

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies

Département d'automatique et électromécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologie*

Filière : *Electromécanique*

Spécialité : *Maintenance industrielle*

Par : GHADA Abdelouahab et GUELLIL Lamine

Thème

L'amélioration de la maintenance préventive d'un disjoncteur 220 kV

Soutenu publiquement le : 08/10/2020

Devant le jury :

BAKAR Belgacem	MCB	Univ GHARDAIA	Président
BOUCHELGA Fatima	MCB	Univ GHARDAIA	Examinateur
MIDOUCALI Hamza	MCB	Univ GHARDAIA	Examinateur
MERZOUG Hocine	MAB	Univ GHARDAIA	Encadreur
BOUKHARI Hamed	MCB	Univ GHARDAIA	Co-encadreur

Année universitaire 2019/2020

ملخص

خلال هذا العمل قمنا بتحسين صيانة القاطع الكهربائي 220 كيلو فولط في مؤسسة GRTE فرع غرداية عن طريق دراسة إحصائية لأعطال هذا النظام (تاريخ الاعطال) مع إعطاء اقتراحات لحلول ناجحة متعلقة بهذه الأعطال من أجل إنقاص وقت التوقف وزيادة وقت التشغيل

Résumé

Dans ce travail, nous avons amélioré la maintenance du disjoncteur 220 kV dans le poste GRTE Ghardaïa, au moyen d'une étude statistique des défauts de ce système (historique des pannes) avec des suggestions de solutions réussies liées à ces défauts afin de réduire les temps d'arrêt et d'augmenter le temps de fonctionnement

abstract

In this work, we have improved the maintenance of the 220 kV circuit breaker in the GRTE Ghardaïa substation, by means of a statistical study of the faults of this system (fault history) with suggestions for successful solutions related to these faults in order to reduce the downtime and increase operating time

Mots clés : maintenance, défaillance, courbe ABC, AMDEC

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.

JE TIENS À EXPRIMER MA PROFONDE GRATITUDE ET SINCÈRES REMERCIEMENTS À **MR. MERZOUG HOCINE** QUI M'ONT DIRIGÉ DANS CE TRAVAIL AVEC BEAUCOUP DE GENTILLESSE BEAUCOUP DE BIENVEILLANCE ET D'UNE PATIENCE INFINIE ENVERS MOI EN VUE DE SURMONTER MES DIFFICULTÉS PENDANT TOUTE LA DURÉE D'ENCADREMENT, SANS OUBLIER DE REMERCIER TOUT LE CORPS ENSEIGNANT DU DÉPARTEMENT D'ELECTROMÉCANIQUE DE LA FACULTÉ DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE.

EN FIN, J'AI L'HONNEUR DE TRANSMETTRE MES REMERCIEMENTS À TOUTE L'ÉQUIPE DU **GRTE (POSTE GHARDAÏA)**.

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 Sœurs, frères et
leurs enfants

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

Abdelouahab

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 soutenus
pendant mes études.

Mes sœurs et mes frères
Toute ma famille.

Tous mes amis et ma
promotion.

Lamine

Sommaire

Introduction generale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I

Generalites sur la maintenance

I.1. Introduction :.....	3
I.2. Historique :	3
I.3. Les definitions de maintenance :.....	3
I.3.1. Définition de la maintenance selon Larousse	3
I.3.2. Définition de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF X 60-010.....	3
I.3.3. Définitions de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF EN 13306 X 60-319	4
I.4. Les objectifs de la maintenance :	4
I.5. Les differents types de maintenance :	5
I.5.1. La maintenance préventive	6
I.5.1.1. Les opérations de maintenance préventive :	6
I.5.1.1.1. Les inspections :	6
I.5.1.1.2. Les visites :	6
I.5.1.1.3. Les contrôles :	6
I.5.1.1.4. Les opérations de surveillance :	6
I.5.1.2. Buts de la maintenance préventive :	6
I.5.1.3. La maintenance conditionnelle :	7
I.5.1.4. Maintenance systématique :	7
I.5.1.4.1. Organisation de la maintenance systématique :	8
I.5.1.4.2. Périodicités des interventions systématiques :	8
I.5.1.5. Maintenance prévisionnelle :	8
I.5.2. La maintenance corrective :	9
I.5.2.1. La maintenance palliative	9
I.5.2.2. La maintenance curative :	9
I.5.3. La maintenance d'amélioration :	9
I.6. Les fonctions du service maintenance (norme fd x 60-000) :	10
I.6.1. Etude :	10

I.6.2.	Préparation :	10
I.6.3.	Ordonnancement :	11
I.6.4.	Réalisation :	11
I.6.5.	Gestion :	11
I.7.	Place du service maintenance dans l'entreprise :	11
I.8.	Les activités de maintenance (norme nf en 13306) :	11
I.8.1.	L'inspection	11
I.8.2.	La surveillance :	12
I.8.3.	La réparation :	12
I.8.4.	Le dépannage :	12
I.8.5.	L'amélioration :	12
I.8.6.	La modification :	12
I.8.7.	La révision :	12
I.8.8.	La reconstruction :	12
I.9.	Les niveaux et les échelons de maintenance :	13
I.9.1.	Les niveaux de maintenance (norme FD X 60-000)	13
I.9.2.	Les échelons de maintenance (norme FD X 60-000) :	14
I.10.	Conclusion :	14

CHAPITRE II

Les méthodes de fiabilité des systèmes

II.1.	Introduction :	16
II.2.	Définition de la défaillance :	16
II.2.1.	Mode de défaillance :	17
II.2.2.	Cause de défaillance :	17
II.2.3.	Effet de la défaillance :	17

II.3. Les methodes d'analyse des defaillances :	17
II.3.1. AMDEC analyse des Modes de defaillance, de leurs effets et leur criticite :	17
II.3.1.1. Objectif de l'AMDEC :	18
II.3.1.2. Principe de l'AMDEC :	18
II.3.1.3. Types de l'AMDEC :	18
II.3.1.3.1. L'AMDEC organisation :	18
II.3.1.3.2. L'AMDEC-Produit :	19
II.3.1.3.3. L'AMDEC-Processus :	19
II.3.1.3.4. L'AMDEC moyen :	19
II.3.1.3.5. L'AMDEC service :	19
II.3.1.3.6. L'AMDEC securite :	19
II.3.1.4. Les etapes de la methode AMDEC :	19
II.3.2. La loi de PARETO (la methode 80 / 20) :	20
II.3.2.1. Les objectifs de la loi de Pareto :	21
II.3.2.2. Les etapes de la loi :	21
II.3.3. La Methode QQQQCP :	21
II.3.3.1. Les objectifs de la methode :	22
II.3.3.2. Principe de la methode :	22
II.3.4. Diagramme d'Ishikawa et les cinq M :	23
II.3.4.1. Definition du diagramme d'Ishikawa (methode des 5M) :	23
II.3.4.2. Les objectifs de la methode :	24
II.3.4.3. Les cinq categories du diagramme d'Ishikawa :	24
II.3.4.3.1. Matiere :	24
II.3.4.3.2. Milieu :	24
II.3.4.3.3. Methodes :	24
II.3.4.3.4. Matériel :	24
II.3.4.3.5. Main d'œuvre :	24
II.3.4.4. Représentation d'Ishikawa : un diagramme en arête de poisson :	25
II.3.4.5. Les etapes de construction du diagramme d'Ishikawa :	25
II.3.4.6. Construction du diagramme :	25
II.4. Conclusion :	26

CHAPITRE III

GENERALITE SUR LES DISJONCTEURS HT/THT

III.1. Introduction :	27
III.2. Postes electriques :	27
III.3. Équipements de protection :	28
III.3.1. Rôle d'une protection :	28

III.4.	Disjoncteur :	28
III.4.1.	Caractéristiques générales et constitution d'un disjoncteur à gaz SF6 :	29
III.4.2.	Composition d'un pôle du disjoncteur :	30
III.4.3.	Procédure de coupure :	30
III.4.3.1.	Organes principaux de coupure	30
III.4.3.2.	Description de coupure :	31
III.4.4.	Contrôle de l'état du SF6 dans les pôles :	32
III.5.	La maintenance du disjoncteur a gaz sf6 :	32
III.5.1.	Généralités :	32
III.5.2.	Référence conseillé pour la maintenance :	33
III.5.3.	Révision complète	35
III.5.4.	Essais après les opérations d'entretien :	35
III.5.5.	Mesurage de la pression du gaz dans les pôles	35
III.5.6.	Compléments de remplissage de gaz dans les pôles :	36
III.5.7.	Contrôle de l'usure des contacts d'arc :	36
III.6.	Conclusion :	36

CHAPITRE IV

Presentation de grte et consistance physique

IV.1.	Introduction :	37
IV.2.	Presentation de l'entreprise (GRTE) :	37
IV.2.1.	Adresse et coordonnées du poste siège de notre étude :	38
IV.2.2.	Plan de situation poste 220 /60/30kV :	38
IV.2.3.	Plan de masse :	38
IV.3.	Consistance de l'ouvrage :	39
IV.3.1.	Poste :	39
IV.3.2.	Travées :	39

IV.4. Protections des departs : departs 220kv	39
IV.5. Protections transformateurs :	40
IV.6. Les elements d'une travee dans un poste de transformation THT/HT :	41
IV.6.1. Transformateurs :	42
IV.6.2. Disjoncteurs :	42
IV.6.3. Sectionneurs :	45
IV.6.4. Réducteurs de mesures :	47
IV.6.4.1. Transformateur de tension T.T :	47
IV.6.4.2. Transformateur de courant TC :	47
IV.7. Conclusion :	48

CHAPITRE V

Application des méthodes de fiabilité

V.1. Introduction :	50
V.2. Historique des pannes du disjoncteur :	50
V.3. Application de la loi de pareto :	53
V.3.1. L'interprétation du courbe ABC :	55
V.4. Application de la methode amdec :	55
V.5. Conclusion :	59
Conclusion generale	59

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
MVA	Méga volte ampère
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 volte
BT	Basse tension
SF6	Gaz hexafluorure de soufre
HTB	Haut tension B
C.E.I	La Commission Electrotechnique Internationale
IP55	Indice de protection degré 55
TC	Transformateur de courant
TP	Transformateur de tension

LISTE DES FIGURES

Figure I 1 : Types de maintenance	6
Figure II 1 : Représentation d'Ishikawa	25
Figure III 1 : les composants de disjoncteur	29
Figure III 2 : les composants de pole	30
Figure III 3 : Procédure de coupure	31
Figure IV 1 : situation de poste	38
Figure IV 2 : Plan de masse poste de GHARDAIA	39
Figure IV 3 : Schéma unifilaire du poste	39
Figure V 1 : La courbe ABC	54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II 1 : résumé de la méthode QQQQCP.....	23
Tableau III 1 : référence conseillé pour la maintenance	33
Tableau IV 1 : consistance de l'ouvrage (poste)	40
Tableau IV 2 : consistance de l'ouvrage (Travées)	40
Tableau IV 3 : Protections des départs (Départs 220Kv)	41
Tableau IV 4 : Protections transformateurs 220/60Kv.....	41
Tableau IV 5 : Protections transformateurs 60/30Kv.....	42
Tableau IV 6 : les transformateurs	42
Tableau IV 7 : les caractéristiques du disjoncteur de la Travée 220kV HRM 2	43
Tableau IV 8 : les caractéristiques de disjoncteur Travée OUARGLA 220Kv	44
Tableau IV 9 : disjoncteur travée transformateur 220kV	45
Tableau IV 10 : disjoncteur travée transformateur 60/30 kV	45
Tableau IV 11 : les Sectionneurs	47
Tableau IV 12 : Réducteur de mesure TP.....	48
Tableau IV 13 : Réducteur de mesure TC.....	49
Tableau V 1 : Historique des anomalies.....	50
Tableau V 2 : L'analyse ABC (Pareto)	53
Tableau V 3 : Fréquences des anomalies.....	55
Tableau V 4 : Probabilités de non détection de défaillance.....	55
Tableau V 5 : La gravite.....	55
Tableau V 6 : Niveaux de la criticité.....	57
Tableau V 7 : feuille d'analyse AMDEC.....	57

INTRODUCTION GENERALE

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.

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

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.[1]

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 QQQQCP. [24]

La fonction principale du réseau électrique est d'assurer le mouvement de l'énergie produit dans les centrales vers les différents postes de livraison (postes sources HTB/HTA) et les consommateurs BT (400/230 V) à travers les lignes ou les câbles de transport d'énergie. Les équipements constituant ce réseau tels que les transformateurs, les disjoncteurs, et les sectionneurs doivent assurer cette fonction. . [28]

La maintenance et la protection des réseaux électriques des installations de toutes natures qui existent aujourd'hui ont conduit les constructeurs à porter une attention toute particulière à la réalisation de matériels de coupure, qu'ils soient de haute ou basse tension.

