REPUBLIQUEALGERIENNEDEMOCRATIQUEETPOPULAIRE

MINISTEREDEL'ENSEIGNEMENTSUPERIEURETDELARECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITEYAHIAFARESDEMEDEA

Faculté de technologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière :Hygiène et sécurité Industrielle

Spécialité : Hygiène et sécurité Industrielle

Expertiser une installation électrique par caméra Thermographique (Dotée de points d'alertes)

Présenté par:

- LABRI Ratiba
- GUETTACHE Nabila

Proposé et Dirigé par :

MR : KHELIL CHERFI Hacene

Pr. FERHAT Samira

PromotionJuin2023

Remerciement

Ce travail a été effectué dans le cadre de la préparation du mémoire de Master en « **Hygiène et sécurité industrielle** », A l'entreprise Sonelgaz de Médéa

Avant tout nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir guidé sur ce chemin, pour nous avoir alloué santé et volonté et pour nous avoir aidé à accomplir ce travail. Nous adressons nos remerciements les plus sincères et respectueux à notre promoteur : **MR L'ingénieur KHALIL CHERFI HACENE** d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir fait confiance en nous proposant ce sujet, pour les conseils qu'il nous a prodigués, sa gentillesse et sa bienveillance attention ainsi que sa sympathie.

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de loin ou de prés pour la réalisation de ce travail, en particulier **Mme FRHATE SAMIRA** pour leur disponibilité permanente, leur gentillesse et leurs précieux conseils.

Nous remercions également tous nos camarades de cette promotion, tous nos amis pour leurs encouragements.

Merci à tous**.**

Dédicaces

Avec un cœur de joie je dédie ce modeste travail :

A mon cher père Mohamed

A mon cher mère Nassira

C'est grâce à votre amour, votre immense affection, vos encouragements, la confiance que vous m'avez accordée ainsi que vos innombrables sacrifices que j'arrive aujourd'hui au terme de ce travail.

JE dédie ce travail mon marie Abed el Halim

Je dédie ce travail à mes frères Nabil que dieu lui fasse miséricorde, et YOUCEF, MOULOUD

Et mes sœurs MAROUA, SOUMIA et leur marie Samir

ET petites filles IBTIHAL et SOUJOUD

ET KHAOULA

Et toute la famille Geuttache, Taibi

Nabila

Dédicaces

Avec un cœur de joie je dédie ce modeste travail :

A mon cher père Massoud

A mon cher mère Massouda

C'est grâce à votre amour, votre immense affection, vos encouragements, la confiance que vous m'avez accordée ainsi que vos innombrables sacrifices que j'arrive aujourd'hui au terme de ce travail.

Je dédie ce travail à mes frères Oussama Yassine, et Zakaria, Rayane

Et ma sœur Ilham et leur marie Djaloule

ET petites Noursine, Mohamed Iyad

Et toute la famille labri, kiroini

Ratiba

الملخص

الكهرباء هي واحدة من أهم الطاقات التي يستخدمها الإنسان في حياته اليومية , إنها تستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات , بدء من الإضاءة و التكييف المنزلي وصولا إلى التشغيل الصناعي و التكنولوجيا المتقدمة و مع دلك يمكن إن تحدث خسائر مادية و بشرية عند وقوع حوادث أو انقطاع في الكهرباء .

قد يتسبب انقطاع الكهرباء في حوادث و إصابات نتيجة فقدان الإضاءة و التشغيل السليم الأجهزة لدلك أصبح من الضروري تحديد الأعطال و الاختلال قبل حدوثها عن طريق الفحص الدوري للمعدات الكهربائية باستخدام الكاميرا الحرارية للكشف عن أي تغيرات في درجة الحرارة التي تشير إلى وجود مشاكل محتملة .

كرسنا عملنا لتحسين الصيانة بطريقة تحليل أنماط الفشل و تأثيرها لمولد وشبكة الجهد المنخفض(محول كهربائي 30kv/400v، عداد كهربائي ، تجميع عداد الكهرباء ، مفتاح علوي يعمل ميكانيكيا ، مفتاح التحكم عن بعد ،موصلات ،لوحة توزيع) لشركة سونلغاز بالمدية بتصنيف الأسباب و شكل الإعطاب و تأثيرها و تستنتج الإجراءات التي يتعين القيام بها.

