant admissible, les origines de surcharges sont :

- Les courts-circuits.
- Les reports de charge.
- Les pointes de consommation.
- L'enclenchement des grandes charges. Les surcharges provoquent des chutes de tension importantes dans le réseau et accélère le vieillissement des équipements.

I.4.4 Les oscillations :

Les oscillations de la tension et du courant sont dues aux variations plus ou moins rapides de la charge qui agit directement sur la vitesse de rotation (fréquence) des machines de production de l'énergie électrique. Elles sont liées directement à la mécanique des machines électriques, c'est la raison pour laquelle on les appelle phénomènes transitoires électromécaniques.

I.4.5 Les déséquilibre :

Les déséquilibres sont généralement dus à la mauvaise répartition des charges sur les trois phases. Ils apparaissent surtout dans les réseaux de distribution, ils donnent naissance à la composante inverse du courant, cette composante provoque :

- Des chutes de tension supplémentaires.

- Des pertes de puissance.
- Des échauffements.

I.4.6 Nature d'un défaut :

- Défaut fugitif

Ce défaut nécessite une coupure très brève du réseau d'alimentation de l'ordre de quelques dixièmes de seconde.

- Défaut permanent

Ce défaut provoque un déclenchement définitif de l'élément de protection. Il nécessite l'intervention du personnel d'exploitation.

- Défaut auto- extincteur

C'est le défaut qui disparu spontanément en des temps très courts sans qu'il provoque le fonctionnement de la protection.

- Défauts semi- permanentent

Ce défaut exige une ou plusieurs coupures relativement longues de l'ordre de quelques dizaines de secondes. Il ne nécessite plus l'intervention du personnel d'exploitation. Au niveau des réseaux aériens de transport de SONELGAZ, les défauts sont [5]:

- De 70 à 90% fugitifs.
- De 5 à 15% semi permanents.
- De 5 à 15% permanents.

I.4.7 Conséquences des défauts sur le réseau électrique :

Les effets néfastes des courts-circuits sont surtout à craindre sur les réseaux électriques THT sur lesquels débitent des groupes générateurs de forte puissance. Les courts-circuits, surtout polyphasés et proches des centrales de production, entraînent une rupture de l'équilibre entre le couple moteur et le couple résistant de la machine, s'ils ne sont pas éliminés rapidement, ils peuvent conduire à la perte de stabilité de groupes générateurs et à des fonctionnements hors synchronisme. Des temps d'élimination des courts-circuits de l'ordre de 100 à 150 ms sont généralement considérés comme des valeurs à ne pas dépasser sur les réseaux électriques THT.

Les défauts de court-circuit amènent à deux types de contraintes :

- Contraintes thermiques :

Sont dues aux dégagements de chaleur par effet Joule dans les conducteurs électriques.

- Contraintes mécaniques :

Sont dues aux efforts électrodynamiques entraînent le balancement des conducteurs aériens et le déplacement des bobinages des transformateurs. Ces efforts s'ils dépassent les limites admises sont souvent à l'origine d'avaries graves. De plus l'arc électrique consécutif à un défaut met en jeu un important dégagement local d'énergie pouvant provoquer d'important dégât au matériel. [3]

I.5 LA LIGNE HAUTE TENSION HT :

La ligne à haute tension est l'une des principales formes d'infrastructures énergétiques et le composant principal des grands réseaux de transport d'électricité. Elle permet le transport de l'énergie électrique, des centrales électriques vers les réseaux de distribution qui alimentent les consommateurs selon leurs besoins. Ces lignes sont aériennes, souterraines ou sous-marines, quoique les professionnels réservent plutôt ce terme aux liaisons aériennes.

Les lignes à haute tension aériennes sont composées de câbles conducteurs, généralement en alliage d'aluminium, suspendus à des supports, de types pylônes ou poteaux. Ces supports peuvent être faits de bois, d'acier, de béton, d'aluminium ou parfois en matière plastique renforcée.

Depuis les années 1960, certaines lignes sont régulièrement exploitées à des tensions supérieures à 765 kV. Les lignes à courant continu haute tension permettent de transporter l'énergie avec moins de pertes en ligne sur de très grandes distances¹ car elles supportent des tensions trois à quatre fois plus élevées pour une même isolation et fonctionnent éventuellement sous l'eau. Mais l'utilisation de tensions et de courants continus interdit l'usage du transformateur ce qui est un inconvénient considérable.[4]

I.6 L'UTILITE DE LA HT :

On utilise des lignes à Haute Tension pour transporter l'électricité parce que l'augmentation de la tension limite les pertes d'énergie (c'est ce qu'on appelle « l'effet Joule »). La Haute et la Très Haute Tension permettent donc de transporter l'énergie sur de très longues distances

Le choix d'utiliser des lignes à haute tension s'impose dès qu'il s'agit de transporter de l'énergie électrique sur des distances supérieures à quelques kilomètres. Le but est de réduire les chutes de tension en ligne, les pertes en ligne, et également d'améliorer la stabilité des réseaux. Les pertes en ligne sont dues à l'effet Joule, qui ne dépend que de deux paramètres : la résistance et le courant ($P = R.I^2$).

L'utilisation de la haute tension permet, à puissance transportée ($P = U.I$) équivalente, de diminuer le courant et donc les pertes. Par ailleurs, pour diminuer la résistance, aux fréquences industrielles, il n'y a que deux facteurs, la résistivité des matériaux utilisés pour fabriquer les câbles de transport, et la section de ces câbles. À matériau de fabrication et section équivalents, les pertes sont donc égales, en principe, pour les lignes aériennes et pour les lignes souterraines.

Les lignes à haute tension font partie du domaine « haute tension B » qui comprend les valeurs supérieures à 50 kV en courant alternatif. L'expression « très haute tension » est parfois utilisée, mais n'a pas de définition officielle. Les tensions utilisées varient d'un pays à l'autre. Schématiquement, dans un pays, on trouvera des tensions de l'ordre de 63 kV à 90 kV pour de la distribution urbaine ou régionale, de l'ordre de 110 à 220 kV pour les échanges entre régions, et de l'ordre de 345 à 500 kV pour les principales interconnexions nationales et internationales. Dans certains pays, comme au Québec, on utilise aussi du 735 kV, et même des tensions plus élevées comme en Chine (1 100 kV), Inde (projet 1 200 kV), Japon (projet 1 100 kV) et dans l'ex-URSS où des essais de transport en « ultra haute tension » ont été effectués en 1 500 kV — mais ce type de tension ne se justifie que pour un transport sur une distance de l'ordre du millier de kilomètres, pour lequel un transport en courant continu peut être une solution intéressante. [4]

I.7 CLASSIFICATION D’APRES LE NIVEAU DE TENSION :

Tableau I. 1:Tableau des domaines de tension. [4]

Domaines		Courant alternatif	Courant continu lisse
Très basse tension TBT		$U \leq 50 \text{ V}$	$U \leq 120 \text{ V}$
Basse tension BT	A	$50 \text{ V} < U \leq 500 \text{ V}$	$120 \text{ V} < U \leq 750 \text{ V}$
	B	$500 \text{ V} < U \leq 1\,000 \text{ V}$	$750 \text{ V} < U \leq 1\,500 \text{ V}$
Haute tension HT	A	$1\,000 \text{ V} < U \leq 50 \text{ kV}$	$1\,500 \text{ V} < U \leq 75 \text{ kV}$
	B	$U > 50 \text{ kV}$	$U > 75 \text{ kV}$

I.8 TRAVEE LIGNE :

L'ensemble des appareils de coupure ainsi que l'appareillage de mesure et de protection propres à une liaison sont regroupés dans une travée.

Les différents types de travées sont : travées lignes, travées transformateurs, travées couplages, travée arrivée transformateur, travée arrivée groupe. [5]



Figure I.3:Photo des travées HT dans un poste électrique.

I.8.1 Les composants d'une travée ligne HT:

Elles sont composées de :

- Jeux de barres en tube AGS.
- Sectionneurs de barres ou sectionneurs d'aiguillage.
- Disjoncteur HT.
- Sectionneur de ligne + sectionneur de mise à la terre (malt).
- Transformateurs de courant (un par phase).
- Transformateur de tension.
- Circuit bouchon. [5]

I.8.1.1 Jeux de barres :

Le nombre de jeu de barres est généralement de deux. Le schéma à deux jeux de barres permet la continuité de service, la marche en réseau séparé ou en parallèle au moyen du disjoncteur de couplage, l'utilisation éventuelle de couplage pour dépanner une travée dont le disjoncteur est défaillant. Chaque jeu de barres est un circuit triphasé auquel sont raccordées les travées.

Les jeux de barre sont généralement des barres plates ou des tubes creux en cuivre ou en aluminium (les plus grands jeux de barres peuvent atteindre un diamètre de 120mm et une section de 1000mm²). En haute tension les jeux de barres peuvent être «posés» sur des isolants, dans ce cas ce sont des tubes. Ils peuvent être «tendus», c'est-à-dire que les jeux de barre sont flexibles et suspendus par des chaînes isolantes à des structures métalliques. Les jeux de barres permettent de relier les différentes composantes d'un poste électrique, ce qui les rend très important mais aussi très fragiles. En effet, si un jeu de barres est soumis à un court-circuit, c'est le poste entier qui est mis hors tension. Généralement, plusieurs jeux de barres connectés en parallèle permettant d'empêcher ce problème et permet de faire la maintenance d'un jeu de barres sans mettre le poste entier hors service. [5]



Figure I.4: Jeux de barres en tube AGS.

I.8.1.2 Sectionneurs :

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant sera nul ou pratiquement nul en assurant la visibilité de la manœuvre et afin d'isoler la partie de l'installation en aval du sectionneur.

Ce sont des appareils qui n'ont aucun pouvoir de coupure, ils ne permettent d'ouvrir un circuit qu'en l'absence complète du courant. Ils sont utilisés pour isoler un ensemble de circuit, un appareil, une machine, une section de ligne aérienne ou de câble, afin de permettre au personnel d'exploitation d'y accéder sans danger.

I.8.1.2.1 Les différents types des sectionneurs :



Figure I.5: sectionnaire de barre (de sectionnement).



Figure I.6: Sectionneur tête de ligne et mise à la terre (malt).

I.8.1.3 Disjoncteur HT :

Un disjoncteur est un appareil de connexion électrique capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit ou de la surcharge.

C'est un organe électromécanique, de protection, dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique.

Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique.

Le disjoncteur HT:

- Permet la commande à distance ;
- Détecte toute coupure de l'alimentation ;
- Assure des verrouillages électriques ;
- Sépare le circuit de commande du circuit de puissance ;
- Protège les récepteurs contre les surcharges. [6]

Le disjoncteur HT est caractérisé essentiellement par la technique utilisée pour la coupure c'est-à-dire la technique assurant l'extinction de l'arc électrique qui sera créé dans la partie active (entre les deux doigts fixe et mobile) du disjoncteur durant l'ouverture de ce dernier, en distingue donc les types suivants :

- Les disjoncteurs à l'huile.
- Les disjoncteurs à air comprimé.
- Les disjoncteurs à vide.
- Les disjoncteurs utilisant le gaz SF₆ (hexafluorure de soufre). [6]



Figure I.7: Photo d'un disjoncteur HT.

I.8.1.4 Transformateurs de courant (réducteur de courant) TC ou TI :

Cet appareil comporte deux circuits, un primaire et un secondaire, et un circuit magnétique. Il délivre un signal secondaire de même nature que la grandeur primaire à mesurer ; c'est une source de courant. Bien qu'il ne soit pas linéaire et que sa plage d'utilisation soit limitée par les phénomènes de saturation magnétique, c'est aujourd'hui le type d'appareil le plus employé en THT.

Un TC peut comporter plusieurs secondaires, chacun d'eux étant dédié à une fonction précise, mesure ou protection.

- Secondaire «mesure»: Sa plage de précision est étroite. Elle est généralement limitée à des courants inférieurs au courant primaire assigné.
- Secondaire «protection»: Dans ce cas la plage de précision est très large. Elle atteint très souvent une à vingt fois le courant primaire assigné. La conception d'un tel secondaire est très différente selon le mode de fonctionnement, régime permanent ou transitoire, auquel il est destiné. [7]



Figure I.8: Photo d'un transformateur de courant TC.

I.8.1.5 Transformateur de tension (réducteur de tension) TT ou TP :

Ce transformateur de mesure a une tension secondaire pratiquement proportionnelle à celle du primaire et en phase avec celle-ci .Il a pour rôle de délivrer à son secondaire une image fidèle de celle qui circule dans le conducteur HT concerné, mais aussi d'assurer l'isolement entre la

HT et les circuits de mesure et de protection, et de les protéger de toute détérioration lorsque survient un défaut sur le réseau HT.[7]



Figure I.9:Photo d'un transformateur de tension TT.

I.8.1.6 Circuit bouchon:

C'est un circuit oscillant constitué d'une bobine L en parallèle avec un condensateur C . Pour faire varier sa fréquence de résonance, Les lignes de transport d'énergie constituent un support fiable pour l'échange d'informations entre centres de production et de consommation. Ces informations (téléphone, transmission de données, télé protection, etc.) sont transmises au moyen de systèmes à courants porteurs, dans une bande de fréquence située approximativement entre 40 et 500 kHz, d'où la nécessité d'installer un circuit bouchon (filtre LC) afin de bloquer les signaux ayant des fréquences différentes de 50 Hz ce qui permet au TC d'effectuer des mesures fiables. [7]



Figure I.10: Photo d'un circuit bouchon.

I.8.1.7 Protection d'une travée électrique :

La protection des réseaux électriques désigne l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue. Elle doit également garantir la stabilité des réseaux électriques

Les différentes branches d'un réseau de transport (transformateurs, lignes, jeux de barres) peuvent être le siège d'un défaut (court-circuit monophasé, court-circuit biphasé, coupure d'une ou de deux phases de l'une des deux extrémités de la coupure) et quelles que soient sa nature et son origine, le défaut doit être éliminé immédiatement du réseau sous peine de causer des dégâts importants aux matériels, c'est le rôle des protections.