Le disjoncteur est donc devenu un appareil essentiel de contrôle et de sécurité en assurant l'interruption du courant en toutes circonstances de besoin ou d'anomalie. . [31]

Notre mémoire est structuré en cinq chapitres :

- Le premier chapitre : nous avons présenté les généralistes de maintenance telle que les types de maintenance, ses activités, sa fonction et son objectif ainsi que ses niveaux.
- Le deuxième chapitre : Nous avons étudié les méthodes de fiabilités des systèmes : La méthode AMDEC, Le diagramme de Pareto, la méthode Ishikawa (ou méthode des cinq M) et la méthode QQQQCP.
- Le troisième chapitre : Nous avons présenté le poste électrique, les équipements de protection et nous avons bien détaillé le disjoncteur HT/THT.

- Le quatrième chapitre : Nous avons présenté l'entreprise GRTE où se trouve le poste Ghardaïa qui est le siège de notre étude.
- Le cinquième chapitre : Les méthodes d'analyse de la fiabilité du système électromécanique étudié (le disjoncteur THT) ont été appliquées.

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

CHAPITRE I
GENERALITES SUR LA
MAINTENANCE

I.1. Introduction :

Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) et au coût le plus bas. Pour minimiser ce coût, on fabrique plus vite et sans interruption des produits sans défaut afin d'atteindre la production maximale par unité de temps. Cet objectif est un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit de maintenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction. Ce chapitre examine les définitions fondamentales concernant la maintenance et le rôle de cette dernière dans l'industrie.

I.2. Historique :

Le terme « maintenance », forgé sur les racines latines Manus et Ténéré, est apparu dans la langue française au XII siècle. L'étymologiste Wace a trouvé la forme mainteneur (celui qui soutient), utilisée en 1169 : c'est une forme archaïque de « mainteneur ». Anecdotiquement, c'est avec plaisir que j'ai retrouvé l'usage du mot « maintenance » sous la plume de François Rabelais, qui, vers 1533, parlait de la « maintenance de la loy » dans Pantagruel. Les utilisations anglo-saxonnes du terme sont donc postérieures. À l'époque moderne, le mot est réapparu dans le vocabulaire militaire : « maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant ». Définition intéressante, puisque l'industrie l'a reprise à son compte en l'adaptant aux unités de production affectées à un « combat économique » [1]

I.3. Les définitions de maintenance :

I.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.

I.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.

I.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.

I.4. Les objectifs de la maintenance :

Le rôle de la fonction maintenance dans une entreprise (quel que soit son type et son secteur d'activité) est de garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué. Pour atteindre ces objectifs, la politique de maintenance des équipements dans l'industrie nous oblige à suivre les points suivants :

Le service maintenance intervient principalement pour :

- dépanner en urgence.
- réparer en atelier.
- effectuer l'entretien quotidien des matériels.

Le service maintenance est là pour éviter les pannes et les ralentissements de production :

Les interventions en urgence engendrant de coûteux arrêts de production, on met en place des procédures de prévention systématiques pour les pannes majeures.

Le service maintenance doit générer des profits :

L'entreprise grâce à un bon service de maintenance assure un bénéfice remarquable, mais cela ne l'empêche pas de faire sortir des dépenses tel que :

Salaires des agents, matériels de maintenance, stock de pièces de rechange, arrêt de production pour la maintenance préventive

Le service maintenance est en concurrence avec les sous-traitants maintenanciers :

Après avoir fait la preuve de sa rentabilité, le service maintenance doit faire preuve de plus de rentabilité que si on avait recours à des sociétés spécialisées dans la maintenance.

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise ; cette politique doit permettre d'atteindre le rendement maximal des

systèmes de l'entreprise. Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance.

Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations.

La fonction maintenance sera alors amenée à établir des prévisions ciblées :

- Prévisions à long terme : elles concernent les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont des prévisions qui sont le plus souvent dictées par la politique globale de l'entreprise.
- Prévisions à moyen terme : la maintenance doit se faire la plus discrète possible dans le planning de charge. Il lui est donc nécessaire d'anticiper, autant que faire se peut, ses interventions en fonction du plan d'action La qualité de service doit prendre en compte les impératifs de suivi des matériels.
- Prévisions à courts termes : elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée, voire de quelques heures. Même dans ce cas, avec le souci de perturber le moins possible la continuité de service, les interventions devront elles aussi avoir subi un minimum de préparation. [2]

I.5. Les différents types de maintenance :

Dans la définition de la maintenance, nous trouvons deux mots-clés : maintenir et rétablir. Le premier fait référence à une action préventive. Le deuxième fait référence à l'aspect correctif

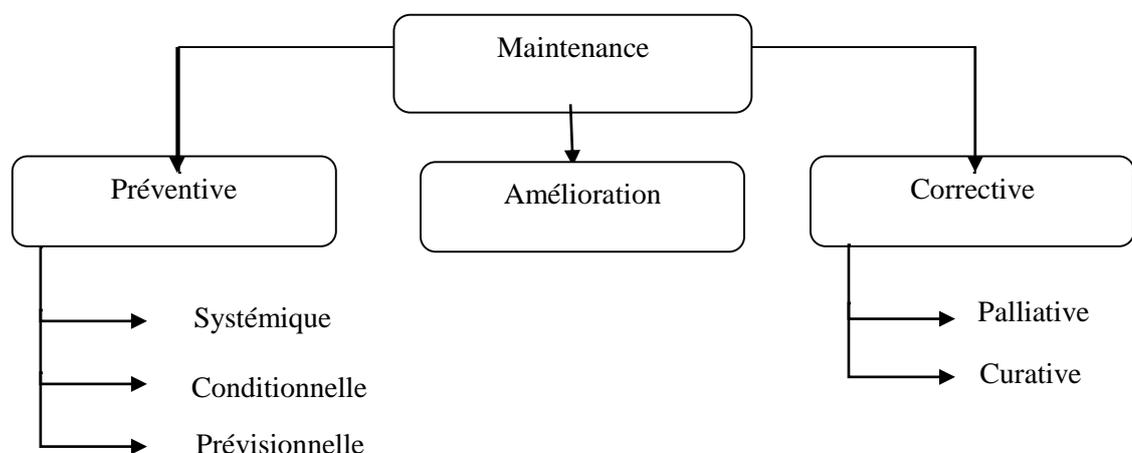


Figure I 1 : Types de maintenance

I.5.1. La maintenance préventive

Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. Selon l'AFNOR : « La maintenance préventive est une maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ».

I.5.1.1. Les opérations de maintenance préventive :

I.5.1.1.1. 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.

I.5.1.1.2. 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.

I.5.1.1.3. Les contrôles :

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.

I.5.1.1.4. 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.

I.5.1.2. Buts de la maintenance préventive :

- Augmenter la durée de vie des matériels
- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou 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
- Eliminer les causes d'accidents graves [12]

La maintenance préventive se subdivise en trois types :

I.5.1.3. La maintenance conditionnelle :

D'après la norme AFNOR X 60-100, la maintenance conditionnelle se définit comme une maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure), révélateur de l'état de dégradation du bien. [8]

Ce type de maintenance comprend toutes les tâches de restauration de matériels ou de composants non défaillants, entreprise en application d'une évaluation d'état et de la comparaison avec un critère d'acceptation préétabli (défaillance potentielle)[9]

Elle est liée à la surveillance et au diagnostic du système et n'entraîne l'action de réparation que si une panne (présente ou future) est détectée. [6]

I.5.1.4. Maintenance systématique :

D'après la norme AFNOR X 60-100, la maintenance systématique se définit comme «une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien» [8]

Ce type de maintenance comprend l'ensemble des actions destinées à restaurer, en totalité ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défaillants, lorsque ces tâches sont décidées en fonction du temps ou du service, sans considération de l'état des matériels à cet instant. La maintenance systématique a été la première à s'imposer, parce qu'elle ne demande pas de moyen d'analyse. Elle se traduit par des arrêts réguliers de la machine, avec démontage, contrôle et remplacement systématique d'organes. La date de l'arrêt est planifiée par l'expérience ou en fonction d'impératifs de sécurité. [9]

Ce mode de maintenance est essentiellement basé sur la statistique. Bien que simpliste, il reste encore le plus utilisé à l'heure actuelle, souvent, parce qu'il ne demande pas d'analyse du comportement. [5]

I.5.1.4.1. Organisation de la maintenance systématique :

L'organisation de la maintenance systématique propre à un équipement recouvre deux aspects : la détermination du contenu des interventions et le choix de leur périodicité. Ces éléments sont fréquemment fixés par :

Le constructeur, dans le «guide d'entretien» de l'équipement (aéronautique, matériel ferroviaire,...),

Le législateur, dans des normes homologuées éditées par l'AFNOR (ascenseurs, matériel sous pression, matériel électrique,...).

Mais ils peuvent aussi être le fait de l'utilisateur qui, ayant préalablement testé, en dépannage et/ou en maintenance conditionnelle, les réactions de l'équipement, estime posséder des historiques suffisamment documentés et précis pour en extraire des lois de dégradation fiables. L'intérêt majeur de la maintenance systématique réside dans sa facilité de gestion. La

GMAO y contribue fortement : ainsi le listing des interventions systématique d'une semaine peut être sorti le vendredi précédent : la charge de travail est connue et planifiable à l'avance.

En règle générale, on s'arrange pour que ces interventions aient lieu en dehors de la production ou pendant les temps de non-réquisition de la ligne de production (changement de production, changement d'outillage, etc...).

I.5.1.4.2. Périodicités des interventions systématiques :

Les opérations de maintenance systématique étant de natures très variables, il est clair que la périodicité T des interventions peut prendre des valeurs allant de la demi-journée à plusieurs années.

I.5.1.5. Maintenance prévisionnelle :

Parfois appelée « maintenance prédictive », la maintenance prévisionnelle est, selon l'AFNOR, « Maintenance exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ». Elle est basée sur

l'analyse de l'évolution des paramètres techniques qui permettent de quantifier l'état du bien et de déceler les dégradations potentielles dès leur apparition, elle permet d'anticiper et de prévoir au mieux le moment où l'intervention devra être réalisée.

I.5.2. La maintenance corrective :

La maintenance corrective, encore appelée "fonctionnement jusqu'à la rupture" ou "arrêt sur panne", est une méthode de maintenance qui demande peu d'engagement. C'est l'ensemble des activités réalisées après la défaillance ou dégradation d'un élément actif. [9] La norme NF EN 13306) définit ainsi la maintenance corrective : « Exécutée après détection d'une panne est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». [10]

Dans le contexte actuel, cette approche se révèle souvent la plus chère et la plus dangereuse.

En théorie, elle ne devrait plus exister, même pour des industries qui possèdent de nombreuses machines peu coûteuses, et qui peuvent les doubler systématiquement. Elle est effectuée en cas de panne du système. [6]

I.5.2.1. La maintenance palliative

« Activité de maintenance corrective destinées à permettre de bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise. Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'action à caractère provisoire qui devront être suivies d'action curative ».

I.5.2.2. La maintenance curative :

C'est une activité ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la ou les défaillances. [9]

La maintenance optimale est donc un mélange harmonieux d'entretien préventif systématique et d'entretien correctif. [11]

I.5.3. La maintenance d'amélioration :

L'amélioration des biens d'équipements consiste à procéder à des modifications, des changements, des transformations sur un matériel.

Dans ce domaine, beaucoup de choses restent à faire, il suffit de se référer à l'adage suivant : « on peut toujours améliorer », c'est un état d'esprit qui nécessite une attitude créative. Cependant, pour toute maintenance d'amélioration une étude économique sérieuse s'impose pour s'assurer de la rentabilité du projet.

Les améliorations à apporter peuvent avoir comme objectif l'augmentation des performances de production du matériel ; l'augmentation de la fiabilité ; l'amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité des sous-systèmes et des éléments à haut risque de défaillance) ; la standardisation de certains éléments pour avoir une politique plus cohérente et améliorer les actions de maintenance, l'augmentation de la sécurité du personnel et des conditions de travail, l'augmentation de la qualité des prestations ou produits finis.

Tous les matériels sont concernés à condition que la rentabilité soit vérifiée ; cependant une petite restriction pour les matériels à renouveler dont l'état est proche de la réforme, pour usure généralisée ou par obsolescence technique.