تحليل المخاطر الكهربائية باستخدام تقنية(AMDEC تحليلا لأنواع و المؤثرات و العواقب) يهدف إلى تحديد المخاطر المحتملة و تقييمها و اتحاد التدابير الوقائية المناسبة. يمكن استخدام الكاميرا الحرارية في هدا السياق للكشف عن الأعطال الكهربائية و تقييم الحرارة الزائدة أو التسرب الحراري الناجم عن التركيبات الكهربائية .

الكلمات المفتاحية : المخاطر الكهربائية , الكاميرا الحرارية , الشبكات الكهربائية, نظافة و امن صناعي L’AMDEC,

Abstract:

Electric one of the most important energies that man uses in his daily life. It is used in a wide range of applications, starting from lighting and home air conditioning to industrial operation and advanced technology. However, material and human losses can occur when accidents or power outages occur. Electricity may cause accidents and injuries as a result of the loss of lighting and proper operation of the devices. Therefore, it has become necessary to identify faults and imbalances before they occur through periodic examination of electrical equipment using a thermal camera to detect any changes in temperature that indicate potential problems. We devoted our work to improving the maintenance by analyzing the failure patterns and their impact on the generator and the low-voltage network(counter , transformer 30kv/400v grouping of electric meter , Mechanically operated overhead switch , remote control overhead switch , connectors , distribution board) of the Sonelgaz Company in Medea by classifying the causes, the form of the failure and its impact, and deducing the actions to be taken.

Electrical hazard analysis using the technique FEMCA of analysis of types, effects and consequences aims to identify potential risks, evaluate them and combine appropriate preventive measures. The thermal camera can be used in this context to detect electrical faults and evaluate excess heat or thermal leakage caused by electrical installations.

Keywords: Electrical risks, thermal camera, Electrical networks, Industrial hygiene and safety, FMECA

Résumé:

Electrique l'une des énergies les plus importantes que l'homme utilise dans sa vie quotidienne. Elle est utilisée dans un large éventail d'applications, allant de l'éclairage et de la climatisation domestique à l'exploitation industrielle et à la technologie de pointe. Cependant, des pertes matérielles et humaines peuvent survenir lors d'accidents d'origine électrique. Des pannes se produisent. L'électricité pouvant provoquer des accidents et des blessures du fait de la perte d'éclairage et du bon fonctionnement des appareils, il est devenu nécessaire d'identifier les défauts et les déséquilibres avant qu'ils ne surviennent par un examen périodique des équipements électriques à l'aide d'une caméra thermique pour détecter toute modification de température qui indiquent des problèmes potentiels. Nous avons consacré nos travaux à l'amélioration de la maintenance en analysant les schémas de panne et leur impact sur le générateur et le réseau basse tension(compteur ,transformateur 30kv/400v , regroupement de compteur électrique , interrupteur aérien à commande mécanique , interrupteur aérien à commande télécommandé , connecteurs , tableau distribution) de la société Sonelgaz à Médéa en classant les causes, la forme de la panne et son impact, et en déduisant les actions à être pris.

L'analyse du risque électrique selon la technique AMDEC (d'analyse des types 'des effets et des conséquences) vise à les évaluer et prendre les mesures de prévention appropriées. La caméra thermique peut être utilisée dans ce cadre pour détecter les défauts électrique et évaluer les excès de chaleur ou les fuites thermiques provoquées par les installations électrique.

Mots clés : risques électrique, caméra thermique, réseaux électrique, Hygiène et sécurité d'Industrielle, L'AMDEC

Sommaire :

SOMMAIRE La page

Remerciement
Dédicace
Résumé
Liste des tableaux
Liste des figures
Liste abréviations
Introduction général **2**
Chapitre I : Généralité
I -les notions 4
I- 1-Hygiène 4
I- 2-Sécurité 4
I -4-Environnement 4
I -5-Danger 4
I -6-Risque 4
I -7-Probabilité 5
I-8-Gravité 6
I-9-Définition de L'industrie 6
I-10-Définition d'un Dommages
I-11-Définition de maladie professionnelle
I -12-Définition d'un Accidents de travail 7
I-13-Définition de risque professionnel
I-13-a-Risque électrique 8
I-13-c-Prévention 9
I-13-d-1-équipements de protection individuel 10
Chapitre II : la politique HSI
II -La politique HSE 13
II -1-Définition 13
II-2-Objectifs 13
II-3-Les différents outils de HSE sont 13
II-3-1-Stratégies/Structure 13
II-3-2-Technique 13
II -3-3-Organisation 14
II-3-4-Personnel 14
II-4 -Normes et normalisations 14