Un système de protection peut être défini comme étant un ensemble de dispositifs plus ou moins complexes dont le rôle est de détecter le défaut et de commander l'ouverture du disjoncteur protégeant l'organe en cause.

I.8.1.7.1 Rôle de protection :

Un certain nombre de contrôles peuvent bloquer, accélérer ou temporiser l'envoi de l'ordre. Les protections doivent donc avoir les qualités suivantes : fiabilité, sensibilité, rapidité, sélectivité (n'éliminer que la plus petite fraction du réseau).

L'élimination du défaut, c'est dire la mise hors tension rapide de l'élément en cause, a pour finalité d'une part, de limiter les dégâts qui pourraient être causés à l'élément protégé, et d'autre part et surtout de préserver le reste du réseau électrique.

Une protection doit assurer :

- La détection de l'état du réseau, ce qui nécessite un organe de mesures de certaines grandeurs caractéristiques (courant, tension...).
- La comparaison de ces grandeurs caractéristiques mesurées, à des valeurs fixées à l'avance, ce qui nécessite un organe de comparaison.
- l'envoi d'un ordre et l'exécution d'une manœuvre de réaction et correction.

I.8.1.7.2 Les types de protection :

- Protection de distance.
- Protection différentielle.
- Protection directionnelle.
- Protection à maximum de courant (Max I).
- Protection de surcharge thermique.
- Protection à maximum ou à minimum de tension etc...

I.8.1.7.3 Protection de la travée lignes 60 kV :

- Protection principale (1) 7SA513 type siemens.
- Protection principale (2) REL type ABB.
- Protection complément 7SJ531 type siemens.
- Protection défaillance disjoncteur 7SV512 type siemens.
- Protection de sur tension 7RW600 type siemens.
- Protection rupture synchronisme 7UM516 type siemens.

I.9 CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques généralités sur le réseau électrique HT, nous avons détaillé aussi les types des défaillances ou défauts d'un réseau HT, les différents organes HT nécessaire d'une travée ligne HT ainsi que les protections existantes qui assure la sécurité du réseau HT.

Chapitre II

La maintenance industrielle

II.1 INTRODUCTION :

La maintenance évolue aujourd'hui sous la double détermination d'instruments d'informatiques aux capacités décuplées et de contraintes de coûts, de délais et de qualité toujours plus exigeantes. Ce qui place la maintenance sous l'impérieuse nécessité de la réactivité. Les équipements doivent être en permanence modernisés, les hommes doivent développer leurs capacités d'adaptation et faire l'objet de constants efforts en matière d'information et de formation.

Contrainte par les impératifs d'un mode de production extrêmement tendu par le « juste-à-temps », le « zéro stock », « le zéro défaut », les à-coups du marché, la maintenance doit relever des défis ardu. Il s'agit par exemple d'établir une planification fiable en fonction de nombreux éléments dont la réalisation n'est certaine que très peu de temps à l'avance. Ou bien encore il s'agit de gérer des phénomènes d'usure du matériel, notamment, sur la base d'une intensité d'utilisation qui n'est pas prévisible.

II.2 HISTORIQUE ET EVOLUTION DE LA MAINTENANCE :

Entre les années 1960 et 1980, la maintenance industrielle était uniquement perçue comme une activité d'arrière-plan, dont l'utilité était considérée comme toute relative et à laquelle on ne faisait appel que lorsque que la machine était tombée en panne. Ses fonctions étaient très limitées et assez axées sur l'électricité, la mécanique ou encore le graissage. Les notions de prévision ou de prévention n'avaient pas encore fait leur apparition, si bien que la maintenance souffrait d'une image plutôt archaïque. On se contentait par exemple d'intervenir sur les graissages ou encore les rondes de surveillance, et les stratégies alors employées se basaient uniquement sur le dépannage et les opérations de correctif d'envergure.

Évidemment, ce mode de fonctionnement est à replacer dans son contexte. Le monde industriel n'était pas ce qu'il est aujourd'hui, et les implications étaient bien différentes. L'industrie étant à cette période en plein essor, les conséquences sur les lignes de production d'alors étaient bien moindres. Les arrêts de production pouvaient bien entendu perturber la production sans pour autant affoler l'usine et engendrer des pertes massives, comme c'est le cas aujourd'hui, car les équipements n'étaient tout simplement pas autant intégrés à un ensemble plus général. Il est vrai qu'il serait impensable de continuer à fonctionner de la sorte aujourd'hui, tant on a pris conscience de l'importance capitale du service maintenance.[23]

II.3 LES DEFINITIONS DE LA MAINTENANCE :

II.3.1 Définition de la maintenance selon Larousse :

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

II.3.2 Définition de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF X 60-010 :

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Bien maintenir, c'est assurer l'ensemble de ces opérations au coût optimal.

II.3.3 Définitions de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF EN 13306 X 60-319 :

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

II.4 PLACE DU SERVICE MAINTENANCE DANS L'ENTREPRISE :

Les installations, les équipements, tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples : usures, déformations dues au fonctionnement, action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphériques, etc.).

Es détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement (panne) ; diminuer les capacités de production ; mettre en péril la sécurité des personnes ; provoquer des rebuts ou diminuer la qualité ; augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc.) ; diminuer la valeur marchande de ces moyens.

Dans tous les cas ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires.

Le service maintenance, comme le service de sécurité, devient une interface entre toutes les entités qui composent l'entreprise. [9]

La maintenance industrielle a donc pris une place plus importante au sein des usines : les premières procédures de maintenance ont vu le jour. Grâce à elles, on a pu limiter drastiquement les risques d'accident, contrôler de manière assidue le fonctionnement des machines et éviter au maximum les défaillances critiques pour toute la chaîne de production.

Il est étonnant de constater que les entreprises ont davantage souhaité développer la maintenance et lui accorder une place de choix pour des raisons humaines que pour des raisons purement économiques.

II.5 LES OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE (NORME FD X 60-000) :

Selon la politique de maintenance de l'entreprise, les objectifs de la maintenance seront :

- Disponibilité et la durée de vie du bien ;
- La sécurité des hommes et des biens ;
- La qualité des produits ;
- La protection de l'environnement ;
- L'optimisation des coûts de maintenance ;

II.6 LA STRATEGIE DE MAINTENANCE (NORMES NF EN 13306 & FD X 60-000) :

"La stratégie de maintenance est une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance."

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance :

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- Organiser les équipes de maintenance ;
- Internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- Étudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité. [8]

II.7 LES DIFFÉRENTS TYPES DE LA MAINTENANCE :

Le choix d'une méthode de maintenance, s'effectue dans le cadre de la politique de ce dernier et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise, pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction et des décisions de la politique de maintenance. Il faut connaître aussi le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

Le schéma ci-dessus représente les différents types de maintenance : [NF EN 13306].

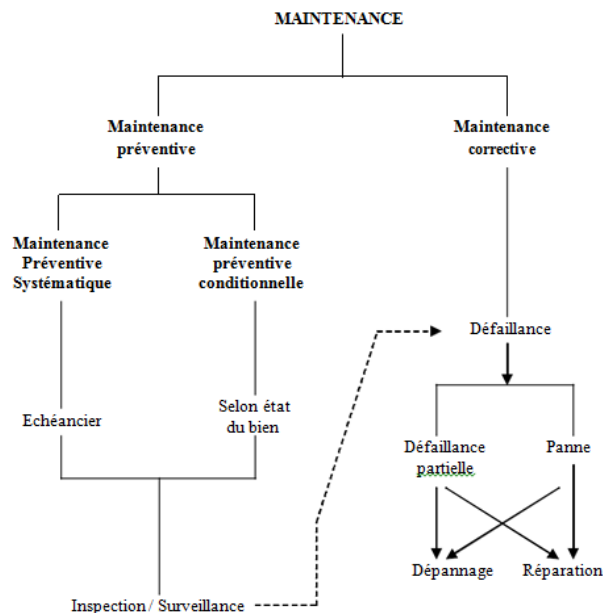


Figure II.3: Les différents types de maintenance.

II.7.1 La maintenance préventive (norme NF EN 13306) :

C'est la maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

II.7.1.1 Les types de la maintenance préventive (norme FD X 60-000) :

La maintenance préventive se subdivise en trois types :

II.7.1.1.1 La maintenance préventive systématique :

C'est la 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.

II.7.1.1.2 La maintenance préventive conditionnelle :

C'est la maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

II.7.1.1.3 La maintenance préventive prévisionnelle :

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation des paramètres significatifs de la dégradation du bien.

II.7.1.2 Les objectifs de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des matériels
- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
- Permettre d'effectuer la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, de pièces détachées, etc...
- Améliorer les conditions de travail du personnel de service
- Diminuer le budget de maintenance
- Éliminer les causes d'accidents graves. [10]

II.7.1.3 Les opérations de la maintenance préventive :**II.7.1.3.1 Les inspections :**

Activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

II.7.1.3.2 Les visites :

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à

une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

II.7.1.3.3 Les contrôle :

Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement.

Le contrôle peut :

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

II.7.1.3.4 Les opérations de surveillance :

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

II.7.2 La maintenance corrective (*norme NF EN 13306*) :

La maintenance corrective est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise. [8]

La maintenance corrective n'est pas forcément celle qui est la moins coûteuse, d'abord parce que, pour une même intervention elle peut forcer à engager des moyens exceptionnels justifiés par la criticité de la défaillance, d'autre part parce que l'interruption non programmée du service ou de la production, peut avoir des conséquences préjudiciables pour l'entreprise.

II.7.2.1 Les types de la maintenance corrective (*norme FD X 60-000*) :

La maintenance corrective est, par définition, imprévisible mais pas forcément imprévue :

II.7.2.1.1 Maintenance corrective « acceptée » :

La recherche permanente du meilleur rapport, usage/coût, peut conduire à accepter la défaillance d'un équipement avant d'envisager des actions de maintenance.

II.7.2.1.2 Maintenance corrective « palliative » :

Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

Appelée couramment « dépannage », la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui doivent être suivies d'actions curatives.

II.7.2.1.3 Maintenance corrective « curative » :

Action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise.

II.7.2.2 Objectives de maintenance corrective :

- la disponibilité et la durée de vie du bien.
- La sécurité des hommes et du bien.
- La qualité des produits.
- La protection d l'environnement.
- L'optimisation des couts de maintenance.

II.7.2.3 Les opérations de maintenance corrective :

Après apparition d'une défaillance, le main tenancier doit mettre en œuvre un certain nombre d'opérations dont les définitions sont données ci-dessous. Ces opérations s'effectuent par étapes (dans l'ordre) :

1. test, c'est à dire la comparaison des mesures avec une référence,
 2. détection ou action de déceler l'apparition d'une défaillance,
 3. localisation ou action conduisant à rechercher précisément les éléments par lesquels la défaillance se manifeste,
 4. diagnostic ou identification et analyse des causes de la défaillance,
 5. dépannage, réparation ou remise en état (avec ou sans modification),
 6. contrôle du bon fonctionnement après intervention,
 7. amélioration éventuelle, c'est à dire éviter la réapparition de la panne,
 8. historique ou mise en mémoire de l'intervention pour une exploitation ultérieure.
- Nous allons voir plus en détail les opérations de dépannage et de réparation.

II.7.3 La maintenance d'amélioration :

L'amélioration des biens d'équipement est un « ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

on apporte donc des modifications à la conception d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des composants, de les standardiser, de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer la maintenabilité, etc..., C'est une aide importante si l'on décide ensuite de construire un équipement effectuant le même travail mais à la technologie moderne : on n'y retrouvera plus les mêmes problèmes. [11]

II.7.3.1 Objectifs de la maintenance améliorative :

La maintenance améliorative est un état d'esprit nécessitant un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique sérieuse : l'amélioration doit être rentable. Tout le matériel est concerné, sauf bien sûr, le matériel proche de la réforme. Les objectifs de la maintenance améliorative d'un bien sont:

- L'augmentation des performances de production.
- L'amélioration de la maintenabilité.
- La standardisation de certains éléments ou sous-ensemble.
- L'augmentation de la sécurité des utilisateurs et de fiabilité.[11]

II.8 Les fonctions de service maintenance (*norme FD X 60-000*) :

II.8.1 Etude :

Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de maintenance choisie. Elle implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

II.8.2 Préparation :

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus maintenance. Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées.

Quel que soit le type d'intervention à réaliser, la préparation sera toujours présente.

Elle sera :

Implicite (non formalisée) : dans le cas de tâches simples, l'intervenant assurera lui-même, par expérience et de façon souvent automatique la préparation de ses actions ;

Explicite (formalisée) : réalisée par un préparateur, elle donne lieu à l'établissement d'un dossier de préparation structuré qui, faisant partie intégrante de la documentation technique, sera utilisé chaque fois que l'intervention sera réalisée. Il sera donc répertorié et conservé sous réserve de mises à jour ultérieures.

II.8.3 Ordonnancement :

L'ordonnancement représente la fonction "chef d'orchestre". Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence de chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes.

II.8.4 Réalisation :

La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement.

II.8.5 Gestion :

La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines, et la gestion du budget.

II.9 Les activités de maintenance (norme NF EN 13306) :

II.9.1 L'inspection :

C'est un contrôle de conformité réalisé en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien.

En général, l'inspection peut être réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance.

II.9.2 La surveillance :

C'est l'activité exécutée manuellement ou automatiquement ayant pour objet d'observer l'état réel d'un bien.

La surveillance se distingue de l'inspection en ce qu'elle est utilisée pour évaluer l'évolution des paramètres du bien avec le temps.

II.9.3 La réparation :

Ce sont les actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne.

II.9.4 Le dépannage :

Ce sont les actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée.

II.9.5 L'amélioration :

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise.

II.9.6 La modification :

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien.

II.9.7 La révision :

Ensemble complet d'examens et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité.

II.9.8 La reconstruction :

Action suivant le démontage d'un bien et la réparation ou le remplacement des composants qui approchent de la fin de leur durée de vie utile et/ou devraient être systématiquement remplacés.

La reconstruction diffère de la révision en ce qu'elle peut inclure des modifications et/ou améliorations.