I.6. Les fonctions du service maintenance (norme FD X 60-000) :

I.6.1. 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.

I.6.2. 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. Une telle préparation devra bien sûr s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance : coût, délai, qualité, sécurité,...

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.

I.6.3. Ordonnement :

L'ordonnement 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.

I.6.4. 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'ordonnement.

I.6.5. 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.

I.7. 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.).

Ces 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. [4]

I.8. Les activités de maintenance (norme NF EN 13306) :**I.8.1. 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. [3]

I.8.2. 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. [3]

I.8.3. La réparation :

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

I.8.4. 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. [3]

I.8.5. 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. [3]

I.8.6. La modification :

Ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à changer la fonction d'un bien. [3]

I.8.7. La révision :

Ensemble complet d'examens et d'actions réalisés afin de maintenir le niveau requis de disponibilité et de sécurité. [3]

I.8.8. 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. [3]

I.9. Les niveaux et les échelons de maintenance :

I.9.1. 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. [3]

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

Niveau 1

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

Niveau 2 :

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.

Niveau 3

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.

Niveau 4

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.

Niveau 5

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. [3]

I.9.2. 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 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 que soient effectuées 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. [3]

I.10. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons bien expliqué et défini la maintenance et ces types de maintenance, nous avons déterminé ces actions ainsi que les opérations et les objectifs relatifs à tous les niveaux de la maintenance

CHAPITRE II

Les Méthodes de Fiabilité des Systèmes

II.1. Introduction :

Le grand souci du service maintenance est de savoir qu'elle est priorité pour traiter les défaillances, l'importance et la gravité en matière d'effet (coût) est différente d'une à l'autre.

L'exploitation de l'historique des équipements nous permet de effectuer ce choix. Or, certains veulent nous convaincre qu'ils n'ont pas le temps d'exploiter l'historique des machines, qu'ils ont 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 telle que : la méthode AMDEC, Le diagramme de Pareto, la méthode Ishikawa (ou le diagramme Causes Effets) et la méthode QQQCP 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.

II.2. Définition de la défaillance :

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques. [13] Lorsqu'une valeur de défaillance a été fixée pour évaluer la dégradation d'un matériel ou d'un composant, on définit une autre valeur du même critère, en avance de la précédente, comme étant le « point de défaillance potentielle ». Cette valeur est choisie de telle sorte que si la dégradation ne l'atteint pas, le risque de défaillance avant la prochaine inspection est jugé acceptable. Il n'est donc pas nécessaire d'intervenir avant cette valeur.

Ce concept de la défaillance potentielle est à la base des techniques modernes de maintenance (conditionnelle ou prévisionnelle). Il sera utilisé comme critère de décision de restauration. [14]

II.2.1. Mode de défaillance :

Le mode de défaillance est la forme observable du dysfonctionnement d'un produit, d'un outil de fabrication ou d'un processus étudié. Un mode de défaillance doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- il décrit la manière dont le processus, le produit ou le moyen de production ne remplit pas ou plus sa fonction.
- il est relatif à la fonction que l'on étudie. [15]

II.2.2. Cause de défaillance :

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance. Plusieurs causes peuvent être associées à un même mode de défaillance. Une même cause peut provoquer plusieurs modes de défaillance. [16]

II.2.3. Effet de la défaillance :

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subie par l'utilisateur. Il est associé au couple (mode-cause de défaillance) et correspond à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur. [16]

II.3. Les méthodes d'analyse des défaillances :**II.3.1. AMDEC analyse des Modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité :**

La méthode AMDEC « Analyse des Modes de défaillance, de leurs effets et leur criticité » (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA). Cette technique a pour but d'étudier, d'identifier, de prévenir ou au moins de réduire les risques de défaillance d'un système, d'un processus, d'un produit.

L'association Française de normalisation (Afnor) définit l'AMDEC comme étant « une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système ». La méthode consiste à examiner méthodiquement les défaillances potentielles des systèmes (analyse des modes de défaillance), leurs causes et leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ensemble (Les effets). Après une hiérarchisation des défaillances potentielles, basée sur l'estimation du niveau de risque de défaillance, soit la criticité, des actions prioritaires sont déclenchées et suivies. [17]

II.3.1.1. Objectif de l'AMDEC :

L'AMDEC a pour objectif, dans une démarche inductive rigoureuse, d'identifier les défaillances dont les conséquences peuvent affecter le fonctionnement d'un système et de les hiérarchiser selon leur niveau de criticité afin de les maîtriser. On obtient en sortie l'ensemble des dysfonctionnements potentiels associés à leur criticité (fréquence d'apparition, gravité des effets et probabilité de détection de la défaillance) ainsi que les plans d'actions à mettre en œuvre afin de diminuer la criticité en faisant varier un des trois facteurs. [18]

L'AMDEC est une technique qui conduit à l'examen critique de la conception dans un but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un moyen de production. [16]

Elle permet de déterminer les points faibles d'un système et d'y apporter des remèdes, de préciser les moyens de se prémunir contre certaines défaillances, de faire dialoguer personnes concernées par un projet, mieux connaître le système, et principalement d'étudier les conséquences de défaillance. [19]

II.3.1.2. Principe de l'AMDEC :

Le principe de l'AMDEC est de recenser les risques potentiels d'erreur (ou les modes de défaillance), évaluer les effets et puis analyser les causes. [20]

L'AMDEC est d'identifier et de hiérarchiser les modes potentiels de défaillance susceptibles de se produire sur un équipement, d'en rechercher les effets sur les fonctions principales des équipements et d'identifier les causes. Pour la détermination de la criticité des modes de défaillance, l'AMDEC requiert pour chaque mode de défaillance la recherche de la gravité de ses effets, la fréquence de son apparition et la probabilité de sa détectabilité. Quand toutes ces informations sont disponibles, différentes méthodes existent pour déduire une valeur de la criticité du mode de défaillance. Si la criticité est jugée non acceptable, il est alors impératif de définir des actions correctives pour pouvoir corriger la gravité nouvelle du mode de défaillance (si cela est effectivement possible), de modifier sa fréquence d'apparition et d'améliorer éventuellement sa détectabilité. [21]

II.3.1.3. Types de l'AMDEC :

Il existe plusieurs types de la méthode d'analyse :

II.3.1.3.1. L'AMDEC organisation :

L'AMDEC s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires, du première 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]

II.3.1.3.2. 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. [16]

II.3.1.3.3. 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 [16]

II.3.1.3.4. L'AMDEC moyen :

Permet d'anticiper les risques liés au non-fonctionnement ou fonctionnement anormal d'un équipement, d'une machine. [22]

II.3.1.3.5. 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. [23]

II.3.1.3.6. L'AMDEC sécurité :

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

II.3.1.4. Les étapes de la méthode 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. [3]

II.3.2. La loi de PARETO (la méthode 80 / 20) :

Le diagramme de Pareto est également appelé méthode "ABC" ou règle des 80/20.

Il est le résultat des recherches de l'économiste italien Vilfredo Frédérico Damaso surnommé par ses étudiants : "Marquis de Pareto". Il observa au début du XXème siècle, que 20% des voies ferrées occupent 80% du trafic (d'où le nom de la loi 80-20 ou 20-80), donc nécessité de s'intéresser qu'aux voies qui sont les plus rentables pour l'entreprise.

Le diagramme de Pareto est un graphique à colonnes qui présente les informations par ordre décroissant et fait ainsi ressortir le ou les éléments les plus importants qui expliquent un phénomène ou une situation.

Autrement dit, le diagramme de Pareto fait apparaître les causes les plus importantes qui sont à l'origine du plus grand nombre d'effets.

La popularité du diagramme de Pareto provient d'une part parce que de nombreux phénomènes observés obéissent à la loi des 20/80, et que d'autre part si 20% des causes produisent 80% des effets, il suffit de travailler sur ces 20% là pour influencer fortement le phénomène. En ce sens, la loi de Pareto est un outil efficace de prise de décision.

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont quasi innombrables.

On pourrait même améliorer indéfiniment, tout et n'importe quoi.

Les illustrations de l'utilisation de la loi de Pareto sont aussi nombreuses que variées, citons à titre d'exemples :

- pour aider à la décision et déterminer les priorités dans des actions
- classer les articles à stocker et en déterminer le mode de gestion (il est courant de s'apercevoir que seuls 20% des articles contribuent à 80% du chiffre d'affaires).
- les suivis qualité ; 20% des causes représentent 80% de l'ensemble des défauts.
- analyse d'un processus : seuls 20% des opérations accumulent 80% de la valeur ajoutée. [24]

II.3.2.1. Les objectifs de la loi de Pareto :

- Diminuer les coûts de maintenance.
- Améliorer la fiabilité des systèmes.
- Justifier la mise en place d'une politique de maintenance.

II.3.2.2. Les étapes de la loi :

- 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. [24]

II.3.3. La Méthode QQQCP :

Toute entreprise est confrontée à des problèmes aussi variés, Certains ont des solutions évidentes. D'autres sont plus complexes, et nécessitent une grande compréhension de la situation.

La méthode QOOQCP 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. [24]

II.3.3.1. Les objectifs de la méthode :

La Méthode QOOQCP 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 et les motifs. [24]

II.3.3.2. 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 ? »

- **La question Quoi ?**

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

- **La question Quand ?**

On pose cette question pour bien définir les temps.

- **La question Où ?**

Cette question concerne la description des lieux.

- **La question Qui ?**

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

- **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 ? Ou ? Quand ? Comment ?

Pour mener une analyse critique, à chaque réponse des questions précédentes se demander Pourquoi ? [24]

Tableau II 1 : résumé de la méthode QOOQCP

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, ...

II.3.4. Diagramme d'Ishikawa et les cinq M :

II.3.4.1. Définition du diagramme d'Ishikawa (méthode des 5M) :

Le diagramme d'Ishikawa est un schéma en forme de poisson qui analyse les liens de cause à effet d'un problème donné.

Ses arêtes représentent les causes, et la tête, l'effet, le problème final, l'objectif : il représente de manière visuelle la méthode des 5 M.

Créé par le professeur Kaoru Ishikawa, ce diagramme d'Ishikawa est une méthode utilisée juste après un brainstorming, en groupe de travail pluridisciplinaire, pour trier toutes les idées et les ranger. [25]

II.3.4.2. Les objectifs de la méthode :

En premier lieu pensé dans une démarche de qualité, il est applicable à l'ensemble des métiers de l'entreprise, notamment à la gestion des risques et la gestion de projet.

Il rend la prise de décisions plus facile, et permet de repérer plus rapidement les leviers d'action à activer pour s'améliorer. [25]

II.3.4.3. Les cinq catégories du diagramme d'Ishikawa :

Pour ce faire, il faut analyser les 5 catégories, à savoir les 5 M, afin de détecter de potentielles causes agissant directement ou indirectement sur le problème étudié. [25]

II.3.4.3.1. Matière :

Ce sont toutes causes liées aux éléments qui vont être utilisés dans le processus de fabrication comme : l'utilisation de matières premières périmées, des fournitures de mauvaise qualité ou des pièces avec des défauts. [25]

II.3.4.3.2. Milieu :

On analyse ici les causes liées à l'environnement et au contexte de réalisation comme : un marché volitif, une concurrence très rude ou une législation particulièrement contraignante.

II.3.4.3.3. Méthodes :

Il y a-t-il des problèmes dans la manière de travailler ? Ici on étudie : de potentiels dysfonctionnements ou ralentissement dans les processus de travail et les modes opératoires, des erreurs dans les instructions ou mode d'emploi. [25]

II.3.4.3.4. Matériel :

On va regarder du côté des équipements, machines, outils, logiciels, s'il y en a qui sont défectueux, obsolète ou non adaptés. [25]

II.3.4.3.5. Main d'œuvre :

On regarde ici du côté des ressources humaines afin de constater si elle : manque de compétences et de formation, a été mal informée sur la bonne exécution de ses tâches, etc. [25]

II.3.4.4. 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.