II-4-1-Les normes 14
II-5-Le système national de prévention 15
II-5-1-Organisation du système national de prévention des risques professionnels 15
II -5-1-1-Les enjeux de la prévention des risques professionnels 15
II-5-1-2-Acteurs et organes de prévention 16
II-6-Les risques et leur gestion 17
II-6-1-La gestion des risques 17
II-6-2-La gestion des dangers 18
II-6-3-Evaluation des risques 18
II-6-4-Etapes d'évaluation des risques 18
II-6-4-1-Préparer cette opération 18
II-6-4-2-Identification des dangers/risques 18
II -6-4-3-Méthode d'identification des risques 19
II-6-4-4-Classification et évaluation des risques 19
II-6-4-6-La prévention 20
II-7-Commissions d'hygiène et de sécurité 21
II-8-Textes réglementaires en hygiène et sécurité 22
II-8-2-Directive 22
II-8-3-Décrets 22
Chapitre III : Généralité sur réseaux électrique
III -1-Introduction 25
III-2-Définition du Réseau Electrique 25
III-3- Les types de réseaux électriques 26
III-4-Topologies des réseaux électriques 29
III-4-1 -Réseau maillé 29
III-4-2-Réseau bouclé 29
III-4-3-Réseau radial 29
III-4-4-Réseau arborescent 30
III -5-Déférent types de structures 30
III- 5-1 structures maillées 30
III- 5-2-Structure radiale ou bouclée 30
III -5-3 Structure arborescente 30
III-6- Matériels utilisés dans les réseaux électriques : 31
III-6-1- Matériels de puissance 31
III-6-2- Un câble de garde 31
III -6-3-Les transformateurs avec régleurs en charge 32

III -6-4-Les transformateurs de puissance 32
III -6-5-Matériels de surveillance et de commande 33
III -6-6-Les postes électriques : 33
III-6-7- La transformation de l'énergie 33
III -6-8-Transformateurs de mesure (courant et tension) 34
III -6-9-Disjoncteurs 35
III-6-10Sectionneurs 35
III -6-11-Jeux de barres 35
III -6-12-Isolateurs 36

III-7-Equipements des postes 36
III -7-1-Fonction des postes électriques 37
III -8-Niveaux de tension normalisés 37
III-8 -1-Les tensions normalisées selon la CEI 37
9-Partie HTA /BT : 39
III -9-1 Les postes HTA/BT : 40
III -9-1-2- Les postes d'extérieur : 40
III -9-1-3-Les postes d'intérieur : 40
III -9-2. Structure d'un poste HTA/BT : 40
III -9-3- Postes HTA/BT en haut de poteau : 42
III -9-4- Postes préfabriqués monobloc : 42
III -9-5- Postes intérieure 43
III -9-6-Postes avec cellules fonctionnelles 43
III -9-6-1-Différents types de cellules 43
III -10-Schémas d'exploitation 44
III -10-1- Les postes sources HTB/HTA 45
III -10-2- Les lignes HTA 46
III -10-2-1-Réseau HTA aérien 46
III -10-2-2-Réseau HTA souterrain
III -10-3-Exploitation des postes HTA
III -10-3-1. Un jeu de barres avec une source d'alimentation 47
III -10-3-2 Un jeu de barre sans couplage et avec deux sources d'alimentation 47
III -10-3-3- Deux jeu de barre de barres avec couplage et deux sources d'alimentations 48
III -10-3-4. Un jeu de barres sans couplage avec trois sources d'alimentation 48

III -10 -3-5-Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation **49**
III -10-4-Plan de protection des réseaux HTA **49**
III -10-4-1 Rappel des Exigences **49**
III -10-4-2-Influence du producteur sur la sensibilité et la sélectivité du plan de protection **50**
III -10-4-3 Aveuglement de la protection du départ en défaut 51
III -10-4-5 Protection de découplage : 52
III -10-6-Les Différents Types de défauts dans les réseaux électriques HTB/HTA 52
III -10-6-1-Les court-circuit 52
III -10-6-2. Les surtensions 52
III -10-6-3- Les surcharges 52
III -10-6-4- Les oscillations 53
III -10-6-5- Les déséquilibre 53
III- 11-Partie BT **53**
III- 11-1-Introduction 53
III- 11-2-Le réseau électrique BT 55
III -11-2- Dimensionnement du réseau BT 55
III -11-3-Le branchement BT 55
III- 11-4-Réseaux souterrains : 56
III- 11-5-Solution innovantes et future de réseau BT 56
III- 11-5-1-1- Les déférents types de production décentralisée : 57
1-5-1-La production décentralisée 57
III- 11-5-2-Les réseaux électriques du futur 58
III -11-2-2- Alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage 58