L'objectif de la reconstruction est normalement de donner à un bien une vie utile qui peut être plus longue que celle du bien d'origine.

II.10 LES TEMPS DE MAINTENANCE :

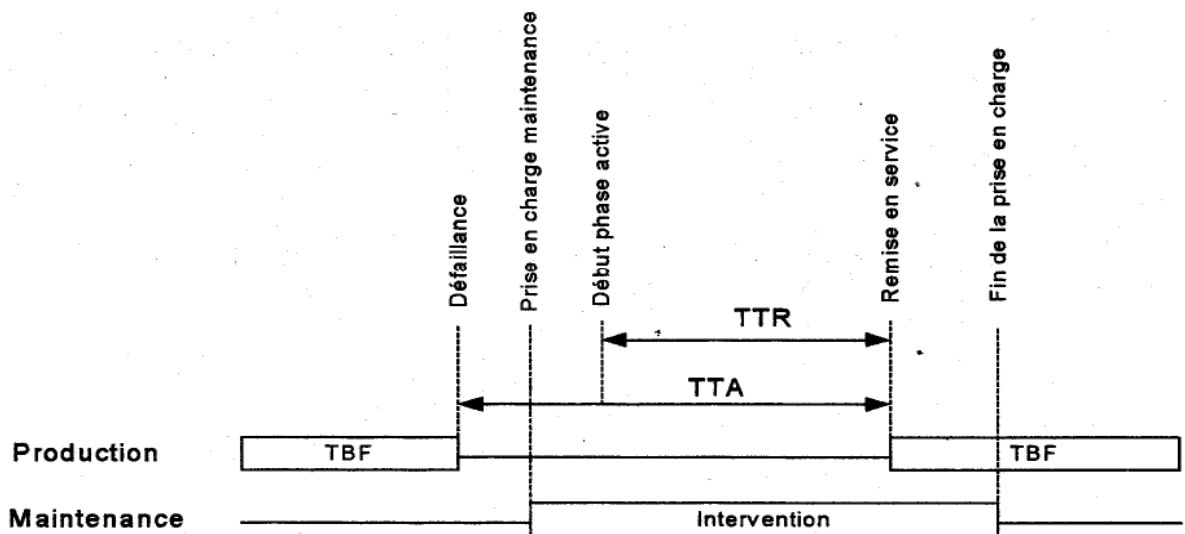


Figure II.4: Les temps de maintenance.

La MTBF :

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement (TBF).

Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances.

Remarque : En anglais, MTBF signifie mean time between failures (*norme X60-500*).

La MTTR :

La MTTR est la moyenne des temps techniques de réparation (TTR).

Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant.

Il débute lors de la prise en charge de ce système jusqu'après les contrôles et essais avant la remise en service.

Remarque : En anglais, MTTR signifie mean time to restoration (*norme X60-500*).

La MTTA :

La MTTA est la moyenne des temps techniques d'arrêt (TTA).

Les temps techniques d'arrêt sont une partie des temps d'arrêt que peut connaître un système de production en exploitation. Ils ont pour cause une raison technique et, ce faisant, sont à distinguer des arrêts inhérents à la production (attente de pièce, de matière, d'énergie, changement de production, etc..).[8]

II.11 LES NIVEAUX ET ECHELONS DE MAINTENANCE :

II.11.1 Les niveaux de maintenance (norme FD X 60-000) :

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance. Le tableau de la page suivante définit les cinq niveaux de maintenance.

II.11.2 Les cinq niveaux de maintenance (norme FD X 60-000) :

Premier Niveau :

Définition : Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

Intervenant : L'utilisateur du bien

Deuxième Niveau :

Définition : Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple.

Intervenant : Personnel qualifié

Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Troisième Niveau :

Définition : Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes.

Intervenant : Technicien qualifié.

Quatrième Niveau :

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

Intervenant : Technicien ou équipe spécialisée.

Cinquième Niveau :

Définition : Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels. Ce sont des opérations de rénovation, reconstruction, etc.

Intervenant : Constructeur ou société spécialisée.[8]

II.11.3 Les échelons de maintenance (norme FD X 60-000) :

Il est important de ne pas confondre les niveaux de maintenance avec la notion d'échelon de maintenance qui spécifie l'endroit où les interventions qui sont effectuées. On définit généralement trois échelons qui sont :

La maintenance sur site : l'intervention est directement réalisée sur le matériel en place ;

La maintenance en atelier : le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention ;

La maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée :

Le matériel est alors transporté pour qu'il soit effectué les opérations nécessitant des moyens spécifiques.

Bien que les deux concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient bien distincts, il existe souvent une corrélation entre le niveau et l'échelon. Les opérations de niveaux 1 à 3, par exemple, s'effectuant sur site, celles de niveau 4 en atelier, et celles de niveau 5 chez un spécialiste hors site (constructeur ou société spécialisée). Si cela se vérifie fréquemment (dans le domaine militaire par exemple), il convient cependant de ne pas en faire une généralité. On peut rencontrer en milieu industriel des tâches de niveau 5 effectuées directement sur site.[8]

II.12 CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons bien expliqué les concepts de base de la maintenance et on a défini la maintenance avec ces types, ainsi que les opérations de maintenance préventive et corrective, et les objectifs relatifs à tous les niveaux de la maintenance dans le domaine industrielle.

Chapitre III

Les méthodes utilisées en maintenance

III.1 INTRODUCTION :

La vraie problématique du service maintenance est de savoir qu'elle est la bonne méthode de traitement des défaillances car l'importance et la gravité en matière d'effet (coût) se diffèrent l'une par rapport à l'autre.

L'exploitation de l'historique des équipements nous permet de faire le meilleur choix. Or, certains veulent nous convaincre qu'ils n'ont pas le temps d'exploiter l'historique des machines, qu'ils ont d'autres choses à faire (du correctif certainement !..).

La négligence de l'historique des biens d'une entreprise montre une totale méconnaissance des méthodes de gestion de la maintenance, et donc une totale désorganisation du service Maintenance, tout simplement parce que l'analyse de cet historique va permettre de dégager des actions d'amélioration, donc d'identifier les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir.

Il y a plusieurs méthodes d'analyse des défaillances telles que : la méthode AMDEC, Le diagramme de Pareto, la méthode Ishikawa (ou le diagramme Causes Effets) et la méthode QOQCP les plus utilisées pour rechercher les causes des défaillances techniques de procédés industriels. En effet, pour des défaillances qui ont des conséquences critiques pour la disponibilité des installations industrielles, il est indispensable d'identifier leurs causes afin de pouvoir les éliminer.

III.2 NOTION ET DEFINITION DE DEFAILLANCE :

- **Fonction requise :**

Fonction d'un produit dont l'accomplissement est nécessaire pour la fourniture d'un service donné.

- **Dégradation :**

État d'une entité présentant une perte de performances d'une des fonctions assurées par celle-ci.

- **Défaillance :**

C'est la cessation d'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise ; c'est donc la perte de disponibilité du bien. C'est le passage d'un état à un autre. [8]

III.2.1 Causes de défaillances :

La cause de la défaillance est une anomalie initiale susceptible de conduire au mode de défaillance. Elle s'exprime en termes d'écart par rapport à la norme. Exemples : sous-

dimensionnement, absence de joint d'écrou, manque de lubrifiant, etc... Elle se répartit dans les domaines que nous identifierons par 5M: milieu, méthodes, main d'œuvre, matière et matériel. [13]

Exemples de causes

Mécanique : fatigue, usure, sur charge mécanique, sous dimensionnement...

Electrique : Surcharge électrique, Vieillesse, décharge électrostatique (foudre)...

III.2.2 Modes de défaillance :

Le mode de défaillance est relatif à une fonction. Il s'exprime par la manière dont un système vient à ne plus remplir sa fonction, mais il peut aussi s'exprimer en termes physiques : rupture, desserrage, coincement, court-circuit, etc.. Par exemple considérons la fonction pompage réalisée par un groupe motopompe. Les modes de défaillances généralement considérés pour un groupe motopompe sont :

- le refus de démarrer ou le refus de s'arrêter,
- un débit inférieur au débit requis,
- une pression de refoulement inférieure à la pression requise,
- un démarrage intempestif,
- une fuite externe.

Ces modes de défaillances devront être adaptés à chaque système. Pour faciliter la tâche des gens de maintenance, l'AFNOR propose une liste normalisée de 33 modes génériques de défaillance.[13]

Tableau III.4 : Modes de défaillance générique.

1	Défaillance structurelle (rupture)	19	Ne s'arrête pas
2	Blocage physique ou coincement	20	Ne démarre pas
3	Vibrations	21	Ne commute pas
4	Ne reste pas en position	22	Fonctionnement prématuré
5	Ne s'ouvre pas	23	Fonctionnement après le délai prévu(retard)
6	Ne se ferme pas	24	Entrée erronée (augmentation)

7	Défaillance en position ouverte	25	Entrée erronée (diminution)
8	Défaillance en position fermée	26	Sortie erronée (augmentation)
9	Fuite interne	27	Sortie erronée (diminution)
10	Fuite externe	28	Perte de l'entrée
11	Dépasse la limite supérieure tolérée	29	Perte de la sortie
12	Dépasse la limite inférieure tolérée	30	Court-circuit (électrique)
13	Fonctionnement intempestif (inopportun)	31	Court-ouvert (électrique)
14	Fonctionnement intermittent (discontinu)	32	Fuite (électrique)
15	Fonctionnement irrégulier	33	Autres conditions de défaillance exceptionnelles suivant les caractéristiques du système, les conditions de fonctionnement et les contraintes opérationnelles
16	Indication erronée		
17	Ecoulement réduit		
18	Mise en marche erronée		

III.2.3 Les effets de défaillance :

Les symptômes peuvent être observés in situ, sans démontage, par les utilisateurs de l'équipement ou par le main tenancier : VTOAG, mesures, défauts de qualité. Le VTOAG est l'utilisation naturelle des cinq sens de l'individu. Il ne faut jamais les négliger, car ils sont capables de contribuer à l'établissement d'un diagnostic.

III.2.3.1 La vue (V) :

- détection de fissures, fuites, déconnexions,
- détection de dégradations mécaniques.

III.2.3.2 Le toucher (T) :

- sensation de chaleur, de vibration,
- estimation d'un état de surface.

III.2.3.3 L'odorat (O) :

- détection de la présence de produits particuliers,
- «odeur de brûlé», embrayage chaud,...

III.2.3.4 L'auditif (A) :

- détection de bruits caractéristiques (frottements, sifflements).

III.2.3.5 Le goût (G) :

- identification d'un produit (fuite).[13]

III.3 LES METHODES D'ANALYSE DE DEFAILLANCES :**III.3.1 AMDEC (analyse des Modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité) :**

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) est une technique d'analyse prévisionnelle de la fiabilité, de la maintenabilité et de la sécurité des produits et des équipements.

D'après AFNOR, l'analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticités (AMDEC) est une méthode inductive permettant pour chaque composant d'un système, de recenser son mode de défaillance et son effet sur le fonctionnement ou sur la sécurité du système. [14]

III.3.2 Objectifs de la méthode AMDEC :

La méthode AMDEC a pour objectif de :

- Analyser les conséquences des défaillances.
- Identifier les modes de défaillances.
- Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection.
- Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance.
- Classer les modes de défaillance.
- Etablir des échelles de signification et de probabilité de défaillance.
- Identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production.
- Identifier les actions pouvant éliminer (ou du moins réduire) l'échec potentiel la méthode consiste à imaginer les dysfonctionnements menant à l'échec avant même que ceux-ci ne se produisent. C'est donc essentiellement une méthode prédictive. [14]

III.3.3 Caractéristiques de la méthode AMDEC :

L'AMDEC est une méthode d'analyse inductive, exhaustive et rigoureuse qui permet une recherche systématique :

- Des modes de défaillance d'un moyen de production.
- Des causes de défaillance générant les modes de défaillance, ces causes peuvent se situer au niveau des composants du moyen de production où être dues à des sollicitations extérieurs.
- Des conséquences des défaillances sur le moyen de production, sur son environnement, sur le produit ou sur l'homme.
- Des moyens de détection pour la prévention et/ou la correction des défaillances.[16]

III.3.4 Types d'AMDEC :

Il existe plusieurs types de la méthode d'analyse :

- AMDEC « produit »
- AMDEC « processus »
- AMDEC « moyen »
- AMDEC « organisation »
- AMDEC « sécurité »
- AMDEC « service ».

III.3.4.1 L'AMDEC organisation :

L'AMDEC s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires, du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail. [17]

III.3.4.2 L'AMDEC-Produit :

Elle est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise.

Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception et préventives sur l'industrialisation. [15]

III.3.4.3 L'AMDEC-Processus :

Elle est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication.

S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC-Processus en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défaut pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, elle permettra l'amélioration. [15]

III.3.4.4 L'AMDEC moyen :

Permet d'anticiper les risques liés au non-fonctionnement ou fonctionnement anormal d'un équipement, d'une machine. [18]

III.3.4.5 L'AMDEC service :

S'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service correspond aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillance. [19]

III.3.4.6 L'AMDEC sécurité :

S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci. [17]

III.3.5 La méthodologie de l'AMDEC :

- 1- Constitution d'un groupe de travail.
- 2- Décomposition fonctionnelle du système.
- 3- Evaluation des défaillances potentielles.
- 4- Détermination des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs causes.
- 5- Evaluation et notation de chaque cause de défaillance

D : probabilité de non détection de la cause de la défaillance

O : probabilité d'apparition ou d'occurrence de la cause de la défaillance

G : gravité de la défaillance

6- Calcul de criticité et hiérarchisation.

7- L'indice de criticité C est obtenu par : $C = D \times O \times G$.

8- Déduction des actions correctives à mener. [8]

III.3.6 Démarche pratique de l'AMDEC :

L'emploi des AMDEC crée une ossature qu'il convient de compléter et d'outiller. Pour cela une analyse plus fine de la pertinence des informations est nécessaire.

Le groupe AMDEC est tenu de maîtriser la machine et de mettre à jour et s'assurer de la validité de toutes les informations utiles à l'étude. Il appartient à ce groupe de s'appuyer sur le retour d'expérience de tous les opérateurs de tous les services de cycle de fabrication de produit, qui peuvent apporter une valeur ajoutée à l'analyse.