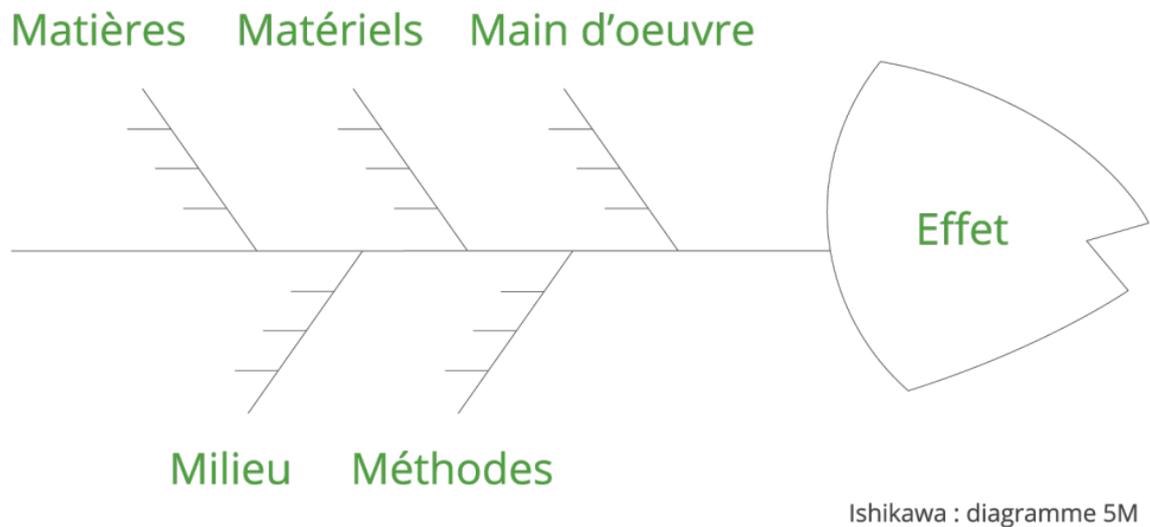


Figure II 1 : Représentation d'Ishikawa

II.3.4.5. Les étapes de construction du diagramme d'Ishikawa :

- 1 -Nommer le problème ou l'objectif, de façon simple, objective, chiffrée ;
- 2 -Faire un brainstorming avec des personnes de différents services de l'entreprise, aux compétences complémentaires ;
- 3 -Répertorier les problèmes évoqués avec la méthode des cinq M et le diagramme d'Ishikawa ;
- 4 -Évaluer les M (les familles) qui ont le plus d'impact pour hiérarchiser les étapes du projet ou les actions correctives. [25]

II.3.4.6. Construction du diagramme :

- 1- Faire une flèche horizontale, pointant vers la droite, vers le problème identifié ou l'objectif,
- 2- Définir les M (familles) et tracer les arêtes, une par M, de part et d'autre de la ligne horizontale,
- 3- Regrouper les idées du brainstorming dans chaque M correspondant,

- 4- Placer des traits sur chaque arête, un par idée ou problème évoqué, en rapport avec chaque M,
- 5- Des flèches peuvent partir de ces traits-problèmes pour y inscrire les causes. [25]

II.4. Conclusion :

L'analyse des défauts des systèmes et la connaissance de la nature du défaut et leurs causes a pour réduire le temps de panne et permet de repérer plus rapidement les leviers d'action à activer pour s'améliorer.

Dans ce chapitre, nous avons étudié quatre méthodes sont la méthode d'AMDEC, la méthode de la courbe ABC, la méthode QQQCP et diagramme ISHIKAWA

CHAPITRE III : Généralité sur les Disjoncteurs HT/THT

III.1. Introduction :

La fonction d'un réseau de transport d'énergie électrique consiste à assurer le mouvement de l'énergie en la transitant par des lignes (haute tension HT) ou (très haute tension THT) entre les différentes sources de production et les postes de distribution. Tandis que la fonction d'un réseau BT consiste à distribuer cette énergie aux clients. [29]

Il ne suffit pas de produire le courant électrique dans les centrales, il faut aussi l'amener jusqu'à l'utilisateur final. Ainsi pour atteindre l'adéquation entre la production et la consommation, la structure électrique d'un pays est généralement décomposée en plusieurs niveaux correspondant à différents réseaux électriques.

Les dispositifs de protection surveillent en permanence l'état électrique des éléments d'un réseau et provoquent leur mise hors tension (par exemple l'ouverture d'un disjoncteur), lorsque ces éléments sont le siège d'une perturbation indésirable : court-circuit, défaut d'isolement, surtension,...etc. Le choix d'un dispositif de protection n'est pas le fruit d'une réflexion isolée, mais une des étapes les plus importantes de la conception d'un réseau électrique, Dans cette partie, on va voir les postes électriques, ainsi que les différents équipements de protection et beaucoup plus le disjoncteur. [30]

III.2. Postes électriques :

Un poste électrique est la partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments, et des transformateurs. Il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission. Les postes électriques se trouvent donc aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution.

Il existe plusieurs types de postes électriques : [26] [27]

- Postes de sortie de centrale (évacuation de centrale) : le but de ces postes est de raccorder une centrale de production de l'énergie au réseau électrique,
- Postes d'interconnexion : le but est d'interconnecter plusieurs lignes électriques HTB,
- Postes élévateurs : le but est de monter le niveau de tension, à l'aide d'un transformateur élévateur,
- Postes de distribution : le but est d'abaisser le niveau de tension pour distribuer l'énergie électrique aux clients résidentiels ou industriels.

III.3. Équipements de protection :

La Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I) définit la protection comme l'ensemble des dispositions destinées à la détection des défauts et des situations anormales des réseaux afin de commander le déclenchement d'un ou de plusieurs disjoncteurs et si nécessaire d'élaborer d'autres ordres de signalisation.

III.3.1. Rôle d'une protection :

Lorsqu'un défaut ou une perturbation se produit sur un réseau électrique, il est indispensable de mettre hors tension la partie en défaut à l'aide d'un système de protection. Ce dernier aura pour rôle de limiter les dégâts qui peuvent être causés par le défaut. [29]

III.4. Disjoncteur :

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 :

- 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 [28].

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).

III.4.1. Caractéristiques générales et constitution d'un disjoncteur à gaz SF₆ :

- Le disjoncteur modèle GI-E est un disjoncteur utilisant le gaz SF₆, destiné à l'installation d'extérieur sur des réseaux de distribution électrique ayant jusqu'à 40.5 kV de tension assignée.
- C'est un disjoncteur utilisant la technique "puffer" (auto-soufflage) permettant de générer et régler automatiquement le flux de gaz SF₆ nécessaire à l'extinction de l'arc électrique lors de l'opération d'ouverture.
- Il est actionné par une commande électromécanique à ressorts type GMh, destinée à effectuer des cycles de fermeture rapide.
- Le disjoncteur est essentiellement composé de :
 - (1) un support sur lequel sont fixées trois pôles
 - (2) un capot abritant la commande
 - (3) un système de transmission de manœuvre (mécanique) entre la commande et les pôles
 - (4) un châssis support.

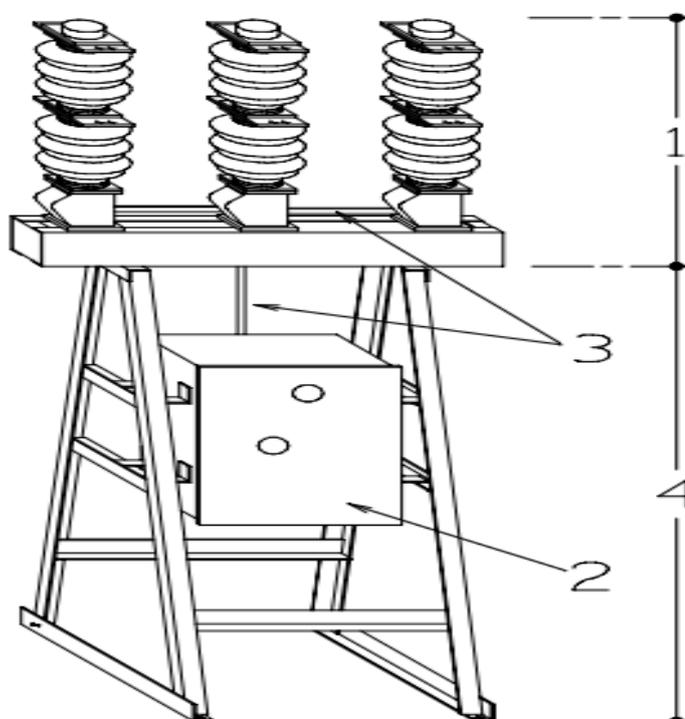


Figure III 1 : les composants de disjoncteur

III.4.2. Composition d'un pôle du disjoncteur :

- 1 Couvercle
- 2 Clapet de sûreté pour surpression
- 3 Tamis moléculaires
- 4 Borne supérieure
- 5 Isolateur supérieur
- 6 Contact fixe principal
- 7 Contact d'arc mobile
- 8 Tuyère de soufflage
- 9 Contact mobile principal
- 10 Contact d'arc mobile
- 11 Chambre de compression
- 12 Borne inférieure
- 13 Isolateur inférieur
- 14 Bielle isolante
- 15 Gaz SF6
- 16 Valve de remplissage
- 17 Boîtier de liaison mécanique
- 18 Arbre de manœuvre
- 19 Pressostat [31]

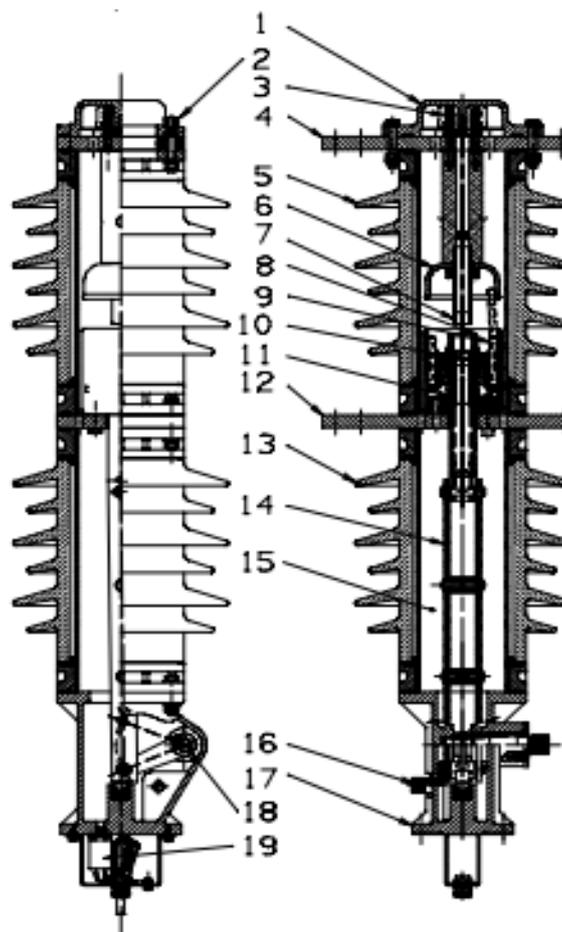


Figure III 2 : les composants de pole [31]

III.4.3. Procédure de coupure :

III.4.3.1. Organes principaux de coupure :

- 1 Contacts principaux
- 2 Contacts d'arc
- 3 Chambre de compression
- 4 Clapets
- 5 Tuyère

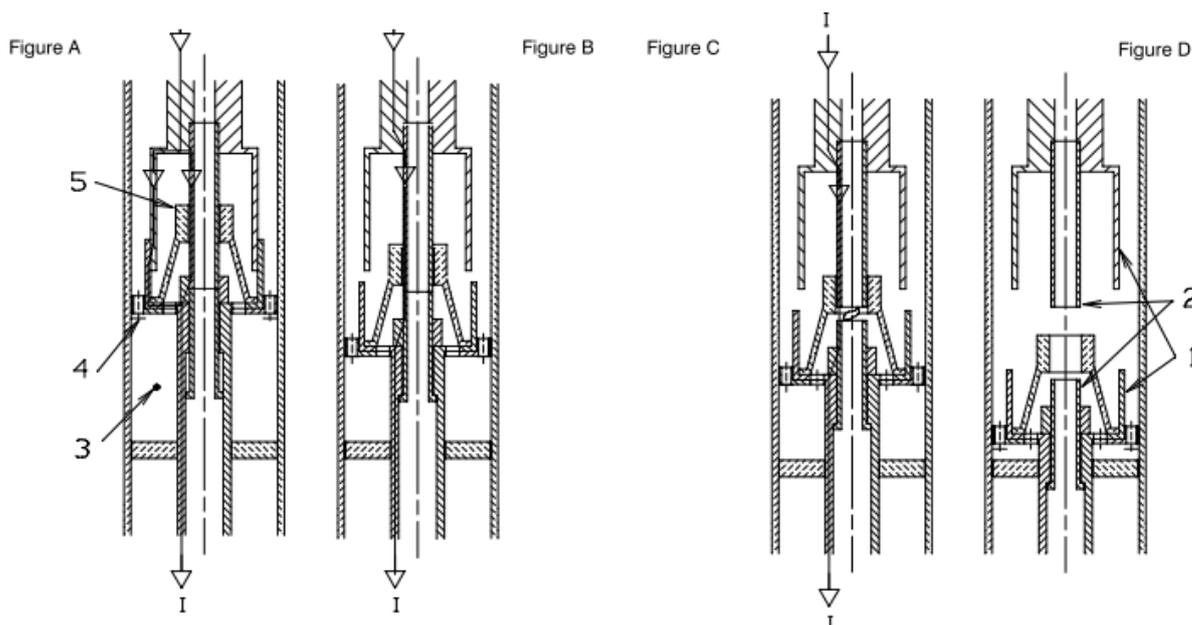


Figure III 3 : Procédure de coupure [31]

III.4.3.2. Description de coupure :

Etat initial : Disjoncteur fermé (Figure A).