III- 12-La norme NFC 14 100 59
III- 12-1- Définition NFC 14_100 : 59
III -12-2-Objet de la NF C 14-100 : 59
III -12-3-Quelle est la dernière version de la norme NF C 14-100 ? 60
III -12-4-Utilisation de la NFC14_100 : 60
III -12-5- les domaines d'application de la NF C 14-100 60
III -12-6-Les éléments essentiels de la NF C 14-100 60
III -12-7- version 2008 de NFC14-100 60
III -12-7-1-Comment a-t-elle été élaborée ? 61

III -12-7-2- Structure de la norme « Février 2008 » : 61
III -12-8-Branchement producteur Branchement producteur : 61
III -12-9-Dans quelles mesures la NF C 14-100 est-elle à connaitre ? 62
III -12-10-Définitions PDL : 62
III -12-11-Branchement 62
III -12-11-1 : Deux types de branchement 63
III -12-11-1-1 : Branchement à puissance limitée de type 1 63
III -12-11-1-2 : Branchement à puissance limitée de type 2 64
III -12-11-1-1 -a : Branchement Producteur avec injection du surplus dans une installation de type 1 64
III -12-11-1-1 -b : Branchement Producteur avec injection Totale dans une installation de type 2 65
III -13-Protection de Réseaux Electrique : 65
III -13-1-Système de Protection 65
III -13-1-1- Définition 65
III -13-2-Qualité principale d'un Système de Protection 66
III -13-2-1 -Rapidité : 66
III -13-2-2 Sélectivité 66
III- 13-2-2-a-Sélectivité ampérométrique 67
III -13-2-2-b-Sélectivité chronométrique 67
III -13-2-2-c- Sélectivité logique 68
III -13-2-3-Sensibilité 69
III -13-2-4-Fiabilité 69
Chapitre IV :Etude préventive de défaillances d'ouvrages électriques par la méthode l'AMDEC
IV -1-Introduction générale 71
IV -2-Introduction à la thermographie 71
IV -3- Définition de la thermographie 72
IV -4-L'inspection thermographique 72
IV -5- domaines de la thermographie 72
IV -6-avantages du thermographe 73
IV -6-1-sans contact direct – grâce à la détection à distance 73
IV -6-2-BIDIMENSIONNEL 74
IV -6-3 -En temps réel 74
IV -7-Thermographie thermoélectrique 75
IV -7-1 Historique 75
IV -7-2- Définition 75

IV -8-une image infrarouge 75
IV -9-La thermographie infrarouge 76
IV -9-1-Historique de thermographie infrarouge 76
IV -9-2-Définition de la thermographie infrarouge 77
IV -9-3-Principe de la thermographie infrarouge 77
IV -9-4-Applications 78
IV -9-4-1-Maintenance conditionnelle 78
IV -9-4-2Recherche et développement 79
IV -9-4-3-Médical et vétérinaire 79
IV -9-4-5-Contrôle de la qualité et surveillance de procédés 79
IV -9-4-6-Contrôles non-destructifs 80
IV -10-Caméra infrarouge 80
IV-10-1-Définition 80
IV-10-2-Capteur bolométrique 80
IV-10-3- Emissivité 81
IV- 10-4- Résolution spatiale 82
IV- 10-5-Qualité d'image 82
IV-11-CAMERA INFRAROUGE - FLIR T440 82
IV-11-1 Introduction 82
IV-11-2-Interprétation d'une image thermique 83
IV-11-3-Principes de la camera 83
IV-11-4- VISIBLE OU INFRAROUGE 84
IV-12-Avantages de l'analyse infrarouge des installations électriques 84
IV-12-Applications de la thermographie infrarouge 85
IV-12-1 -Contrôle des équipements électriques hauts et basse-tension 85
IV-13- Description des méthodes d'analyse 87
IV-13-1- Introduction 87
IV-13-2- Analyse des risques : 87
IV-13-3-Les principaux outils d'analyse des risques 88
IV-13- 4-Analyse préliminaire des risques / dangers (APR/D) : 88
IV-13-4-1- Historique et domaine d'application : 88
IV-13-4-2- Principe 88
IV-13-4-3- Déroulement : 89
IV-13-4-5- Limites et avantages : 91