La démarche pratique de l'AMDEC se décompose en 4 étapes suivantes :

Etape 1 : initialisation de l'étude qui consiste :

- La définition de la machine à analyser.
- La définition de la phase de fonctionnement.
- La définition des objectifs à atteindre.
- Constitution de groupe de travail.
- La définition de planning des réunions.
- La mise au point des supports de travail.

Etape 2 : description fonctionnelle de la machine qui consiste

- Découpage de la machine, décision des actions à engager
- Inventaire des fonctions de service
- Inventaire des fonctions techniques.

Etape 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.

Etape 4 : synthèse de l'étude/décisions qui consiste :

- Bilan des travaux.
- Décision des actions à engager. [14]

III.3.7 Mise au point de supports de l'étude :

Les méthodes d'évaluations des facteurs (Gravité, Fréquence, Détection, Criticité) seront plus détaillées au moment d'évaluation de la criticité. Une feuille d'analyse AMDEC (Tableau III.2) est à réaliser Selon les sources. [16]

Tableau III.5 : Feuille d'AMDEC.

Tableau – Feuille d'analyse AMDEC								
Direction Transport Electricité REGION : HASSI MESSAOUD PCG de : Ghardaïa Poste : 220/60kV Equipement : Transformateur de puissance 220 /60 KV								
ORGANE	FONCTION	MODE DE DEFAILLANCE	CAUSE DE DEFAILLANCE	EFFET DE DEFAILLANCE	INDICES DE CRITICITE			
					F	G	D	C

III.4 METHODE ABC (Diagramme de Pareto) :

III.4.1 But de la méthode abc :

- Diminuer les couts de maintenance et donc assurer l'optimisation de la maintenance.
- Améliorer la fiabilité des systèmes.
- Justifier la mise en place d'une politique de maintenance. [12]

III.4.2 Présentation de la loi de Pareto (méthode 80/20) :

La méthode ABC est une moyenne objective d'analyse, elle permet de classer les éléments qui représentent la fraction la plus importante du caractère étudié, en indiquant les pourcentages pour un caractère déterminé.

Le diagramme de Pareto, également connu sous le nom de la loi des 80/20 est une méthode d'optimisation et de résolution de problème très connue dans le milieu industriel.

De façon générale, on s'aperçoit que dans la plupart des situations, 80% des conséquences sont entraînées par 20% des causes. Rapporté à la maintenance, cela signifie que 80% des arrêts d'équipements vont être causés par seulement 20% des causes de pannes référencées. Seulement, pour arriver à de telles conclusions, une analyse préliminaire est nécessaire, chose que nous allons détailler dans la suite à travers un exemple simple. [20]

III.4.3 Présentation graphique :

Le diagramme de Pareto est élaboré en plusieurs étapes :

1. Déterminer le problème à résoudre.
2. Faire une collecte des données ou utiliser des données déjà existantes.
3. Classer les données en catégories et prévoir une catégorie "Divers" pour les catégories à peu d'éléments.
4. Faire le total des données de chaque catégorie et déterminer les pourcentages par rapport au total.
5. Classer ces pourcentages par valeur décroissante, la catégorie "Divers" est toujours en dernier rang.
6. Calculer le pourcentage cumulé
7. Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique.
8. Placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche
9. Lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés
10. Distinguer trois classes A, B et C qui se distribuent de la manière suivante :

- Classe A : Les items accumulant 80% de l'effet observé
- Classe B : Les items accumulant les 15% suivants
- Classe C : Les items accumulant les 5% restants. [21]

Conclusion : il est évident que la préparation des travaux de maintenance doit porter sur les pannes de la zone A. [12]

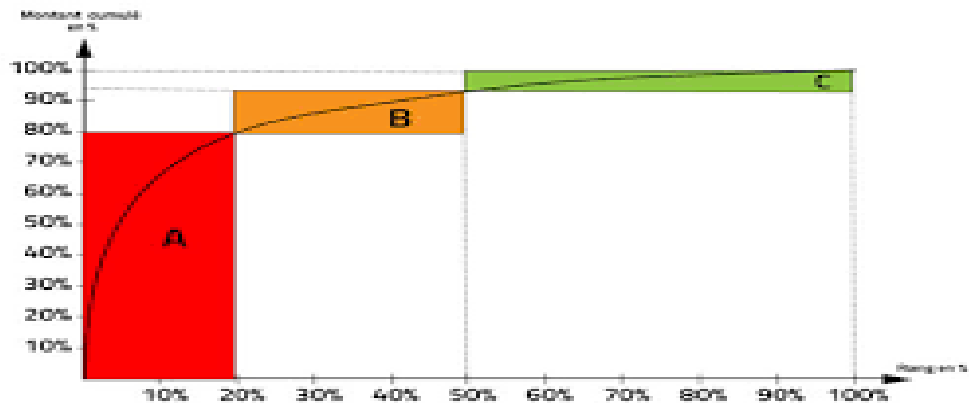


Figure III.3 : diagramme de Pareto.

III.5 LA METHODE QQQQCP :

Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? et à chaque fois Pourquoi ?

III.5.1 Définition :

La méthode QQQQCP est une méthode très importante dans l'organisation et la gestion des entreprises, elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique. [21]

III.5.2 Objectif de la méthode :

La Méthode QQQQCP a pour but d'obtenir sur toutes les dimensions de la situation, ou du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier toutes ses circonstances ou aspects essentiels :

- La personne ;
- Le fait ;
- Le lieu ;
- Le temps ;
- La manière ;

- Les motifs.

III.5.3 Principe de la méthode :

Elle adopte une démarche d'analyse critique qui consiste à poser le maximum de questions au tour d'un problème ou d'une situation, pour comprendre quelles sont ses raisons ou ses causes principales.

Elle consiste à poser les questions de façon systématique afin de n'oublier aucune information connue

Il s'agit de répondre à la question suivante :

« Qui a fait quoi, où, quand, comment et pourquoi ? » [21]

III.5.4 La méthode des 5 pourquoi :

Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? et à chaque fois Pourquoi ?

✓ La question Quoi ?

On pose cette question pour une meilleur description de l'activité, de la tâche ou du problème.

✓ La question Qui ?

Cette question permet une meilleur description des exécutants, acteurs ou personnes concernées.

✓ La question Où ?

Cette question concerne la description des lieux.

✓ La question Quand ?

On pose cette question pour bien définir les temps

✓ La question Comment ?

Pour une meilleure description de la manière ou de la méthode

✓ La question Pourquoi ?

Cette question peut se poser à la suite des autres questions, mais il convient aussi de la poser pour toutes les questions :

Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ?

Pour mener une analyse critique, à chaque réponse des questions précédentes se demander Pourquoi ? [21]

Tableau III.6 : résumé de la méthode QQQQCP.

Lettre	Question	Sous-question	Exemples
Q	Quoi ?	C'est quoi le problème ? De quoi s'agit-il ? En relation avec quoi ?	Périodicité, délai, date, durée, ...
Q	Qui ?	De qui ? Pour le compte de qui ? Avec qui ? Qui est concerné ?	Personne, responsable, service, chaîne, acteur, ...
O	Où ?	Où se situe le problème ? Par où ? Venant d'où ?	Lieu, étape, stade, ...
Q	Quand ?	À partir de quand ? Jusqu'à quand ?	Périodicité, délai, date, durée, ...
C	Comment ?	Comment c'est arrivé ? Comment le faire ?	Procédure, moyen, manière, méthodes, technique, ...
P	Pourquoi ?	Pourquoi le faire ? Pourquoi lui ?	Cause, raison d'être, objectif, ...

III.6 DIAGRAMME CAUSES-EFFET (ou ISHIKAWA ou en ARETE DE POISSON) :

La méthode 5 M, ou diagramme d'Ishikawa, est un outil d'analyse éprouvé en gestion de la qualité et s'avère très intéressant aussi en gestion de projet.

L'analyse des risques, des leviers, ainsi que l'anticipation et la résolution des problèmes sont primordiales pour atteindre les objectifs d'un projet, et ce dès la phase de planification. Cette méthode permet justement de rechercher et de représenter de manière synthétique les contraintes qui peuvent nuire à la réussite de vos projets, mais aussi les objectifs et les moyens d'y parvenir. [22]

III.6.1 Définition :

Cet outil a été créé par ISHIKAWA, professeur à l'Université de la TOKYO dans les années 60 et concepteur d'une méthode de management de la qualité totale. Le diagramme causes-effet est une représentation graphique du classement par familles de

toutes les causes possibles pouvant influencer un processus. Ces familles de causes au nombre de 5 engendrent la non qualité dans un processus de fabrication. Leur nom commence par la lettre M d'où l'appellation 5M. [22]

III.6.2 Objectif de la méthode ISHIKAWA :

Cette méthode a pour objectif de déterminer les causes à l'origine d'un effet particulier.

Sa représentation graphique visuelle permet de :

- Prendre de la hauteur sur un phénomène,
- Communiquer,
- Servir de support de discussion et de travail à un groupe de collaborateurs,
- Prendre des décisions plus facilement,
- repérer plus rapidement les leviers d'action à activer pour s'améliorer. [22]

III.6.3 Les cinq catégories du diagramme d'ISHIKAWA (les 5M) :

Pour détecter de potentielles causes agissant directement ou indirectement sur le problème étudié, la règle des 5 M étudie :

III.6.3.1 Matière : toutes causes liées aux éléments utilisés dans le processus de fabrication comme l'utilisation de matières premières périmées, des fournitures de mauvaise qualité ou des pièces avec des défauts.

III.6.2.2 Milieu : les causes liées à l'environnement et au contexte de réalisation comme un marché volatile, une concurrence très rude ou une législation particulièrement contraignante.

III.6.2.3 Méthodes : y a-t-il des problèmes dans la manière de travailler ? Ici on étudie les potentiels des dysfonctionnements ou ralentissement dans les processus de travail et les modes opératoires, des erreurs dans les instructions ou mode d'emploi.

III.6.2.4 Matériel : les équipements, machines, outils, logiciels, s'il y en a qui sont défectueux, obsolètes ou non adaptés.

III.6.2.5 Main d'œuvre : les ressources humaines sont-elles en manque de compétences et de formation, ou mal informées sur la bonne exécution des tâches etc... [22]

III.6.4 Représentation d’Ishikawa : un diagramme en arête de poisson :

Visuellement, on représente les 5 M sur un diagramme qui ressemble à s’y méprendre à des arêtes de poissons. [22]

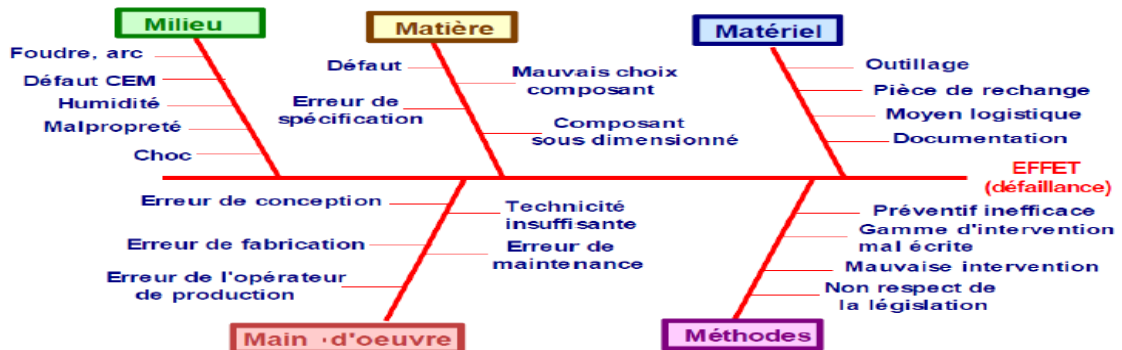


Figure III.4 : Représentation diagramme d’ISHIKAWA.

III.6.5 Les étapes de construction du diagramme d’Ishikawa :

Étape 1 : Nommer le problème

Commencez par identifier « l’effet » à étudier. Le plus souvent, il s’agit d’un problème à résoudre, mais il peut aussi s’agir d’un objectif à atteindre.

Étape 2 : Lister les causes possibles lors d’un brainstorming

Pour dresser cette liste, menez un brainstorming avec des personnes de différents services de l’entreprise, aux compétences complémentaires. Vous en retirez différentes causes qui influencent votre problématique.

Étape 3 : Utiliser les 5 M pour classer les causes

Répertoriez les problèmes évoqués avec la méthode des 5 M et le diagramme d’Ishikawa. Chaque famille de causes forme une arête du poisson d’ISHIKAWA.

Étape 4 : Évaluer les branches qui ont le plus d’impact

Il s’agit de définir les M (les familles) qui ont le plus d’impact pour hiérarchiser les étapes du projet ou les actions correctives.

Étape 5 : Construire le diagramme

Le schéma est la synthèse de la méthode des 5 M, qui est avant tout un moyen mnémotechnique pour ne pas passer à côté d’un axe de réflexion. [22]

III.6.6 Construction du diagramme :

- Faire une flèche horizontale, pointant vers la droite, vers le problème identifié ou l'objectif,
- Définir les M (familles) et tracer les arêtes, une par M, de part et d'autre de la ligne horizontale,
- Regrouper les idées du brainstorming dans chaque M correspondant,
- Placer des traits sur chaque arête, un par idée ou problème évoqué, en rapport avec chaque M,
- Des flèches peuvent partir de ces traits-problèmes pour y inscrire les causes.[22]

III.7 CONCLUSION :

Pour réduire le temps des pannes des systèmes électromécaniques, il est nécessaire de connaître la nature des défauts et leurs causes.

Dans ce chapitre, nous avons expliqué plusieurs méthodes qui nous permis d'analyser les défaillances des systèmes, Parmi ces méthodes nous avons distingué et détaillé : la méthode ABC, La méthode AMDEC, La méthode QQQCP et la méthode ISHIKAWA.