Les contacts principaux (1) et les contacts d'arc (2) sont fermés et les ressorts d'ouverture principaux et auxiliaires sont comprimés. L'opération d'ouverture fait que les contacts mobiles sont violemment entraînés par les ressorts d'ouverture vers la position "ouvert".

Ce mouvement entraîne la séquence de faits suivante :

- Début de la phase de compression du gaz dans la chambre de compression (3) à la suite du mouvement du piston vers le bas, solidaire des contacts mobiles ; les clapets (4) de la chambre de compression sont tenus fermés par la pression même.
- Séparation des contacts principaux avec transfert total du courant sur le circuit des contacts d'arc (Figure B).
- Séparation des contacts d'arc et amorçage de l'arc électrique entre les extrémités de ces derniers (Figure C).
- Refroidissement de l'arc à la suite du flux de gaz généré par la pression qui s'est créée dans la chambre de compression et dirigé vers la zone d'arc au moyen de buses isolantes spéciales (5).
- Extinction de l'arc quand le courant passe par le zéro.
- Achèvement de la course d'ouverture des contacts mobiles (Figure D).

Lorsque l'on coupe des courants très élevés, l'arc électrique occupe tout l'espace disponible entre les contacts d'arc et la tuyère, et le flux de gaz est empêché : c'est ce qu'on appelle l'effet "clogging".

Cela a certains effets positifs comme :

- Le stockage de presque tout le gaz comprimé par le piston dans la chambre de compression, quand le courant ne passe pas par le zéro.
- La limitation de l'énergie de l'arc électrique car le ralentissement causé au mouvement du groupe des contacts mobiles à la suite de l'effet "clogging" limite la longueur de l'arc. [31]

III.4.4. Contrôle de l'état du SF6 dans les pôles :

Etant donné que les trois pôles sont séparés entre eux, ils constituent trois systèmes avec gaz SF6 sous pression, tout à fait indépendants.

Chaque pôle est contrôlé par un pressostat avec deux contacts indépendants qui interviennent à deux niveaux de pression différents.

En cas de diminution de la pression du gaz, on pourra noter la séquence d'événements suivante :

- Alarme à distance par l'intermédiaire des contacts du pressostat avec niveau de déclenchement plus élevé.

Les contacts sont reliés un par un au bornier du capot commande.

On pourra donc repérer le pôle qui a des problèmes sans mesurer directement la pression à l'aide du manomètre.

- Verrouillage de la commande électrique à distance et locale du disjoncteur, en laissant la commande mécanique activée, uniquement pour les cas d'urgence ; l'ordre est alors exécuté au moyen des boutons poussoirs mécaniques d'ouverture et de fermeture placés à l'avant de la commande. [31]

III.5. La maintenance du disjoncteur à gaz SF6 :

III.5.1. Généralités :

Dans des conditions normales d'exploitation, les disjoncteurs ne demandent qu'un entretien simple.

Les opérations d'entretien et leur fréquence sont liées aux conditions réelles d'exploitation qui sont essentiellement déterminées par les facteurs suivants :

- fréquence de manœuvre du disjoncteur
- nombre de manœuvres totalisées
- valeur des courants coupés

- temps d'exploitation
- conditions du milieu de travail.

Le tableau de maintenance servant de référence proposé au par l'entretien systématique et préventif-contrôles devra être adopté initialement et complété par la suite sur la base des résultats obtenus durant les contrôles périodiques effectués sur l'appareillage.

En particulier, des conditions ambiantes extrêmes imposent une réduction des intervalles de temps conseillés.

Avant toute intervention de maintenance il faudra mettre le disjoncteur hors service, ensuite, il faut suivre les indications suivantes :

- ouvrir le disjoncteur à distance
- couper le circuit principal du disjoncteur du réseau électrique
- mettre à la terre les deux côtés du circuit principal à proximité des bornes du disjoncteur
- couper le courant du circuit d'alimentation du moteur d'armement des ressorts de fermeture
- désarmer les ressorts de fermeture en effectuant une manœuvre de fermeture et d'ouverture--coupé le courant des circuits de commande et des circuits auxiliaires
- contrôler localement que le disjoncteur soit bien ouvert et que les ressorts soient détendus.

Outre les interventions de maintenance conseillées, se rappeler, durant l'exploitation de :

- manœuvrer le disjoncteur au moins une fois par an pour prévenir les frottements anormaux dus à une longue période d'inactivité.
- effectuer des inspections de l'extérieur pour relever les anomalies ou les défauts de toute sorte pouvant nuire au bon fonctionnement du disjoncteur. [31]

III.5.2. Référence conseillé pour la maintenance :

Tableau III.1 : référence conseillé pour la maintenance [31]

Partie à inspecter	Que vérifier ?	Remèdes en cas de vérification négative	Périodicité des interventions
Pôle	Pression du gaz à la valeur assignée	Rétablir la valeur assignée par complément de remplissage de gaz	1 an après la mise en service et ensuite tous les trois ans

Isolateurs des pôles	Absence de saleté sur les surfaces	Nettoyer avec un chiffon sec ou éventuellement Légèrement humide avec de l'eau	En fonction des conditions ambiantes
Raccordement Des pôles aux bornes	Absence de corrosion sur les bords de la jonction Serrage correct des boulons Présence de graisse sur la jonction	Démonter la jonction Nettoyer la zone corrodée avec de la toile émeri fine ; Refaire la jonction en respectant toute la procédure prévue pour réaliser la jonction, nettoyer la jonction avec un chiffon sec ou éventuellement imbibé d'alcool éthylique Recouvrir la jonction de graisse neutre.	1 an après la mise en service et ensuite tous les trois ans
Raccordement de mise à la terre du châssis	Absence de corrosion sur les bords de la jonction Serrage correct des boulons Présence de graisse sur la jonction	Démonter la jonction Nettoyer la zone corrodée avec de la toile émeri fine Refaire la jonction en respectant toute la procédure prévue pour réaliser la jonction, Nettoyer la jonction avec un chiffon sec ou éventuellement imbibé d'alcool éthylique Recouvrir la jonction de graisse neutre vaseline	1 an après la mise en service et ensuite tous les trois ans
Transmission mécanique externe	Absence de saleté, de corps étrangers ou corrosion des parties sujettes au contact Présence de graisse dans les zones de contact	Déconnecter la transmission Eliminer la saleté ou les traces de corrosion par des moyens adéquats (pinceau, toile émeri, chiffon imbibé d'alcool éthylique ou de trichloréthane) Lubrifier abondamment et totalement les goujons à l'aide de graisse au lithium en conditions d'exercice difficiles -Lubrifier abondamment les arbres jusqu'aux joints d'étanchéité, avec de la graisse à la silicone Ne pas utiliser de solvant dans la zone des arbres. Risque : détérioration de la garniture d'étanchéité à l'eau	1 an après la mise en service et ensuite tous les trois ans

Structure métallique externe	Absence de corrosion Absence de boulons desserrés	Eliminer les traces de corrosion par des moyens adéquats (brosse ou toile émeri) Retoucher la zone traitée avec une peinture adaptée Serrer à fond les boulons desserrés	1 an après la mise en Service et ensuite tous les trois ans et toutes les 3000 manœuvres
Dispositifs à l'intérieur du capot commande	Dispositifs à l'intérieur du capot commande Présence de graisse sur les différents mécanismes soumis à contact Position correcte et serrage des différents éléments de fixation	Nettoyer avec des chiffons secs ou imbibés d'alcool éthylique Contrôler que tous les éléments de fermeture du capot assurent un bon degré d'étanchéité (IP55). En particulier, contrôler que les garnitures du portillon, des panneaux de fermeture et des serre-câbles adhèrent de façon uniforme. -Eventuellement, lubrifier légèrement avec de la graisse neutre (silicone ou vaseline). S'Il y a des traces de condensation et que le contrôle précédemment cité n'a pas relevé d'anomalies, suivre les instructions suivantes : -contrôler le fonctionnement des résistances de chauffage - si on ne relève toujours pas de défauts, augmenter la température de déclenchement du thermostat. -Lubrifier avec de la graisse au lithium pour fonctionnement en conditions difficiles -Serrer les vis desserrés Remettre les bagues d'arrêt correctement en place	1 an après la mise en service et ensuite tous les trois ans et toutes les 3000 manœuvres

III.5.3. Révision complète

Commande : Quand on atteint 10.000 manœuvres

Pôles : Quand on atteint 10.000 manœuvres mécaniques ou bien les 20 ans de service ou bien encore une fois atteint le nombre maximum de coupures consenties ou quand les contacts d'arc sont usés. [31]

III.5.4. Essais après les opérations d'entretien :

Vérifier si les différents dispositifs électriques et mécaniques fonctionnent correctement en effectuant quelques séquences de manœuvres.

III.5.5. Mesurage de la pression du gaz dans les pôles

- S'assurer que le disjoncteur soit hors service.

- Attendre que le pôle soit à la température ambiante.
- Dévisser le capuchon de protection de la valve de remplissage du pôle et le retirer.
- Raccorder le manomètre de contrôle à la valve.
- Lire la pression.
- Tenir compte de l'influence de la température ambiante sur la valeur de pression obtenue
- Remonter le capuchon protecteur de la valve après avoir vérifié si les deux joints d'étanchéité se trouvent bien sur le capuchon, s'ils sont intacts et lubrifiés. [31]

III.5.6. Compléments de remplissage de gaz dans les pôles :

S'il est nécessaire de rajouter du gaz dans l'un des pôles à la suite d'un signal d'alarme venant du pressostat ou bien à la suite d'un contrôle direct de la pression à l'aide d'un manomètre, répéter les opérations effectuées durant le remplissage du pôle, dans la phase d'installation du disjoncteur.

Si cette opération de remise à niveau du gaz devait être répétée trop fréquemment, repérer le point de fuite au moyen d'un détecteur de fuites spécial pour gaz halogènes.

Si la réparation exige des interventions à l'intérieur du pôle, respecter les instructions données en cas de révision complète du pôle. [31]

III.5.7. Contrôle de l'usure des contacts d'arc :

- S'assurer que le disjoncteur est bien hors service
- Désaccoupler la liaison tige de transmission verticale/levier central en retirant le goujon qui les fixe.
- Déconnecter la bielle horizontale de transmission du levier du pôle qu'on doit contrôler en retirant le goujon qui les accouple.
- Porter lentement à la main le levier du pôle vers la position "fermé".
- S'arrêter quand les contacts d'arc se touchent, c'est à dire quand se manifeste la continuité électrique qui s'est créé entre la borne supérieure et la borne inférieure du pôle. [31]

III.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné des généralités sur les différents types des postes électriques. Egalement les équipements de protection électriques et leur rôle, ainsi qu'un aperçu sur les différents types des disjoncteurs utilisés dans les réseaux électrique en expliquant la technologie des disjoncteurs à gaz SF6 les plus utilisés actuellement dans le monde, notamment en Algérie.

A la fin nous avons présenté la politique et le mode opératoire de la maintenance préventive ou corrective appliquée sur le disjoncteur.