Chapitre IV

Présentation de l'entreprise

IV.1 GENERALITE SUR L'ENTREPRISE (SONELGAZ) :

IV.1.1 Introduction :

Dans le monde les besoins en énergie s'accroissent considérablement, Parmi les sociétés énergétiques, La Société National d'Electricité et du Gaz SONELGAZ, qui a pour Vocation : la production, le transport, la distribution de l'énergie électrique, le transport et la distribution du gaz par canalisation. SONELGAZ a pour objectif la continuité de service avec une meilleure qualité de service satisfaisant ces clients.

Cette société a subi plusieurs changements vis-à-vis de son organisation et notamment son appellation, elle est passée d'une société qui avait le monopole de la production, le transport et la distribution de l'électricité et du gaz à une société par action.

Ce changement de statut a donné à SONELGAZ la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie et aussi d'être présente par son produit hors des frontières nationales.

IV.1.2 Une brève histoire de la fondation SONELGAZ :

SONELGAZ est l'opérateur historique dans le domaine de la fourniture des énergies électriques et gazières en Algérie.

Sa contribution dans la concrétisation de la politique énergétique nationale est à la mesure des importants programmes de réalisation en matière d'électrification rurale et de distribution publique gaz, qui ont permis de hisser le taux de couverture en électricité à près de 98% et le taux de pénétration du gaz naturel à 43%.

➤ Les débuts de l'électricité en Algérie :

Au début du 20^{ème} siècle, 16 sociétés se partageaient les concessions électriques en Algérie, le groupe Lebon (Compagnie Centrale d'éclairage par le Gaz) et la Société algérienne d'éclairage et de force (SAEF) au centre et à l'ouest, la Compagnie Du Bourbonnais à l'est ainsi que les usines Lévy à Constantine.

Par décret du 16 août 1947, ces 16 compagnies concessionnaires sont transférées à EGA. Elles détenaient alors 90% des propriétés industrielles électriques et gazières du pays. 1962 -1969 Soutenir le développement économique et social de l'Algérie La prodigieuse trajectoire de cette grande entreprise nationale reflète celle de la nation algérienne qui, depuis son accession à l'indépendance en 1962, a su mobiliser ses efforts pour réorganiser son économie et répondre aux nombreux besoins sociaux d'une population à forte croissance.

➤ **1969 Création de SONELGAZ :**

C'est l'ordonnance N°69-59 du 28 juillet 1969 qui dissout l'établissement public d'Electricité et Gaz d'Algérie (EGA), issu des lois françaises de nationalisation de 1947, et promulgue les statuts de la Société Nationale de l'Electricité et du Gaz (SONELGAZ).

En 1969 SONELGAZ était déjà une entreprise de taille importante dont le personnel est de quelque 6000 agents. Elle desservait 700 000 clients.

Dès sa mise en place, l'entreprise a effectué, outre la vente d'énergie, l'installation et l'entretien d'appareils domestiques fonctionnant à l'électricité ou au gaz.

Elle s'est attachée à promouvoir l'utilisation du gaz naturel et de l'électricité dans les secteurs industriel, artisanal et domestique.

➤ **1977 Plan National d'Electrification**

A partir de 1977, son action s'est concentrée sur le programme d'électrification totale du pays.

Ainsi, elle a largement contribué à la modernisation de l'économie et à l'amélioration des conditions de vie des citoyens en Algérie.

➤ **1983 Première restructuration : naissance des filiales travaux**

SONELGAZ s'est restructurée une première fois et a donné naissance à cinq (05) entreprises travaux spécialisés ainsi qu'une entreprise de fabrication :

- KAHRIF pour l'électrification rurale.
- KAHRAKIB pour les infrastructures et installations électriques.
- KANAGHAZ pour la réalisation des réseaux gaz.
- INERGA pour le Génie Civil.
- ETTERKIB pour le montage industriel.

AMC pour la fabrication des compteurs et appareils de mesure et de contrôle.

C'est grâce à ces sociétés que dispose actuellement d'infrastructures électriques et gazières répondant aux besoins du développement économique et social du pays.

➤ **1991 Un nouveau statut pour SONELGAZ :**

SONELGAZ devient Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) en 1991.

Le décret exécutif N° 95-280 du 17 septembre 1995 confirme la nature de SONELGAZ en tant qu'Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial placé sous tutelle du Ministre chargé de l'énergie et des mines et doté de la personnalité morale tout en jouissant de l'autonomie financière.

➤ **2002 La transformation en SPA :**

Suite à la promulgation de la loi N°02/01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisations, SONELGAZ devient Société Algérienne de l'Electricité et du Gaz, une Société par Actions (SPA).

Ce statut lui donne la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie et aussi d'intervenir hors des frontières de l'Algérie.

En tant que SPA, elle doit détenir un portefeuille d'actions et autres valeurs mobilières et a la possibilité de prendre des participations dans d'autres sociétés.

Cela annonce l'évolution de 2004 où ; SONELGAZ devient un Groupe Industriel.

➤ **2004 - 2006 Le Groupe SONELGAZ :**

En 2004, SONELGAZ devient une holding de sociétés. Une partie de ses entités en charge de ses métiers de base sont érigées en filiales assurant ces Activités :

Société Algérienne de Production de l'Electricité (SPE).

Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE).

Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport du Gaz (GRTG).

➤ **En 2006, cinq (05) autres sociétés sont créées. Il s'agit de :**

Opérateur du Système Electrique (OS), chargé de la conduite du système Production / Transport de l'électricité.

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz d'Alger (SDA).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre (SDC).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Est (SDE).

Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest (SDO).

Durant cette même année, les cinq (05) entreprises travaux ont réintégré le Groupe.

Au-delà de cette évolution, assurer le service public reste la mission essentielle de SONELGAZ et constitue le fondement de sa culture d'entreprise.

➤ **2007 - 2009 Parachèvement de la restructuration : Le renouveau :**

Réorganiser pour mieux progresser, telle est la démarche poursuivie par le Groupe SONELGAZ durant ces dernières années, l'enjeu étant la qualité du service rendu à la clientèle ; un projet mûri au sein de l'entreprise, pour aboutir à la finalisation de son organisation en Groupe

Industriel (maison mère / filiales) constitué de trente- trois (33) filiales et de six (06) sociétés en participation directe.

Cette période reste marquée par la détermination de SONELGAZ à faire plus et mieux, en mobilisant des financements importants afin de développer et renforcer ses infrastructures électriques et gazières.

La dynamique d'investissement a concerné tous les métiers et toutes les zones géographiques, pour assurer un approvisionnement en énergie et assurer un service de qualité à la clientèle.

➤ **2011 - Amendement des statuts de SONELGAZ :**

Les statuts de SONELGAZ, adoptés en 2002, ont été révisés et approuvés par le conseil des Ministres, le lundi 2 mai 2011 et deviennent, de ce fait, en conformité avec le dispositif de la loi N°02 - 01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et la distribution du gaz par canalisations.

Désormais, SONELGAZ. Spa est organisée en "société holding" sans création d'une personne morale nouvelle et prend la dénomination de SONELGAZ. Par ailleurs, la société holding et ses sociétés filiales forment un ensemble dénommé "Groupe SONELGAZ".

Dans les statuts amendés, SONELGAZ conserve le rôle de détenteur du portefeuille des actions constituant le capital social de ses filiales.

Les conseils d'administration des filiales, constituent les relais incontournables permettant à la société holding de suivre et d'orienter le pilotage des filiales.

IV.2 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE GRTE (GHARDAÏA) :

IV.2.1 Introduction :

Le poste 220/60kV Ghardaïa est un poste classique type extérieur, gardienné, télécommandé à partir du PCG (Poste de Commande Groupé) Ghardaïa et le CRC/HM (Centre Régional de Conduite de Hassi Messaoud), il comprend trois niveaux de tension 220kV, 60kV et 30kV appartient à la région du transport de l'électricité Hassi Messaoud.

Il permettra le renforcement de la sécurité d'alimentation en énergie électrique de la région de Ghardaïa (clientèle domestique, agricole et industrielle) et contribuera au renforcement de l'interconnexion du réseau 220kV entre Hassi Messaoud et le nord du pays, il a été mis en service le 02/10/2002 avec la 1er génération contrôle commande numérique (CCN) type SINAUT (SIEMENS).

IV.2.2 Présentation de l'entreprise GRTE (GHARDAÏA) :

L'entreprise Algérienne de la Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité, dénommée GRTE. Spa, filiale du Groupe SONELGAZ, a été créée le 1er janvier 2004, conformément à loi n° 02-01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz et enregistrée sous l'appellation « SONELGAZ Transport de l'Electricité, GRTE Spa ». La raison sociale de l'entreprise devient en février 2009, « Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Electricité, dénommée GRTE Spa », Société par Actions au capital de 40.000.000.000 DA. GRTE est chargé de l'exploitation, de la maintenance et du développement du réseau de transport de l'électricité, en vue de garantir une capacité adéquate par rapport aux besoins de transit et de réserve en électricité. GRTE assure ses activités à travers une direction centrale et cinq directions Régionales : Alger, Oran, Sétif, Annaba et Hassi Messaoud. Ces régions, à travers 24 services de transport répartis sur le territoire national assurent une maintenance de proximité et la relation directe avec les clients HT/THT.

GRTE Assure la gestion d'un réseau interconnecté au nord du pays, avec des interconnexions internationales (Tunisie et Maroc) et d'un réseau isolé au sud. Les utilisateurs du réseau sont les centrales électriques, les sociétés de distributions de l'électricité et clients HT/THT ainsi que pour les échanges internationaux à travers les interconnexions.

GRTE exploite un réseau composé de :

- 25 147 km de lignes dont 2 547 km en 400 kV
- 283 postes (dont 12 en 400 KV) dotés d'une capacité de transformation de 48 806 MVA à travers 773 transformateurs et cabines mobiles
- Un réseau de fibre optique de 16 095,7 km. GRTE assure le transit pour les Sociétés de distribution d'électricité (y compris les clients industriels qui sont des clients de ces sociétés de distribution).

IV.2.3 Organisation GRTE :

Gestionnaire du Réseau de Transport Electrique, a pour mission d'assurer l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau de transport de l'électricité en vue de garantir une capacité adéquate par rapport aux besoins de transit et de réserve.

La réorganisation de Sone gaz Transport de l'Electricité est une opération engagée depuis l'année 2004 date de la création du GRTE comme filiale du groupe.

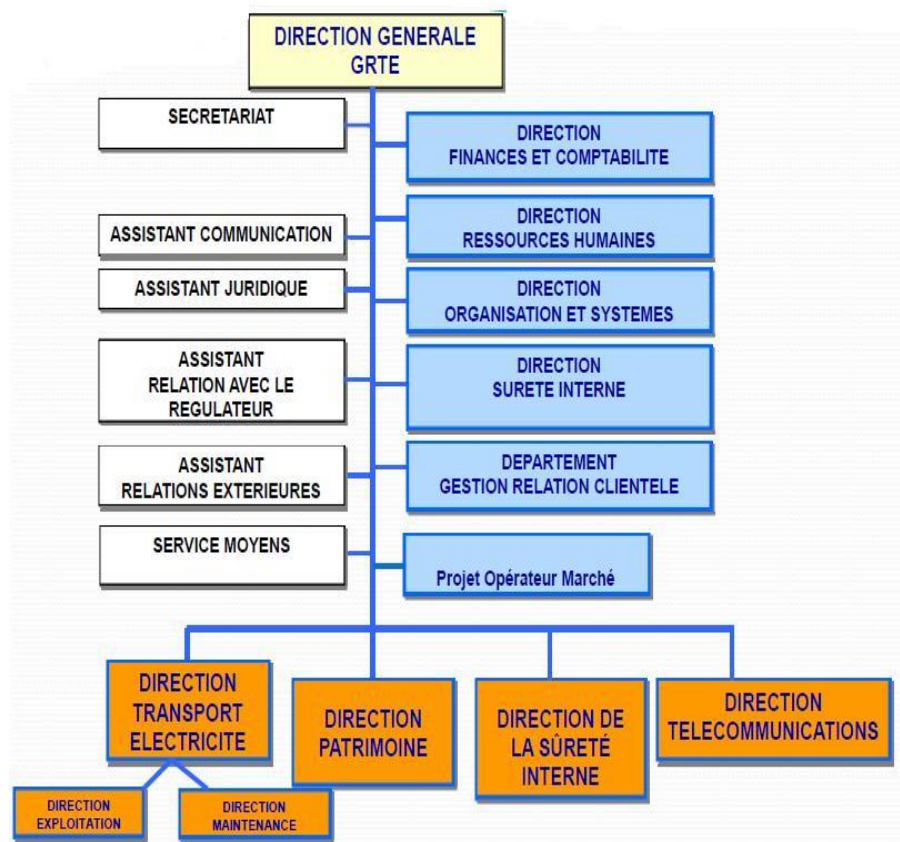


Figure IV.1: Organigramme générale de GRTE.