CHAPITRE IV

Présentation de GRTE et consistance physique

IV.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). [32]

IV.2. Présentation de l'entreprise (GRTE) :

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). [32]

IV.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.2.2. Plan de situation poste 220 /60/30kV :

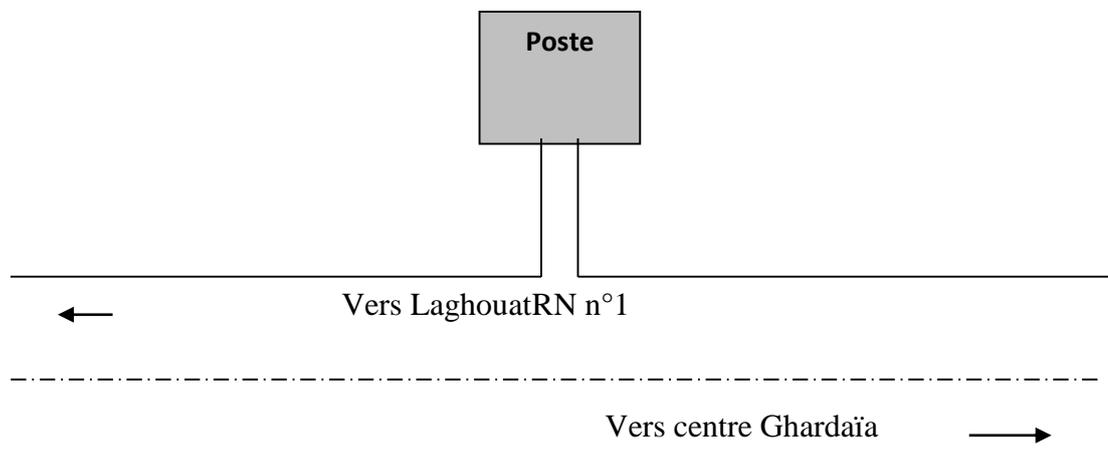


Figure IV 1 : situation de poste [32]

IV.2.3. Plan de masse :

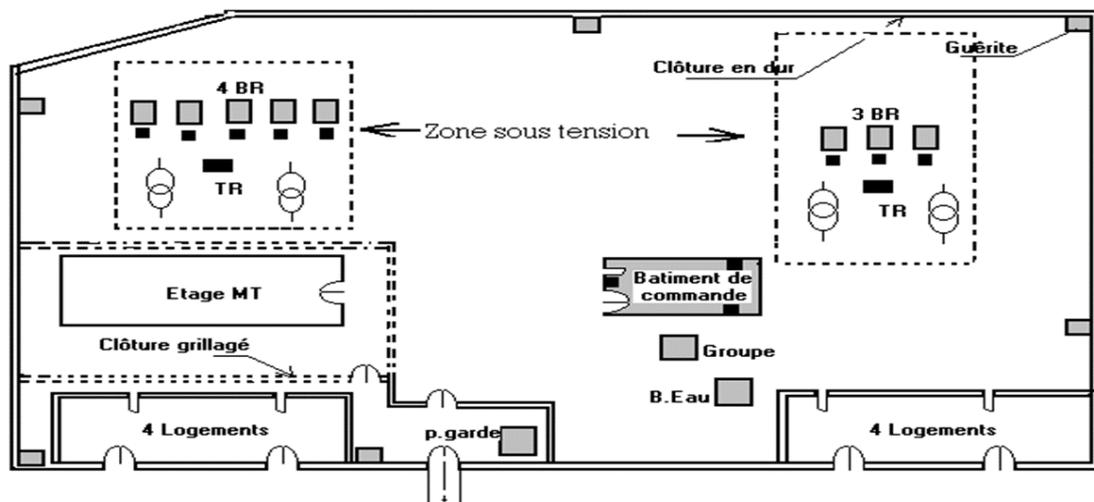


Figure IV 2 : Plan de masse poste de GHARDAIA

IV.2.4.Schéma unifilaire du poste :

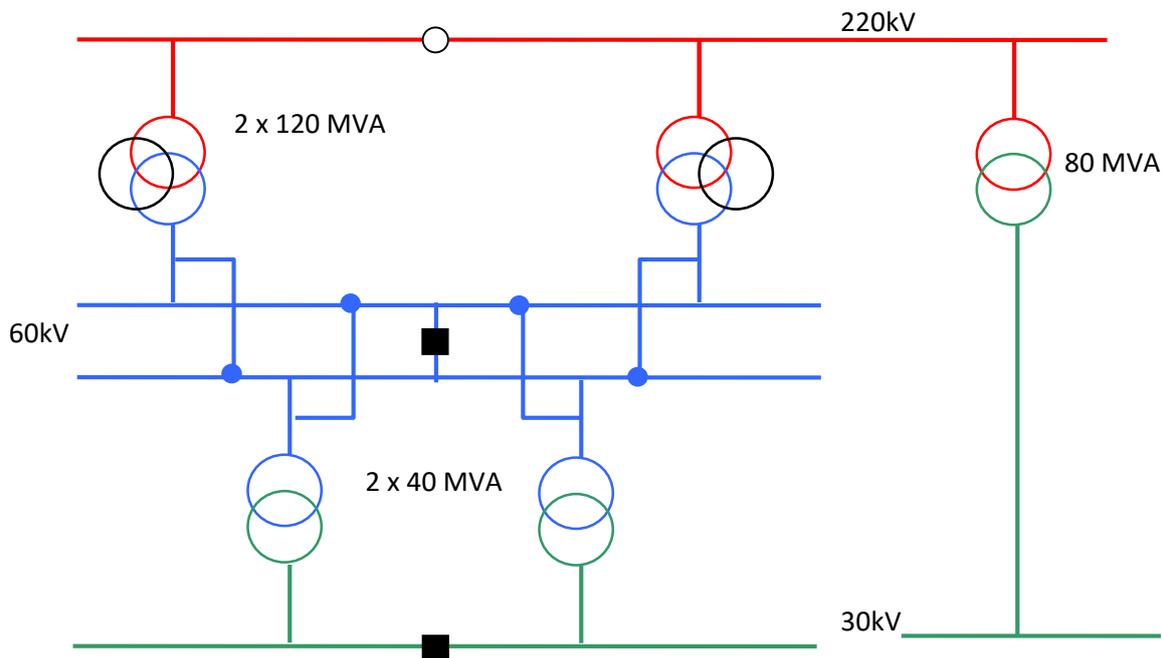


Figure IV 3 : Schéma unifilaire du poste [32]

IV.3.Consistance de l'ouvrage :

IV.3.1.Poste :

Tableau IV.1 : consistance de l'ouvrage (poste)

Etage	Intérieur	Extérieur	Classique	Blindé
THT	/	X	X	/
HT	/	X	X	/
MT	X	/	X	/

IV.3.2.Travées :

Tableau IV.2 : consistance de l'ouvrage (Travées)

Nombre de travées	THT(220)	HT (60kV)	MT (30kV)	MT (10kV)
Equipées	05	09	19+4	00
Partiellement équipées	01	00	00	00
Extensibles	01	02	00	00

IV.4.Protections des départs : Départs 220KV

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

Tableau IV.3 : Protections des départs (Départs 220Kv)

Travée Ouargla :		
Protection	Marque	Référence
PRINCIPALE 1	SIEMENS	7SA513
PRINCIPALE 2	ABB	REL316
MAX.I	SIEMENS	7SA513
P.COMP	SIEMENS	7SJ531
REENCLENCEUR	SIEMENS	7SA513
LOCALISATEUR	SIEMENS	7SA513
BACK-UP	SIEMENS	7SV512
Protection de surtension	SIEMENS	7RW600
Protection de rupture de synchronisme	SIEMENS	7UM 516
Travée HRM 1 :		
Protection	Marque	Référence
PRINCIPALE 1	SIEMENS	7SA513
PRINCIPALE 2	ABB	REL316
MAX.I	SIEMENS	7SA513
P.COMP	SIEMENS	7SJ531
REENCLENCEUR	SIEMENS	7SA513
LOCALISATEUR	SIEMENS	7SA513
Travée HRM 2 :		
Protection	Marque	Référence
PRINCIPALE 1	SIEMENS	7SA513
PRINCIPALE 2	ABB	REL316
MAX.I	SIEMENS	7SA513
P.COMP	SIEMENS	7SJ531
REENCLENCEUR	SIEMENS	7SA513
LOCALISATEUR	SIEMENS	7SA513

IV.5. Protections transformateurs :

Tableau IV.4 : Protections transformateurs 220/60kV

TR 220/60kV 1		
MAX I Point neutre 10kV	SIEMENS	7SJ600

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

MAX I masse cuve TSA	SIEMENS	
Protection câble	SIEMENS	7SA513
Differential	SIEMENS	7UT512
Surcharge 60Kv thermique	SIEMENS	7SJ600
MAX.I 60kV	SIEMENS	
MAX.I 10 kV	SIEMENS	
Max I 0.4 kV TSA	SIEMENS	
Max I 10 kV TSA	SIEMENS	
TR 220/60kV 2		
MAX I Point neutre 10kV	SIEMENS	7SJ600
MAX I masse cuve TSA	SIEMENS	
Protection câble	SIEMENS	7SA513
Differential	SIEMENS	7UT512
Surcharge 60Kv thermique	SIEMENS	7SJ600
MAX.I 60kV	SIEMENS	
MAX.I 10 kV	SIEMENS	
Max I 0.4 kV TSA	SIEMENS	
Max I 10 kV TSA	SIEMENS	

Tableau IV.5 : Protections transformateurs 60/30kV

TR 60/30kV 3		
MAX I 60kV	SIEMENS	7SJ600
MAX I surcharge côté 30kV	SIEMENS	
MAX I Point neutre 30kV	SIEMENS	
Differential	SIEMENS	7UT512
Défaillance DISJ et Relais Complémentaire PDD	SIEMENS	7SV512
TR 60/30kV 4		
MAX I 60kV	SIEMENS	7SJ600
MAX I surcharge côté 30kV	SIEMENS	
MAX I Point neutre 30kV	SIEMENS	
Differential	SIEMENS	7UT512
Défaillance DISJ et Relais Complémentaire PDD	SIEMENS	7SV512

IV.6. Les éléments d'une Travée dans un poste de transformation THT/HT :

IV.6.1.Transformateurs :

Transformateur électrique : Un transformateur est une machine électrique statique destiné à transformer une tension (courant) alternative en une autre tension (courant) alternative de même fréquence, et d’amplitude généralement différent afin d l’adapter aux différents besoins d’utilisateurs.

Tableau IV.6 : les transformateurs

Transformateur	Nombre	Niveau de tension	Puissance	Constructeur
THT/THT	/	/	/	/
THT/HT	/	/	/	/
THT/HT/MT	02	220/60/10.5kV	120MVA	EFACEC
THT/MT	01	220/30kV	40MVA	SIEMENS
HT/MT	02	60 / 30kV	40 MVA	EFACEC
MT/BT (TSA)	02	10.5 kV / 0.4kV	250 KVA	ENEL

IV.6.2.Disjoncteurs :

Un disjoncteur est un appareil de connexion capable d’établir, de supporter et d’interrompre des courants dans des conditions normales et anormales jusqu’à son pouvoir de coupure.

Dans cette société il y a plusieurs disjoncteurs comme suivante :

Tableau IV.7 : les caractéristiques du disjoncteur de la Travée 220kV HRM 2

Disjoncteur Travée HRM 2 220kV	
Type	3AQ1EE
Année de construction	99/35039181
Référence IEC56	42703142003a
Tension nominale	245kV
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	1050kV
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	460kV
Fréquence assignée	50Hz
Courant assignée en service continu	3150A
Pouvoir de coupure assignée en court-circuit	31.5kA
Durée de court-circuit assignée	3s
Pouvoir de coupure assignée en discordance de phases	7.9kA
Pouvoir de coupure assignée de lignes à vide	125A
Séquence de manœuvres	0-0.3s-co-3 min

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

Plage de pression du dispositif de manœuvres	250.....375 bars
Pression relative du SF6 à +20°C	6.0 bar
Masse du SF6	15.5 kg
Masse avec SF6	3200kg
Tensions assignée d'alimentation des circuits auxiliaires	
Circuit de commande	DC125V
Moteur d'armement	380/220V
chauffage	380/220V
Classe de température	-10...+60°C

Tableau IV.8 : les caractéristiques de disjoncteur Travée OUARGLA 220kV

Disjoncteur Travée OUARGLA 220kV	
Type	3AQ1EE
Année de construction	99/35039183
Référence IEC56	42703142003a
Tension nominale	245kV
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	1050kV
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	460kV
Fréquence assignée	50Hz
Courant assignée en service continu	3150A
Pouvoir de coupure assignée en court-circuit	31.5kA
Durée de court-circuit assignée	3s
Pouvoir de coupure assignée en discordance de phases	7.9kA
Pouvoir de coupure assignée de lignes à vide	125A
Séquence de manœuvres	0-0.3s-co-3 min
Plage de pression du dispositif de manœuvres	250.....375 bars
Pression relative du SF6 à +20°C	6.0 bar
Masse du SF6	15.5 kg
Masse avec SF6	3200kg
Tensions assignée d'alimentation des circuits auxiliaires	
Circuit de commande	DC125V
Moteur d'armement	380/220V
chauffage	380/220V