IV.2.3.1 Carte réseau de la région Hassi Messaoud :

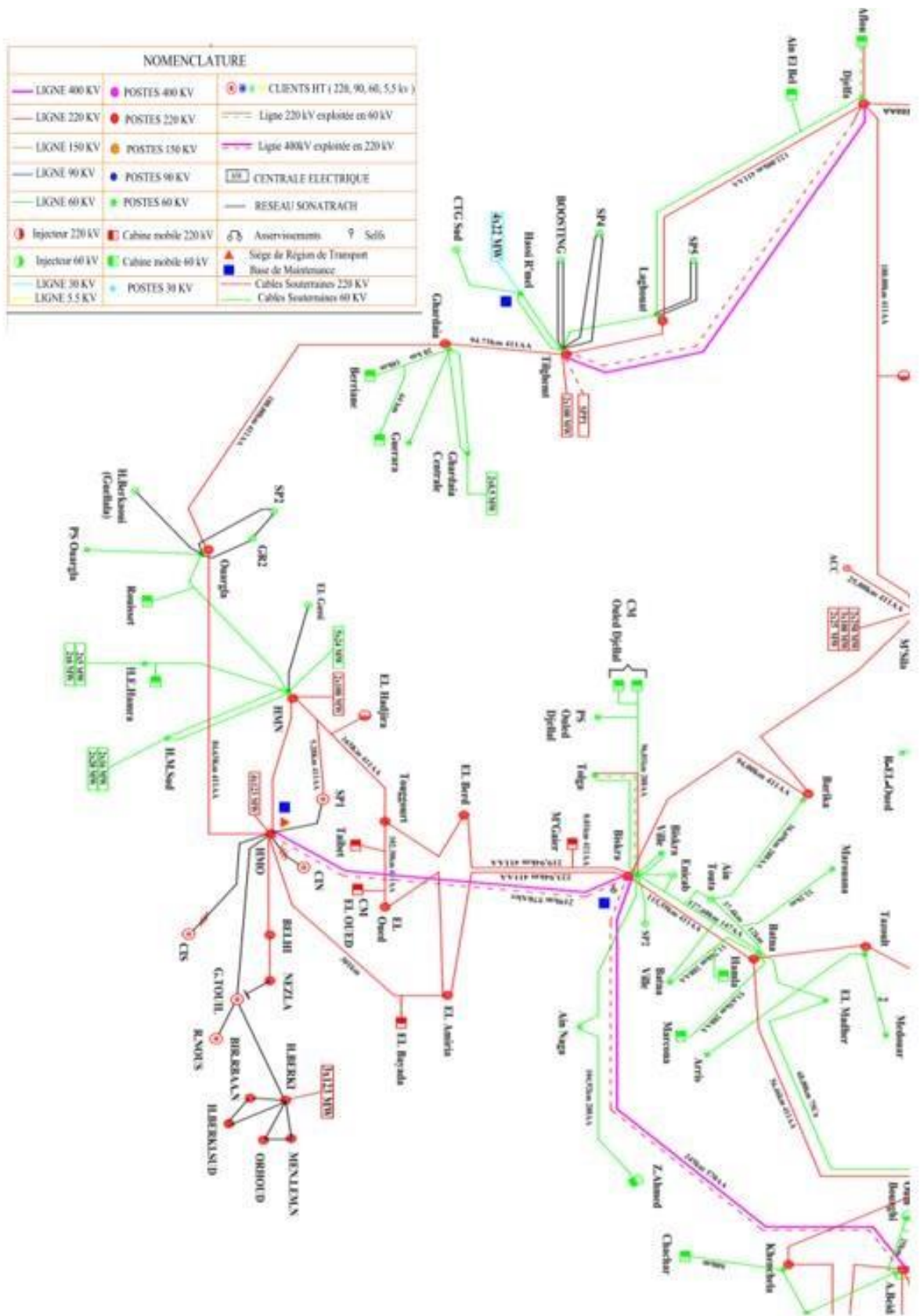


Figure IV.2: Carte réseau de la région Hassi Mssoud.

IV.2.3.2 Poste GRTE de Ghardaïa :

Le poste de transformation THT/HTB/MT 220/60/30 kv situé à bouhraoua w.Ghardaia il occupe une superficie de 4.12 ha. Ce poste est réalisé par l'entreprise kahrakib (entreprise nationale de travaux et montage électrique) elle est mit en service contractuel en février 2001 et à partir de 02 octobre 2002 elle est exploitée.

Ce projet a permis le renforcement de la sécurité d'alimentation en énergie électrique de la région de Ghardaïa (clientèle domestique agricole et industrielle) et contribuera au renforcement de l'interconnexion du réseau 220 kv entre Hassi Messaoud et le nord de pays.

Il contient :

- Un étage de 220kv composé de :
 - 01 jeux de barre 220 kv -3000 A,
 - 04 travées ligne 220 kv ,
 - 02 transformateurs 220/60/10.5 kv,
 - 01 travée de sectionnement de barre,
- Un étage de 60 kv composé de :
 - 02 jeux de barres 60 kv,
 - 01 travée couplage,
 - 02 arrivées transformateurs 220/60 kv,
 - 04 travées ligne 60 kv,
 - 02 travées transformateur 60/30 kv,
- Un étage de 30 kv composé de :
 - 02 cellules arrivées transformateur,
 - 01 cellule couplage 30 kv,
 - 14 cellules de départs 30 kv,
 - 01 jeux de barre 30 kv ,
- Un ensemble de infrastructure composé de :
 - 02 bâtiments de commande THT/HTB annexes auxiliaires,
 - 01 bâtiment de commande 30 kv et auxiliaires,

- 08 bâtiments de reliaage,
- 01 local pour groupe électrogène de secoure,
- 02 sales batteries,

IV.2.3.2.1 Adresse et coordonnées du poste siège de notre étude :

- POSTE 220/60/30KV BOUHRAOUA GHARDAIA
- TEL : 029 25 93 62
- FAX : 029 25 93 60
- HF (Haute Fréquence) : 140 / 142

IV.2.3.2.2 Plan de situation poste 220 /60/30kV :

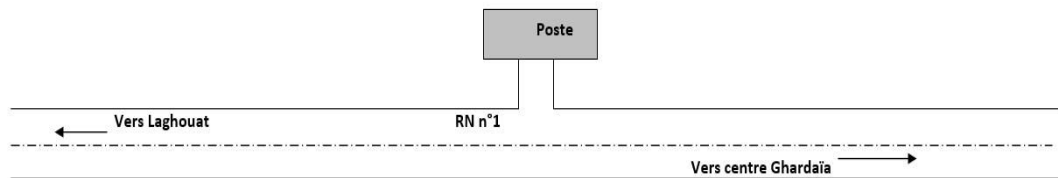


Figure IV.3 : situation poste 220 /60/30kv de Ghardaïa.

IV.2.3.2.3 Description de poste de Ghardaïa :

La figure suivante représente la description de poste de Ghardaïa :

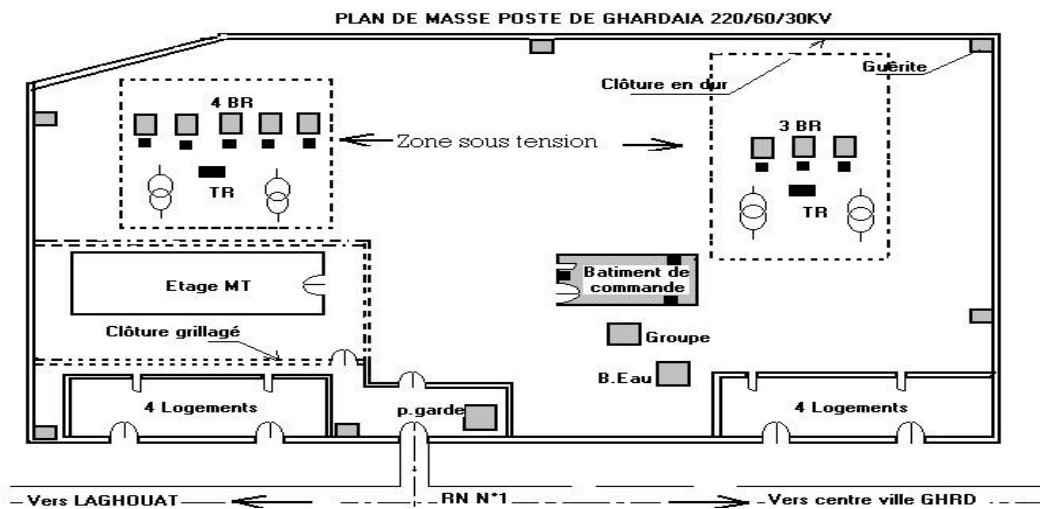


Figure IV.4 :Description de poste Ghardaïa.

IV.2.3.2.4 Schéma unifilaire du poste :

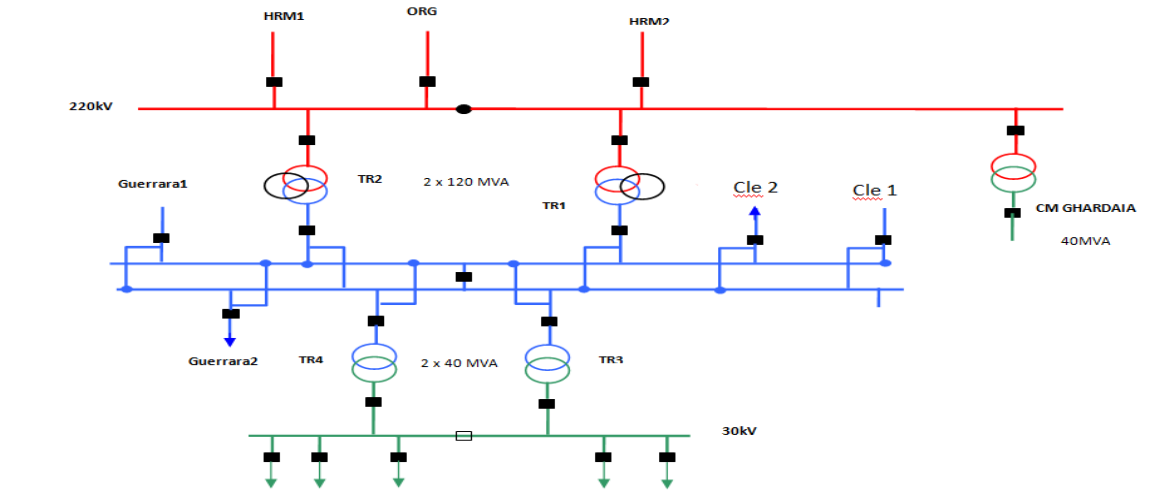


Figure IV.5: Schéma unifilaire du poste.

IV.2.4 Les principales fonctions dans l'installation :

Le poste contient des transformateurs d'énergie qui assurent l'alimentation de la Wilaya de Ghardaïa par l'énergie électrique produit par les groupements de production de Hassi R'mel et Hassi Messaoud. L'énergie transformée est de quatre niveaux de tension :

- 220 kv pour l'alimentation du poste à travers des ligne THT Tilghemt et Ouargla.
- 60 kv pour l'alimentation de l'étage 60 kv.
- 30 kv utilisé pour l'alimentation des clients MT et les départ SDC
- 10.5 kv pour l'alimentation des auxiliaires poste à travers des transformateurs des services auxiliaires (10.5 kv/380-220 v).

Le poste est contrôlé et commandé par un système informatique puissant, qui contient des systèmes de surveillance, de traitement et de protection. La liaison entre les capteurs d'informations et l'unité de traitement est en fibre optique.

Le poste est géré par un service technique de transport électrique qui exploité le réseau dans la région.

IV.2.5 Les postes électriques :

On distingue, suivant les fonctions qu'ils assurent, plusieurs types de poste :

IV.2.5.1 Les postes à fonction d'interconnexion :

Qui comprennent à cet effet un ou plusieurs points communs triphasés appelés jeu de barres, sur lesquels différents départs (lignes, transformateurs, etc...) de même tension peuvent être aiguillés.

IV.2.5.2 Les postes de transformation :

Dans lesquels il existe au moins deux jeux de barres à des tensions différentes liés par un ou plusieurs transformateurs.

IV.2.5.3 Les postes mixtes :

Les plus fréquents, qui assurent une fonction dans le réseau d'interconnexion et qui comportent en outre un ou plusieurs étages de transformation.

Les actions élémentaires inhérentes aux fonctions à remplir sont réalisées par l'appareillage à haute et très haute tension installée dans le poste et qui permet :

- D'établir ou d'interrompre le passage du courant, grâce aux disjoncteurs.
- D'assurer la continuité ou l'isolement d'un circuit grâce aux sectionneurs.
- De modifier la tension de l'énergie électrique, grâce aux transformateurs de puissance.

Un ensemble de protection et d'automates contrôle les grandeurs électriques réduites, élaborées par des réducteurs de mesure (tension et courant principalement) et agit sur l'appareillage à haute tension afin d'assurer les conditions d'exploitation pour lesquelles le réseau a été conçu.

Nous retiendrons donc que par définition les appareils de coupure, ainsi que l'appareillage de mesure et de protection propre à un départ, sont regroupés dans une cellule.

Un poste comporte donc autant des cellules que de départs qui sont raccordés à ses jeux de barres.

En outre, les jeux de barres sont susceptibles de constituer plusieurs nœuds électriques par l'ouverture de disjoncteurs, on appelle alors sommets d'un poste caractérise ainsi son aptitude à former des nœuds électriques.

IV.2.5.4 Les cabines mobiles :

C'est une sous-station électrique montée sur des remorques mobile pour qu'elle soit transportable d'un site pour les besoins urgents de l'exploitation.

Elle est constituée d'un module tête blindé (une travée ligne), une remorque HT (le transformateur de puissance) et un module MT.



Figure IV.6: Remorque HT220/60-30kv.

IV.2.6 Fonction des postes :

Les postes assurent les fonctions fondamentales suivantes :

- Raccordement des Centrales électriques.
- Interconnexion Régionale et internationale.
- Répartition de l'énergie.
- Transformation de la tension de l'énergie.
- Des réactances et Batteries Condensateur de compensation de l'énergie réactive.
- Protection des réseaux électriques.

IV.2.7 Les différents éléments d'un poste électrique :

On distingue parfois les éléments d'un poste en « éléments primaires » (les équipements haute tension) et « éléments secondaires » (équipements basse tension).

Parmi les équipements primaires, on peut citer :

- Transformateur de puissance électrique
- Autotransformateur électrique.
- Disjoncteur à haute tension.
- Sectionneur.
- Sectionneur de mise à la terre.

- Parafoudre.
- Jeux de barres.

Parmi les éléments secondaires, on peut citer :

- Relais de protection
- Equipements de surveillance.
- Equipements de contrôle.
- Système de télé conduite.
- Equipements de télécommunication.
- Comptage d'énergie.