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

Classe de température	-10..+60°c
-----------------------	------------

Tableau IV. 9 : disjoncteur travée transformateur 220kV

Disjoncteur Travée Transformateur 220kV	
Type	3AQ1EG
Année de construction	99/K35039195
Référence IEC56	42703142003a
Tension nominale	245kV
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	1050kV
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	460kV
Fréquence assignée	50Hz
Courant assignée en service continu	3150A
Pouvoir de coupure assignée en court-circuit	31.5kA
Durée de court-circuit assignée	3s
Pouvoir de coupure assignée en discordance de phases	7.9kA
Pouvoir de coupure assignée de lignes à vide	125A
Séquence de manœuvres	0-0.3s-co-3 min
Plage de pression du dispositif de manœuvres	250.....375 bars
Pression relative du SF6 à +20°c	6.0 bar
Masse du SF6	15.5 kg
Masse avec SF6	3000kg
Tensions assignée d'alimentation des circuits auxiliaires	
Circuit de commande	DC125V
Moteur d'armement	380/220V
chauffage	380/220V
Classe de température	-10...+60°c

Tableau IV.10 : disjoncteur travée transformateur 60/30 kV

Disjoncteur Travée Transformateur 60/30kV	
Type	3AP1FG
Année de construction	99/K35039211

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

Référence IEC56	42703141003b
Tension nominale	72.5kV
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	325kV
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	140kV
Fréquence assignée	50Hz
Courant assignée en service continu	3150A
Pouvoir de coupure assignée en court-circuit	31.5kA
Durée de court-circuit assignée	1s
Pouvoir de coupure assignée en discordance de phases	7.9kA
Facteur de premier pole	1.5
Pouvoir de coupure assignée de lignes à vide	31.5
Séquence de manœuvres	0-0.3s-co-3 min
Pression relative du SF6 à +20°C	6.0 bar
Masse du SF6	7.3 kg
Masse avec SF6	1350kg
Tensions assignée d'alimentation des circuits auxiliaires	
Circuit de commande	DC125V
Moteur d'armement	220V
Chauffage	380/220V
Classe de température	-10...+60°C

IV.6.3.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 de tout 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.

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

Tableau IV.11 : les Sectionneurs

Sectionneur	Constricteur	type	Caractéristique
Travée sectionnement Barre 220kV			
Sectionnement Barre	EFACEC	CSE	3000A / 220kV
Travée Départ 220kV			
Sectionneur de barre Q1	EFACEC	CSE	1600A / 220kV
Sectionneur de ligne Q9	EFACEC	MR	1600A / 220kV
Sectionneur de terre Q8	EFACEC	MR	1600A / 220kV
Travée TR 220/60kV n°1 & 2			
Sectionneur de barre Q1	EFACEC	CSE	1600A / 220kV
Sectionneur de liaison 60kV (Q 9)	EFACEC	MR	1600A / 72.5 kV
Sectionneur d'isolement TSA (Q65)	JAME DACOSTA	ICLG	630A / 10kV
Sectionneur de terre 60kV (Q63)	EFACEC	MR	1250A / 245 kV
Sectionneur de terre 30kV (Q64)	EFACEC	MR	1250A / 72.5 kV
Travée TR 60/30kV n°3 & 4			
Sectionneur de barres 1 & 2 (Q1 & Q 2)	EFACEC	CSE	1250A / 72.5kV
Sectionneur d'isolement 30kV (Q 9)	EFACEC	MR	1250A / 30 kV
Sectionneur de terre 60kV (Q63)	EFACEC	MR	1250A / 72.5 kV
Sectionneur de terre 30kV (Q64)	EFACEC	MR	1250A / 72.5 kV
Travée Départ 60kV			
Sectionneur de barres 1 & 2 (Q1 & Q 2)	EFACEC	CSE	1250A / 72.5kV
Sectionneur de ligne Q9	EFACEC	MR	1250A / 72.5kV
Sectionneur de terre Q8	EFACEC	MR	1250A / 72.5kV
Travée couplage 60kV			
Sectionneur de barres 1 & 2 (Q1 & Q 2)	EFACEC	CSE	1250A / 72.5kV

IV.6.4.Réducteurs de mesures :

Les transformateurs de mesure doivent présenter un degré élevé de précision afin de garantir une facturation précise. Il est donc essentiel de les inspecter et de les étalonner à intervalles réguliers. Les transformateurs de mesure destinés à la protection renseignent les relais de protection et doivent également fonctionner avec précision pour ne pas envoyer aux disjoncteurs des fausses alertes qui provoquent des manœuvres intempestives ou destructives.

IV.6.4.1.Transformateur de tension T.T :

Tableau IV.12 : Réducteur de mesure TP

Nom de travée	Constricteur	Type	N° de série	
Etage 220kV				
Barre 1/1	Alstom	CCV245	XH818801/020	
Barre 1/2	Alstom	CCV245	XH818801/019	
HRM 1	Alstom	CCV245	Ph 0	XH818801/018
	Alstom	CCV245	Ph 4	XH818801/014
	Alstom	CCV245	Ph 8	XH818801/016
Ouargla	Alstom	CCV245	Ph 0	XH818801/013
	Alstom	CCV245	Ph 4	XH818801/011
	Alstom	CCV245	Ph 8	XH818801/012
HRM 2	Alstom	CCV245	Ph 0	
	Alstom	CCV245	Ph 4	
	Alstom	CCV245	Ph 8	

IV.6.4.2.Transformateur de courant TC :

Tableau IV.13 : Réducteur de mesure TC

Nom de travée	Constricteur	Caractéristique
Etage 220kV		
TR 1&2	EFACEC	200-400/1A 30VA 0.5 FS5
	EFACEC	200-400/1A 30VA 5P20

PRESENTATION DE GRTE ET CONSISTANCE PHYSIQUE

	EFACEC	200-400/1A 30VA 5P20	
	EFACEC	400/2A 10VA 10P2	
	EFACEC	700-1400/1A 30VA 0.5FS5	
	EFACEC	700-1400/1A 30VA 5P20	
	EFACEC	1350-2700/1A 30VA 0.5FS5	
	EFACEC	1350-2700/1A 30VA 5P20	
Masse cuve TSA 1&2	BALTEAU	100-200/1A	
Max I Point Neutre TSA	BALTEAU	50-100/1A	
Travée	Constricteur	Type	Caractéristique
Départ 220kV	ALSTOM	QDR245	400-800/1-1-1A 45VA cl 0.5 FS5 45VA cl 5P20
Départ 60kV	ALSTOM	QDR245	300-600/1-1A 45VA cl 0.5 FS5 45VA cl 5P20
TR 60/30kV N°3 & 4	EFACEC	250-500/1A 30VA 0.5 FS5	
	EFACEC	200-400/1A 30VA 5P20	
	EFACEC	500/2A 10VA 10P2	
	EFACEC	450-900/1A 30VA 0.5 FS5	
	EFACEC	450-900/1A 30VA 5P20	

IV.7.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'entreprise GRTE (Filiale de SONELGAZ), dont nous avons donné son historique, sa structure et organisation ainsi que sa mission, nous avons détaillé aussi la constitution et la consistance physique du poste de transformation GRTE-Ghardaïa, c'est-à-dire la majorité des organes et équipements électrique HT et BT composant le poste et ces caractéristiques physique.

CHAPITRE V

Application des méthodes de fiabilité

V.1. Introduction :

Le choix d'un système est basé sur son rôle et son importance dans la chaîne du système d'une entreprise. Pour évaluer le niveau de sûreté de fonctionnement de système choisi (disjoncteur THT de la travée 220kV transformateur N°1) (voir caractéristiques disjoncteur dans la page 44), il faut extraire son historique de panne.

Dans notre travail, nous avons choisi ce disjoncteur à cause de son importance dans la protection du poste électrique et surtout la protection d'un équipement noble qui est le transformateur de puissance 220/60kV N°1.

V.2. Historique des pannes du disjoncteur :

Le tableau suivant résume l'historique des pannes de disjoncteur de l'année 2019

Tableau V.1 : Historique des anomalies [33]

Désignation de l'anomalie	Date de signalisation	Date de la levée
Refus de fermeture disjoncteur	24/01/2019	24/01/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	05/02/2019	05/02/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	05/11/2019	05/11/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	03/10/2019	03/10/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	09/12/2019	09/12/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	09/08/2019	09/08/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	07/02/2019	07/02/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	07/09/2019	07/09/2019
Refus d'ouverture disjoncteur	18/02/2019	18/02/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	13/06/2019	13/06/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	07/06/2019	07/06/2019
blocage disjoncteur	14/04/2019	14/04/2019

APPLICATION DES METHODES DE FIABILITE

Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	03/04/2019	03/04/2019
Anomalie commande disjoncteur	14/04/2019	14/04/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	15/02/2019	15/02/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	22/04/2019	22/04/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	15/04/2019	17/04/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	26/05/2019	26/05/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	05/05/2019	05/05/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	17/04/2019	17/04/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	09/01/2019	09/01/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	06/06/2019	06/06/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	09/07/2019	09/07/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	17/06/2019	17/06/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	14/05/2019	14/05/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	02/07/2019	02/07/2019
Contact de fin de course moteur de recharge ressort Disjoncteur défectueux	02/07/2019	02/07/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	15/08/2019	15/08/2019
Bobine de déclenchement disjoncteur amorcée	04/07/2019	04/07/2019
fuite de Gaz SF6	14/07/2019	14/07/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	25/06/2019	25/06/2019
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	08/08/2019	08/08/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	30/07/2019	01/07/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	15/07/2019	15/07/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	21/07/2019	22/07/2019

APPLICATION DES METHODES DE FIABILITE

Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	24/07/2019	12/08/2019
Baisse pression gaz SF6 disjoncteur	07/08/2019	23/08/2019
fuite de Gaz SF6	21/11/2019	21/11/2019
Refus d'ouverture disjoncteur	14/08/2019	14/08/2019
fuite de Gaz SF6	08/10/2019	08/10/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	07/08/2019	08/08/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	25/12/2019	25/12/2019
fuite de Gaz SF6	20/08/2019	23/08/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	25/02/2019	25/02/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	22/09/2019	23/09/2019
fuite de Gaz SF6	12/02/2019	12/02/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	05/05/2019	05/05/2019
fuite de Gaz SF6	16/04/2019	16/04/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	30/08/2019	31/08/2019
fuite de Gaz SF6	03/03/2019	03/03/2019
Moteur réarmement ressort de disjoncteur défectueux	08/10/2019	08/10/2019
fuite de Gaz SF6	23/01/2019	23/01/2019
Refus de fermeture disjoncteur	18/02/2019	19/02/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	03/01/2019	03/01/2019
Refus d'ouverture disjoncteur	03/02/2019	03/02/2019
fuite de Gaz SF6	05/02/2019	05/02/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	07/04/2019	07/04/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	15/10/2019	17/10/2019
fuite de Gaz SF6	08/05/2019	08/05/2019
fuite de Gaz SF6	19/03/2019	20/03/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	15/06/2019	17/06/2019
fuite de Gaz SF6	15/10/2019	17/10/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	20/03/2019	20/03/2019
Refus de Fermeture Disjoncteur	28/05/2019	29/05/2019

Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	24/04/2019	24/04/2019
fuite de Gaz SF6	02/05/2019	02/05/2019
Moteur réarmement ressort de disjoncteur défectueux	27/05/2019	30/05/2019
fuite de Gaz SF6	27/03/2019	27/03/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	28/05/2019	28/05/2019
Phase disjoncteur Grillé	17/04/2019	17/04/2019
fuite de Gaz SF6	15/06/2019	15/06/2019
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	24/04/2019	24/04/2019
fuite de Gaz SF6	17/04/2019	17/04/2019
Position intermédiaire indiqué sur le voyant du disjoncteur	14/05/2019	16/05/2019

V.3. Application de la loi de Pareto :

Pour appliquer la méthode ABC, il doit classer en premier temps les pannes du disjoncteur par ordre décroissant en suite calculer leurs cumuls et leurs pourcentages et calculer en deuxième temps le cumul et le pourcentage de fréquence de panne comme illustré par le tableau suivant:

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

	Les anomalies	Nbre pannes	Temps d'arrêt (heurs)	Cumul Nbre pannes	Cumul de Temps d'arrêt	Cumul de Temps d'arrêt en (%)	Cumul Nbre de pannes en (%)
1	Baisse Pression GAZ SF6 disjoncteur	15	50	15	50	19.3	15
2	Phase disjoncteur Grillé	2	48	17	98	37.8	17
3	Refus de d'ouverture disjoncteur	5	43	22	141	54.4	20
4	Anomalie sur commande disjoncteur	3	36	25	177	68.3	22

5	Moteur réarmement ressort de disjoncteur défectueux	1	24	26	201	77.6	25
6	Refus fermeture disjoncteur	7	17	33	218	84.2	35
7	fuite de Gaz SF6	9	15	42	233	89.9	58
8	Position intermédiaire sur le voyant du disjoncteur	10	10	52	243	93.9	71
9	Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	8	8	60	251	96.9	82
10	Contact de fin de course moteur de recharge ressort commande disjoncteur défectueux	7	5	67	256	98.8	92
11	Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	6	3	73	259	100	100

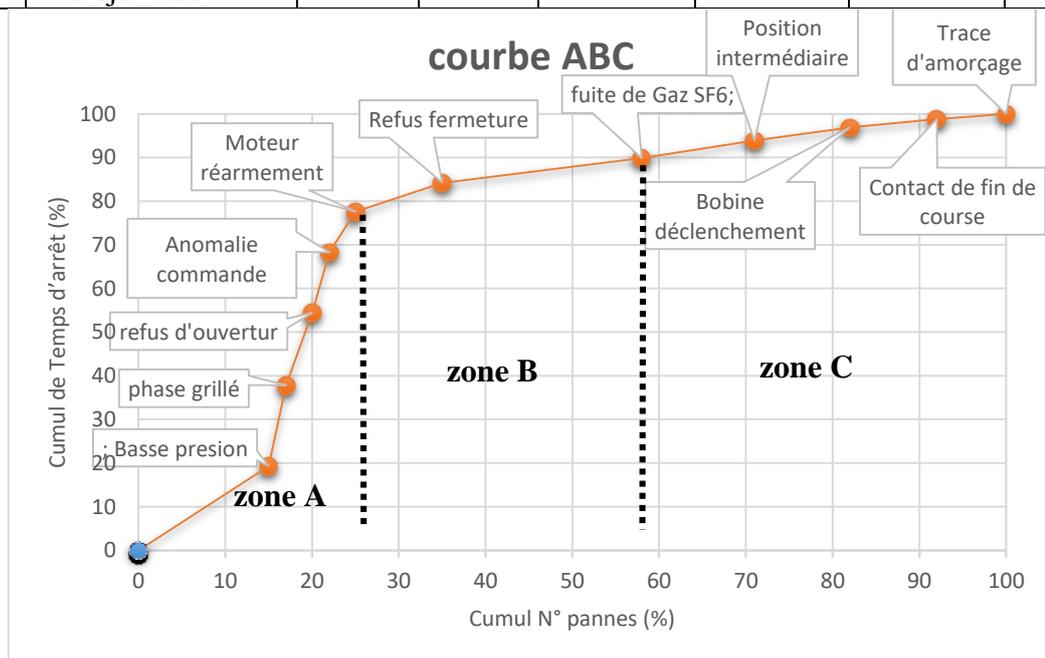


Figure V 1 : courbe ABC

V.3.1. L'interprétation du courbe ABC :

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

Zone "A" : les 77.6% des heures de panne représentent 25% de fréquence de panne, cette zone contient les éléments les plus perturbés (représente un temps d'arrêt élevé relativement) :

Zone "B" : les 16.6% des heures de panne représentent 46% de fréquence de panne.

Zone "C" : les 5.8% des heures de panne représentent 29% de fréquence de panne.

V.4. Application de la méthode AMDEC :

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 est à réaliser Selon les sources.

Tableau V.3 : Fréquences des anomalies

Fréquences (O)	
1	$1 \geq$ défaillance par ans
2	$10 \geq$ défaillance par ans >1
3	$25 \geq$ défaillance par ans >10
4	défaillance par ans > 25

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 gravite

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

Défaillances			criticités				Action corrective à mener
Mode	Cause	Effet	O	D	G	C	
Refus de d'ouverture disjoncteur	Dure mécanique ou Problème électrique de commande	Dégât matériel et humain	2	1	3	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Refus fermeture disjoncteur	Dure mécanique ou Problème électrique de commande	Manque alimentation client	2	1	3	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Contact de fin de course moteur de recharge ressort commande disjoncteur défectueux	Corrosion	difficulté de réarmement ressort commande disjoncteur (réarmement Manuel)	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Baisse Pression GAZ SF6 disjoncteur	Dégradation étanchéité	Risque d'explosion disjoncteur	3	2	3	18	Amélioration des performances d'élément maintenance Préventive systématique

APPLICATION DES METHODES DE FIABILITE

fuite de Gaz SF6	Dégradation étanchéité	Risque d'explosion disjoncteur	3	2	3	18	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Phase disjoncteur Grillé	Amorçage	Travée non protégée	1	2	3	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Anomalie sur commande disjoncteur	Déconnexion installation de commande	Travée non protégée	1	2	3	6	Aucune modification de conception maintenance correctif
Bobine déclenchement disjoncteur Défectueuse	surcharge	Travée non protégée	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Position intermédiaire sur le voyant du disjoncteur	Blocage contacte mobile ou Blocage indicateur de position	Risque d'explosion disjoncteur	2	2	3	12	Amélioration des performances d'élément Maintenance Préventive systématique
Trace d'amorçage légère sur prise disjoncteur	Amorçage	Amorçage disjoncteur	2	1	2	4	Aucune modification de conception maintenance correctif
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

V.5. Conclusion :

L'application de Pareto est utile pour identifier sur quelles causes agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.

Après l'application de la loi de Pareto nous avons permis de :

- ✓ hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences
- ✓ définir des priorités
- ✓ sélectionner les problèmes les plus importants.

Après l'application de la méthode AMDEC (le classement des différents modes de défaillances potentielles d'après les indices de Criticité) on peut :

- ✓ exécuter les actions préventives ou correctives.
- ✓ faire la lumière sur quelques points faibles du disjoncteur.
- ✓ la réduction de la probabilité d'occurrence
- ✓ la réduction de la probabilité de non-détection
- ✓ la réduction de la gravité de l'effet de défaillance

CONCLUSION GENERALE

L'application de la maintenance des systèmes électromécaniques est indispensable pour minimiser au maximum le nombre et le temps des pannes, et par conséquent améliorer le temps de bon fonctionnement de ces systèmes et augmenter leur production, leur qualité de service et donc leurs profits économiques.

Une bonne politique de maintenance dans un secteur industriel contribue directement pour minimiser les dépenses des défauts des systèmes électromécaniques à partir de la réduction de la probabilité de l'apparition des défaillances provoquant les arrêts indésirables des services fournis.

Dans notre travail et après un stage pratique au sein de l'entreprise algérienne de gestion du réseau de transport de l'électricité (GRTE), nous avons pu extraire l'historique des pannes du système choisi (disjoncteur THT). Cet historique nous a permis d'appliquer les méthodes de maintenance, notamment la méthode ABC et la méthode AMDEC afin de déceler les causes réelles provoquant les défaillances et les pannes majeurs du disjoncteur 220kV 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 dans le système étudié, ce sont appartient à la zone A, or nous avons utilisé la méthode AMDEC pour classer et de hiérarchiser les défaillances selon la criticité qui est le produit de trois paramètres soigneusement estimés et calculés, l'occurrence, la détection de la défaillance et la gravité de cette dernière.

Le fruit de cette analyse, nous a offert une bonne prise des décisions et par conséquence une très bonne prise en charge des anomalies et défaillances et ce par le bon choix de la politique de maintenance qui sera logiquement efficace et optimisées ramènera le système à :

- L'augmentation de sa disponibilité et l'augmentation de sa durée de vie.
- l'optimisation des coûts de service.
- L'élévation du degré de la sécurité des êtres humain et des biens (protection).
- L'Identification des fonctions critiques pour notre système.

En fin nous souhaitons que d'autres études soient effectuées par d'autre méthode d'optimisation de la fonction maintenance telle que la méthode d'ISHIKAWA

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] NAAS TOUFIK TAYEB Cours de la maintenance/ chapitre 01 2019
- [2] UT de TROYES Licences mécatronique introduction à la maintenance industrielle
- [3] A.BELHOMME, Cours de stratégie de maintenance 2010/2011
- [4] Jean-Marie AUBERVEILLE Livre Génie Industrielle. Maintenance Industrielle de l'entretien de base à l'opération de la sureté // 2004.
- [7] : BABANA OULD MOHAMED LAMINE Institut Supérieur d'Enseignement Technologique de Rosso : Méthodes de maintenance.. 2008/2009.
- [8] SCHENK S A « vibrations équilibrage sur le site : Application à la maintenance industrielle ». Edition Schenk S A. 1994.
- [9] Zwingelstein G : « Diagnostic des défaillances. Théorie et pratique pour les systèmes industriels ». Traité des Nouvelles Technologies - Série Diagnostic et Maintenance. Editions Hermès, Paris 1995.
- [5] Djouada Mohamed : « Etude des performances de la classification par couplage réseaux de neurones artificiels (RNA) – algorithmes génétiques (AG) : application au diagnostic vibratoire ». Thèse magister.UFAS. 2008
- [6] Baptiste TRAJIN : « Analyse et traitement de grandeurs électriques pour la détection et le diagnostic de défauts mécaniques dans les entraînements asynchrones ».Thèse de l'université de TOULOUSE. 2009
- [10] Belhour Samira : « Contribution à l'optimisation de la maintenance predictive par l'utilisation du logiciel OMNITREND (Système on line) cas : Cimenterie HAMMA BOUZIANE ». Thèse de l'université de Mentouri CONSTANTINE. 2008.
- [11] Jaques Morel : « Surveillance vibratoire et maintenance prédictive ». Technique de l'ingénieur R6100.
- [12] Francis TAMWO Institut universitaire Fotso Victor de Bandjoun - Licence maintenance industrielle et productique 2011
- [13] ALANI. T, Introduction au diagnostic des défaillances, Laboratoire A2SI-ESIEE-Paris, soutenu le 01/10/2006,

[14] ZWINGELSTEIN. G, Diagnostic des défaillances (théorie et pratique pour les systèmes industriels), Traité des nouvelles technologies – série diagnostic et maintenance, Notion de risques, 30-53p.

[15] LUC BERSON. J, 1290 Comprendre l'AMDEC, Consultant et Formateur en management des systèmes, auditeur QMS certifié IRCA, base documentaire : piloter et animer la qualité, délivré le : 24/10/2014.

[16] 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.

[17] KELADA. J, 1994, l'AMDEC, École des Études Commerciales : Centre d'étude en qualité totale.

[18] BIGRET. R, FÉRON. J.L avec la collaboration de PACHAUD. C, Diagnostic maintenance disponibilité des machines tournantes (modèle-mesurage-analyses-des vibrations).

[19] MARTIN. C, CLAUDE BOCQUET. J, Conception Intégrée. Interopérativité des méthodes : AF, QFD, AMDEC dans le cadre du projet PIRAMID, Thèse à l'ADEPA, Ecole Centrale – Paris : Laboratoire Productique Logistique, Congrès Primeca, La Plagne (3-5 avril 1999).

[20] MORCRETTE. Ch, ADES : L'AMDEC, Association de Développement des entreprises de Sous-traitance.

[21] ZWINGELSTEIN. G, se 4005 Évaluation de la criticité des équipements (Méthodes analytiques), base documentaire : méthodes d'analyse des risques, date de publication : 10/07/2014.

[22] Fiche pratique, 0512 Pratiquer l'AMDEC, base documentaire : Evaluer et maîtriser le risque chimique, délivré le : 23/06/2014.

[23] FAUCHER. J, Pratique de l'AMDEC (Assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés), Série Performance industrielle

[24] Le Site Technique des Industries d'Habillement au Maroc

- [25] NATHALIE POUILLARD Diagramme d'Ishikawa et les 5 M, pour une gestion de projet sans problème Par le 29.05.2020
- [26] Groupe Sonelgaz, XD « Guide Technique de Distribution », Document technique de
- [27] W.D. STEVENSON, « Elements of Power System Analysis », 4th edition, McGraw Hill Book 1982.
- [28] Schémas et Appareillages électriques Centre Universitaire de Relizane
- [29] cours Techniques de protection des réseaux électriques
- [30] PROTECTION DES POSTES HTB/HTA Centre Universitaire d'Ain Témouchent
- [31] SCHNEIDER ELECTRIC Disjoncteurs en SF6 pour extérieurs type GI—E notice d'installation, utilisation et maintenance
- [32] document interne Guide exploitation poste GHD V4
- [33] document interne de l'entreprise (historique des pannes 2019)