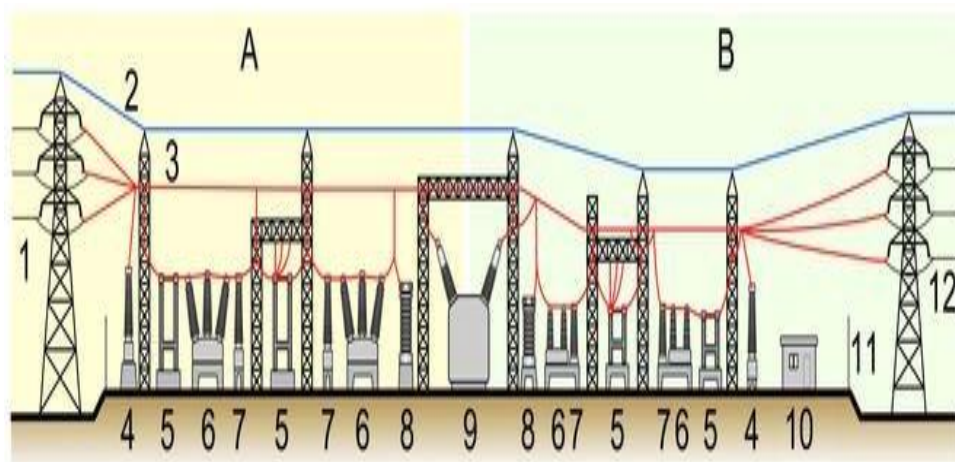


Figure IV.7: Les différents éléments dans un poste électrique.

A : coté primaire

1. Ligne électrique
2. Câble de garde
3. Ligne électrique
4. Transformateur de tension
5. Sectionneur
6. Disjoncteur

B : coté secondaire

7. Transformateur de courant
8. Parafoudre
9. Transformateur de puissance
10. Bâtiment secondaire
11. Collecteur
12. Ligne secondaire

IV.2.8 Le schéma unifilaire du poste de Ghardaïa :

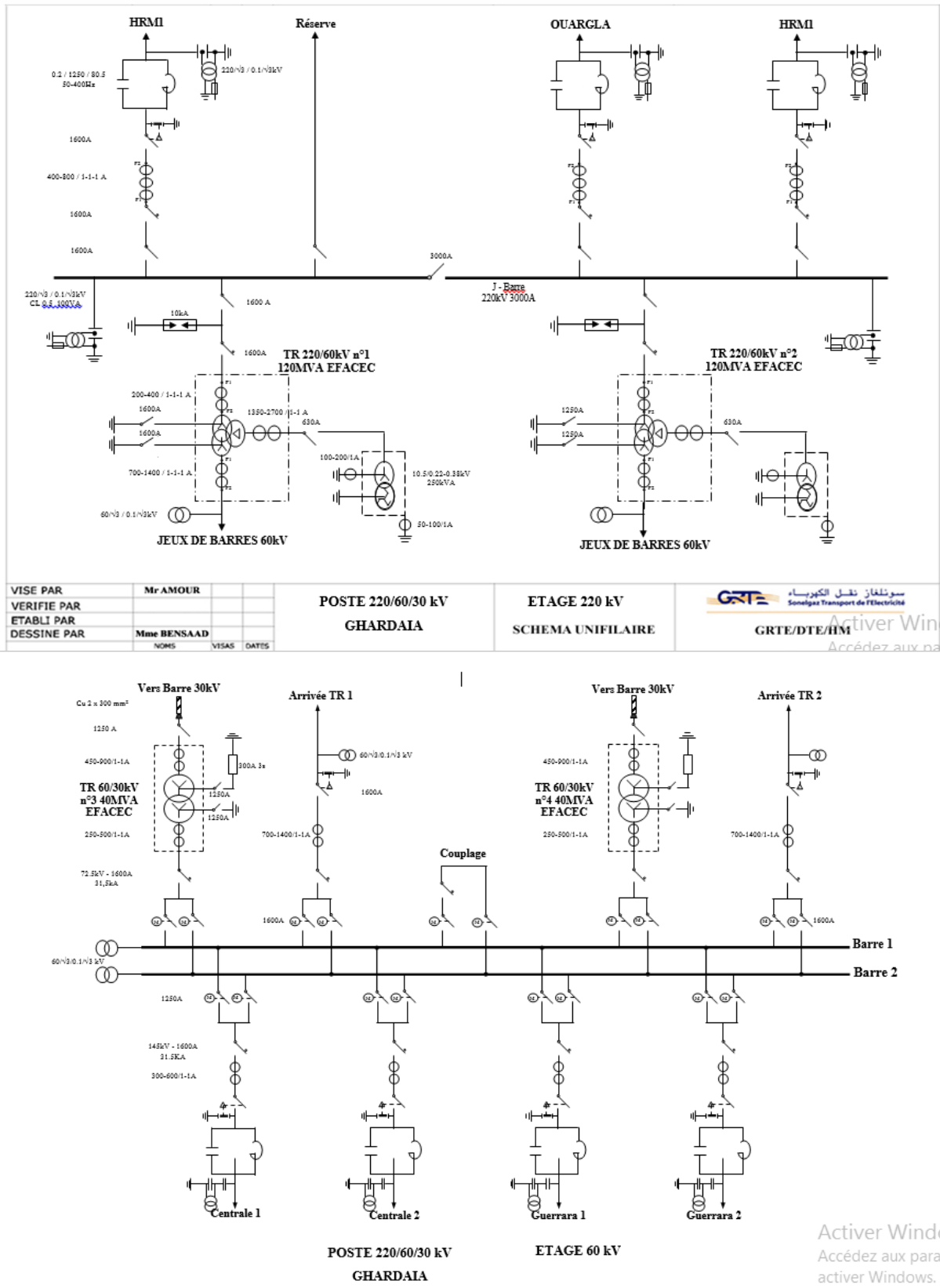


Figure IV.8: Schéma unifilaire de poste du Ghardaïa.

Chapitre V

Application des outils d'analyse sur les données de l'entreprise

V.1 INTRODUCTION :

Généralement, pour appliquer les outils d'analyse de la fiabilité d'un système (courbe ABC, AMDEC,...etc.), nous nous trouverons obligés d'avoir son historique des pannes. Dans notre travail, nous avons choisi un système électromécanique appartenant au réseau national de transport d'énergie électrique représenté par la travée 60KV du poste 220 /60kV Ghardaïa et ce à cause de sa stratégie importante par rapport au réseau national et local THT/HT.

Dans notre travail, nous avons choisi précisément la travée 60 kV Ghardaïa-Grrara 1 parce qu'elle est classée par GRTE et par l'OS (opérateur système) comme une ligne stratégique importantes.

V.2 HISTORIQUE DES PANNES DU TRAVEE 60 KV :

Le tableau suivant résume l'historique des pannes de la travée 60kV Grrera 1 au niveau du poste GRTE Ghardaïa entre l'année 2017 et l'année 2020 (4 ans).

Tableau V.1: Historique des anomalies de la GRTE. [12]

N°	Désignation de l'anomalie	Date de signalisation	Date de la levée
1	Blocage de la protection de distance 7SA 511	28.12.2020	28.12.2020
2	La commande de sectionneur de barre 60 kV N°2 ne fonctionne pas à distance au niveau CCN	05.08.2020	05.08.2020
3	La protection PP1 (7SJ511) ne communique pas avec CCN	02.06.2020	02.06.2020
4	Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	02.07.2019	02.07.2019
5	Dure mécanique sur sectionneur de barre N°01 et N°02, STL et Sectionneur de mise à la terre (MALT)	30.07.2019	30.07.2019
6	Baisse SF6 sur Disjoncteur 60KV	30.07.2019	30.07.2019
7	Baisse SF6 sur Disjoncteur 60KV	15.07.2019	15.07.2019

8	Trace d'amorçage et fusionnement Raccord câble sectionneur tête de ligne PH04.	21.04.2019	21.04.2019
9	Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	02.07.2019	02.07.2019
10	Dure mécanique sur sectionneur de barre N°01 et N°02, STL et Sectionneur de mise à la terre (MALT)	30.07.2019	30.07.2019
11	Manque courant continu sur la protection complémentaire	02.05.2019	02.05.2019
12	Trace d'amorçage et fusionnement Raccord câble sectionneur tête de ligne PH04.	21.04.2019	21.04.2019
13	Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	02.07.2019	02.07.2019
14	Mauvaise fermeture sectionneur de barre 60KV N°02	06.03.2019	06.03.2019
15	Moteur réarmement ressort cde disjoncteur 60KV défectueux	27.05.2019	27.05.2019
16	Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	02.07.2019	02.07.2019
17	Mauvaise fermeture sectionneur de barre 60KV N°02	06.03.2019	06.03.2019
18	cisaillement rotule de commande sectionneur de mise à la terre (MALT) Travée	16.03.2018	16.03.2018
19	Mesure de puissance P et Q sur départ en défaut et comptage à vérifier	06.06.2018	06.06.2018
20	Moteur réarmement ressort cde disjoncteur 60KV défectueux	27.05.2018	27.05.2018
21	Apparition alarme protection PP1 7SG511 sur CCN	05.08.2018	05.08.2018
22	Moteur réarmement ressort cde disjoncteur 60KV défectueux	27.05.2018	27.05.2018

23	Mesure erroné sur unité de travée (REC 316) constaté ce jour	13.06.2017	13.06.2017
24	Sectionneur barre 60kv N°02 Travée GHD-CL1 ne fonctionne pas (électrique et mécanique)	21.11.2017	21.11.2017
25	Apparition signalisation réenclenché bloqué sur travée	21.02.2017	21.02.2017
26	Sectionneur barre 60kv N°02 Travée GHD-CL1 ne fonctionne pas (électrique et mécanique)	21.11.2017	21.11.2017
27	Télécommande du sectionneur de barre 60 kv N°1 et 2 ne Fonctionne pas au niveau CCN et au niveau BR (bâtiment de reliage)	21.11.2017	21.11.2017

V.3 APPLICATION DES METHODES D'ANALYSE :

V.3.1 Application de la loi de Pareto (la courbe ABC) :

Pour appliquer la méthode ABC, il doit classer en premier temps les pannes de la travée par ordre décroissant en suite calculer leurs cumuls et leurs pourcentages et calculer en deuxième temps le cumul et le pourcentage de la fréquence des pannes et mettre toutes les données dans le tableau suivant :

Tableau V.2 : L'analyse ABC (Pareto).

	Les anomalies	N ^{bre} pannes	Temps d'arrêt (heurs)	Cumul N ^{bre} pannes	Cumul de Temps d'arrêt	Cumul de Temps d'arrêt en (%)	Cumul N ^{bre} de pannes en (%)
1	La protection PP1 (7SJ511) ne communique pas avec CCN	1	53	1	53	20.30	3.70
2	Télécommande du sectionneur de barre 60 kV N°1 et 2 ne fonctionne pas au niveau CCN et au niveau du BR (bâtiment de reliage)	1	48	2	101	38.69	7.40
3	La commande de sectionneur de barre 60 kV N°2 ne fonctionne pas à distance au niveau du CCN	1	43	3	144	55.17	11.11

4	Blocage de la protection de distance 7SA 511	1	36	4	180	68.96	14.18
5	Cisaillement rotule de commande sectionneur de mise à la terre (MALT)	1	17	5	197	75.47	18.51
6	Sectionneur de barre 60kV N°02 ne fonctionne pas (électrique et mécanique)	2	15	7	212	81.22	25.92
7	Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux	4	9	11	221	84.64	40.74
8	Trace d'amorçage et fusionnement Raccord câble sectionneur tête de ligne PH04.	2	8	13	229	87.73	48.14
9	Moteur réarmement ressort cde disjoncteur 60KV défectueux	3	8	16	237	90.80	59.25
10	Mauvaise fermeture du sectionneur de barre 60KV N°02	2	7	18	244	93.48	66.66

11	Dure mécanique sur sectionneur de barre N°01 et N°02, Sectionneur tête de ligne (STL) et Sectionneur de mise à la terre (MALT)	2	6	20	250	95.78	74.07
12	Baisse pression gaz SF6 sur Disjoncteur 60KV	2	5	22	255	97.70	81.48
13	Apparition alarme protection PP1 7SG511 sur CCN	1	2	23	257	98.46	85.18
14	Mesure erroné sur unité de travée	1	1	24	258	98.85	88.88
15	Apparition signalisation réenclencheur bloqué	1	1	25	259	99.23	92.59
16	Manque courant continu sur la protection complémentaire	1	1	26	260	99.61	96.29
17	Mesure de puissance P et Q sur départ en défaut et comptage à vérifier	1	1	27	261	100	100

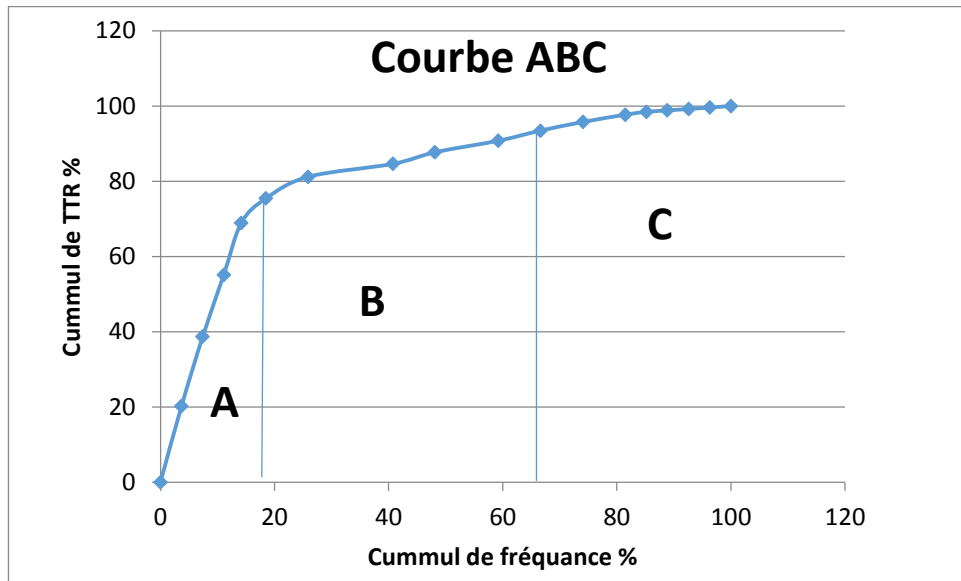


Figure V.1: courbe de Pareto.

Interprétation de la courbe :

D'après cette figure, on observe que la courbe ABC contient trois zones :

Zone "A" : les **75.47%** des heures d'arrêt à cause des pannes représentent **18.51%** de fréquence de ces pannes, ce qui veut dire que ces éléments sont les plus perturbés par rapport aux autres (représente un temps d'arrêt élevé relativement) :

Zone "B" : les **18.01%** des heures d'arrêt à cause des pannes représentent **48.15%** de fréquence de ces pannes.

Zone "C" : les **6.52%** des heures d'arrêt à cause des pannes représentent **33.34%** de fréquence de ces pannes.

V.3.2 Application de la méthode AMDEC :

L'évaluation par la méthode AMDEC sera plus détaillé en appuyant sur trois facteurs la Gravité, la Fréquence et la difficulté de la Détection des défaillances pour calculer le paramètre indicateur de l'importance de ces toutes ces défaillances ou pannes qui est la Criticité.

A cet effet, une feuille d'analyse AMDEC a été réalisé Selon les mêmes données de la source précédente.

Tableau V.3 : fréquence des anomalies.

Fréquences (O)	
1	$1 \geq$ défaillance par ans
2	$10 \geq$ défaillance par ans >1
3	$28 \geq$ défaillance par ans >10
4	défaillance par ans > 28

Tableau V.4: Probabilités de non détection de défaillance.

Probabilités de non détection (D)	
1	Visite par operateur
2	Détection assurée par un agent de maintenance
3	Détection difficile
4	Indésirable

Tableau V.5: La gravité.

La gravite (G)	
1	Pas d'arrêt de fonctionnement
2	Arrêt ≤ 1 heure
3	$1 \text{ heure} < \text{Arrêt} \leq 1 \text{ jour}$
4	Arrêt $> 1 \text{ jour}$

Tableau V.6 : Niveaux de la criticité.

Niveaux de criticité	Action corrective a engagé
$1 \leq C < 10$ Criticité négligeable	Aucune modification de conception maintenance correctif
$10 \leq C < 20$ Criticité moyenne	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
$20 \leq C < 40$ Criticité élevée	Révision de la conception des sous-ensembles et du choix des éléments de surveillance particulière de la maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
$40 \leq C < 64$ Criticité interdit	Remise en cause complète de la conception

Tableau V.7: Feuille d'analyse AMDEC.

Mode	Défaillances	Effet	Criticités				Action corrective à mener
	Cause		O	D	G	C	
Blocage de la protection de distance 7SA 511	Dégradation étanchéité	Energie non distribuée Dégât matériel	1	3	3	9	Aucune modification de conception maintenance correctif
La commande de sectionneur de barre 60 kV N°2 ne fonctionne pas à distance au niveau CCN	Problème électrique de commande (mauvais contact)	Refuse ouverture	1	2	3	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
La protection PP1 (7SJ511) ne communique pas avec CCN	Déconnexion installation de commande (Manque des informations)	Travée non protégée	1	1	2	2	Aucune modification de conception maintenance correctif

Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	Corrosion	difficulté de réarmement ressort commande disjoncteur (réarmement Manuel	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Baisse SF6 sur Disjoncteur 60KV	Fuite de Gaz	Risque d'explosion disjoncteur	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique

Trace d'amorçage et fusionnement Raccord câble sectionneur tête de ligne PH04	Amorçage	Travée non protégée	2	2	2	8	Aucune modification de conception maintenance correctif
Dure mécanique sur sectionneur de barre N°01 et N°02, STL et Sectionneur de mise à la terre (MALT)	Dure mécanique	Refuse ouverture et fermeture	2	3	3	18	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Manque courant continu sur la protection complémentaire	Déconnexion installation de commande (mauvais serrage)	Travée non protégée	1	3	2	6	Aucune modification de conception maintenance correctif

<p>Télécommande du sectionneur de barre 60 kv N°2 ne Fonctionne pas au niveau CCN et au niveau BR (batiment de reliage)</p>	<p>Problème électrique de commande</p>	<p>Refuse ouverture</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>9</p>	<p>Aucune modification de conception maintenance correctif</p>
<p>Mauvaise fermeture sectionneur de barre 60KV N°02</p>	<p>Problème mécanique</p>	<p>Refuse de fermeture</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>18</p>	<p>Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique</p>

Moteur réarmement ressort de disjoncteur défectueux	Amorçage induit moteur ou usure des balais	difficulté de réarmement ressort commande disjoncteur (réarmement Manuel)	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Cisaillement rotule de commande sectionneur de mise à la terre (MALT) Travée	Problème mécanique	Refuse fermeture et ouverture	1	3	3	9	Aucune modification de conception maintenance correctif
Mesure de puissance P et Q sur départ en défaut et comptage à vérifier	Problème de mesure erroné	Billon puissance erroné	1	3	2	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Apparition alarme protection PP1 7SG511 sur CCN	Déconnexion installation de commande	Installation non protégée	1	3	2	6	Aucune modification de conception maintenance correctif

Mesure erroné sur unité de travée (REC 316) constaté ce jour	Problème de mesure erroné	Billon puissance erroné	1	3	2	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Apparition signalisation réenclencheur bloqué sur travée	Paramétrage de protection	Réenclench eur en défaut	1	3	2	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Sectionneur barre 60kv N°02 Travée GHD-CL1 ne fonctionne pas	Dure mécanique ou Problème électrique de commande	Refuse fermeture et ouverture	2	3	3	18	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique

V.3.2.1 Classification des éléments par leur criticité :Tableau V .8 : *Classification des Criticités.*

Les anomalies	Criticité	Maintenance appliquée
Blocage de la protection de distance 7SA 511	18	Maintenance préventive
télécommande du sectionneur de barre 60 kv N°2 ne Fonctionne pas au niveau CCN et au niveau BR (bâtiment de reliage)	18	
Sectionneur barre 60kv N°02 ne fonctionne pas	18	
Baisse pression gaz SF6 sur Disjoncteur 60KV	12	
La commande de sectionneur de barre 60 kV N°2 ne fonctionne pas à distance au niveau CCN	12	
Dure mécanique sur sectionneur de barre N°01 et N°02, sectionneur tête de ligne (STL) et Sectionneur de mise à la terre (MALT)	9	Maintenance correctif
Mauvaise fermeture sectionneur de barre 60KV N°02	9	
cisaillement rotule de commande sectionneur de mise à la terre (MALT)	9	
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur 60KV défectueux.	6	
Manque courant continu sur la protection complémentaire	6	
Moteur réarmement ressort de disjoncteur défectueux	6	
Mesure de puissance P et Q sur départ en défaut et comptage à vérifier	6	
Apparition alarme protection PP1 7SG511 sur CCN	6	
Mesure erroné sur unité de travée (REC 316)	6	

Apparition signalisation réenclencheur bloqué	6	
La protection PP1 (7SJ511) ne communique pas avec CCN	4	
Trace d'amorçage et fusionnement Raccord câble sectionneur tête de ligne PH04	4	

Interprétation de résultat :

D'après le tableau d'historique des pannes (2017 / 2020) de la travée 60 kv à GRTE et les démarche pratique on réaliser une feuille d'analyse AMDEC et classier les actions corrective, nous avons classé les organes les plus critique pour le choix de la maintenance appliqué.

Ce tableau montre que pour les anomalies qui ont une criticité entre 10 et 20 mise sous préventive. Et pour les anomalies qui ont une criticité inférieur ou égale de 10 mise sous corrective.

Pour optimiser ces actions nous recommandons :

Prévoir un stock des pièces de rechange est appliquant la maintenance systématique, très bonne prise en charge des anomalies et défaillances. Le bon choix de la politique de maintenance qui sera logiquement efficace et optimisées.

V.4 CONCLUSION :

Durant notre stage de fin d'étude au sein de l'entreprise GRTE Ghardaïa, nous avons extrait l'historique des pannes de la travée 60KV du poste 220/60kV Ghardaïa. Ce dernier nous avons l'utiliser comme données nécessaire dans l'application de la méthode de Pareto (courbe ABC) pour savoir qu'elles sont les éléments les plus provoquant des arrêts remarquables de la travée, afin de les prioriser en terme de maintenance préventive (diminuer la périodicité entre les entretiens, prévoir un optimal stock de pièces de sécurité et programmer des formations spécifique relatives à la maintenance et l'exploitation des dispositifs situé dans la zone A).

En fin et afin de confirmer les résultats de la méthode ABC, nous avons effectué une autre analyse qui se base sur des différents modes de défaillances potentielles d'après les indices de Criticité, cette méthode d'analyse s'appelle la méthode AMDEC.

La comparaison des deux méthodes, nous a facilité la détection des modes des défaillances importantes, critiques et coûteuses provoquant la majorité des arrêts de service de la travée étudié, dont nous avons pu choisir la politique de maintenance adéquate et optimale.

CONCLUSION GENERALE

La travée 60 KV Grrara1 au poste Ghardaïa est une travée très importante et stratégique c'est la raison qui nous a motivé pour faire ces études présentées dans ce mémoire dans le but d'améliorer et optimiser la maintenance préventive de ce départ électrique.

Nous avons entamé notre travail avec des généralités sur l'entreprise SONELGAZ-GRTE et les réseaux électriques, après, nous avons consacré tout un chapitre pour mentionner et bien expliquer les propriétés et les caractéristiques d'un réseau électrique HT notamment la travée HT.

Dans notre travail, nous avons fait un stage pratique au sien de l'entreprise algérienne de gestion du réseau de transport de l'électricité (GRTE) de Ghardaïa, pour avoir des connaissances pratiques sur le fonctionnement de cette entreprise d'une part et d'extraire l'historique des pannes du système choisi (travée Grrara1 60 KV au poste Ghardaïa) d'une autre part.

Cet historique nous a permis d'appliqué les méthodes d'optimisation de la maintenance préventive, notamment la méthode ABC et la méthode AMDEC afin de déceler les causes réels provoquant les défaillances et les pannes majeurs de la travée 60 kV et afin de bien l'évaluer pour savoir leur criticité et optimiser les interventions et les entretiens.

En appliquant la méthode de Pareto c'est-à-dire en traçant la courbe ABC, nous avons arrivés facilement à savoir qu'elles sont les éléments et les dispositifs les plus perturbés (enregistrés un taux de défaillance élevés) dans le système étudié, ce sont ceux appartient à la zone A.

Dans le but d'améliorer ces paramètres et de détecter tous les points faibles, nous avons renforcé notre étude par l'analyse du mode de défaillance de la travée et de ces effets et de ça criticité (AMDEC) dont nous avons collecté toutes les informations relatives aux différentes défaillances enregistrées pendant 3 ans (de l'année 2017 à l'année 2020).

En fin Pour optimiser ces actions de maintenance proposée, nous avons recommandé l'Optimisation de la maintenance systématique, conditionnelle et prévisionnelle et ce par la prise en charge des anomalies et défaillances situées dans la zone A de la courbe ABC en changeant la périodicité des entretiens et interventions relatives à ces défaillances et établi un plan d'action pour les motifs suivants :

- Programmer des cycles de formation pour les techniciens de service maintenance et service exploitation portants sur les thèmes de la maintenance des travées HT.
- Rétablir un planning annuel basé sur le référentiel de maintenance assigné par le constructeur ainsi que les résultats de cette étude de fiabilité.
- Prévoir un stock des pièces de rechange, notamment des dispositifs plus perturbé.
- Augmenter de sa disponibilité et l'augmentation de sa durée de vie.
- Assurer un degré élevé de la sécurité des êtres humain et des biens (protection).
- Identifier des fonctions critiques pour notre système.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] WWW.SONELGAZ.DZ.
- [2] A. BELLAREDJ ET Y. GAOUAR « conception et simulation d'une ligne aérienne de transport électrique 220 kV», mémoire de master université ABOUBAKER BELKAID – TLEMCCEN.
- [3] MICHEL CRAPPE, "Electric Power Systems", Faculté Polytechnique, Mons, Belgium, Mars 2008.
- [4] www.google scholar.com.
- [5] \SMIR BERKANE «Technologies Des Equipements Electriques Des Postes HTB» Thèse de l'université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU 2007.
- [6] Schémas et Appareillages électriques Centre Universitaire de RELIZANE .
- [7] Mr S. BOUCIF «Etude & Dimensionnement du Poste de Transformation 400/220 KVde Sidi-Ali-Boussidi» Thèse de l'université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU 2007.
- [8] A.BELHOMME, Cours de stratégie de maintenance 2010/2011.
- [9] Gean-Marie AUBERVEILLE Livre Génie Industrielle. Maintenance Industrielle de l'entretien de base à l'opération de la sureté // 2004.
- [10] Francis TAMWO Institut universitaire Fotso Victor de Bandjoun - Licence maintenance industrielle et productique 2011.
- [11] Devarun Ghosh, Sandip Roy, Maintenance optimization using probabilistic costbenefit analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 2009; 22(4): 403-407.μ
- [12] Document interne Guide exploitation poste GHD V4.
- [13] Cours Techniques de detection des déffailnces M. MERZOUG HOCINE.
- [14] DR. B. MAGHNI, COURS MAINTENACE INDUSTRIEL UNIVERSITE-OURGLA 2017.
- [15] RIDOUX. M, ag4220 AMDEC – Moyen, base documentaire : méthodes de production dans le thème : Conception et Production et dans l'univers Génie industriel, date de publication : 10/07/1999.

- [16] M. AYAD et T. KEBBAB, «Mémoire : AMDEC – Etude de cas : Extracteur de fumée de l'Entreprise Nationale de la Pétrochimie ENIP» 2008/2009.
- [17] KELADA. J, 1994, l'AMDEC, École des Études Commerciales : Centre d'étude en qualité totale.
- [18] Fiche pratique, 0512 Pratiquer l'AMDEC, base documentaire : Evaluer et maîtriser le risque chimique, délivré le : 23/06/2014.
- [19] FAUCHER. J, Pratique de l'AMDEC (Assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés), Série Performance industrielle
- [20] <http://www.maintenance-preventive.com/methode-presentation-1.html>.
- [21] Le Site Technique des Industries d'Habillement au Maroc.
- [22] NATHALIE POUILLARD Diagramme d'Ishikawa et les 5 M, pour une gestion de projet sans problème Par le 29.05.2020.
- [23] BOUHAFS Lina « politique d'inspection non périodique d'un système se dégradant » université de Bejaia 2020.