IV-13-5- HAZOP 91
IV-13-5-1- Historique et domaine d'application : 92
IV-13-6- AMDE et AMDEC : 92
IV-13-6-1- Introduction 92
IV-13-6-2-Définition et Propriétés : 94
IV-13-6-3-Historique et domaines d'application : 95
IV-13-6-4-Types d'AMDEC 95
IV-13-6-5-Les étapes de la méthode AMDEC 96
IV-13-6-5-Méthodologie de la réalisation d'une AMDEC 96
IV-13-7-Les modes de défaillance génériques 99
IV-14-application de L'AMDEC : 100
IV -14-1-Introduction 100
IV -14-4-Application de la méthode AMDEC 101

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre II

Tableau II-01 **:** Plan de prévention

Chapitre III

Tableau - III-1 : Tableau des domaines de tension

Tableau- III -2 : Puissance maxi transitée dans réseau

Chapitre IV

Tableau IV-1- : Exemple de tableau de type « APR »

Tableau – IV-2 : Exemple de tableau pour l'HAZOP

Tableau- IV- 3- Historique de l'AMDEC

Tableau- IV - 4 : Exemple de feuille AMDEC – moyen de production

Tableau- IV-5- Modes de défaillance générique

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Généralité

Figure I-1 :notions de risque industriel

Figure I-2 : les niveaux des risques.

Figure I-3 : dommage**.**

Figure I-4 : accident de travail.

Figure I-5: Risque électrique.

Figure I-6: matériel de protection individuel .

FigureI-7:casque.

figureI-8:gants**.**

Figure I-9:gants de manutention .

Figure I-10:tapis isolant .

Chapitre II : **La politique HSI**

Figure II-1 : Organisme du système national de prévention des risques professionnels

Figure II-2 : Organisme de la gestion des risques

Figure II-3 : Identification des risques.

Figure II-4 : Roue Deming

Chapitre III : Généralité sur réseaux électrique

Figure- III -1 : architecture d'un réseau électrique moderne

Figure - III -2 : organisation des différents niveaux de tension du système électrique

Figure -III-3 : Différentes topologies des réseaux électriques : (a) Réseau maillé, (b). Réseau bouclé, (c).Réseau radial, (d). Réseau arborescent.

Liste des figures

Figure - III -4 : Lignes de transport d'énergie électrique.

Figure- III -5 : Transformateur de puissance.

Figure - III -6 : Poste électrique.

Figure -III -7 : Transformateurs de mesure

Figure - III -8 : disjoncteurs

Figure- III -9 : Sectionneurs

Figure - III -10 : Jeux de barres.

Figure- III -11 : Isolateurs.

Figure - III -12 : Classification des tensions en Algérie et en Europe**.**

Figure - III -13 : Exemples de raccordement d'un poste sur poteau

Figure- III -14 : Schéma général d'un poste ouvert

Figure- III -15 : Structure générale d'un poste HTA/BT

Figure - III -16 : Structure générale d'un poste HTA/BT

Figure- III- 17 : Schéma de principe des postes sources HTB/HTA

Figure - III -18 : Schéma simple dérivation

Figure – III-19 : Variation de la tension le long d'un départ HTA

Figure - III -20 : un jeu de barres avec une source d'alimentation

Figure - III -21 : Un jeu de barres sans couplage et avec deux sources d'alimentation

Figure - III -22 : Deux jeux de barres avec couplage et deux sources d'alimentation

Figure – III- 23 : Un jeu de barres sans couplage avec trois sources d'alimentation

Figure - III -24 : Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation

Figure- III – 25 : Influence de la production décentralisée sur la sélectivité de la protection des réseaux de distribution

Figure - III -26 : Aveuglement de la protection du départ en défaut

Liste des figures

Figure- III -27 : Illustration de la structure du réseau public de distribution

Figure- III -28 : Câble torsadé du réseau BT

Figure- III -29 : Branchement aérien BT

Figure- III -30 : Le smart grid

Figure – III-31 : Alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

Figure- III -32 : Alimentation des tableaux BT par une double alimentation

Figure - III -33 : Branchement à puissance limitée de type 1

Figure - III -34 : Branchement à puissance limitée de type 2

Figure - III- 35 : Branchement Producteur avec injection du surplus dans une installation de type 1.

Figure - III -36 : Branchement Producteur avec injection Totale dans une installation de type2

Figure - III -37 : Fonctionnement d'une sélectivité ampérométrique

Figure- III-38 : Principe de la sélectivité chronométrique

Figure- III-39 : Principe de la sélectivité logique

Figure- III-40 : Fiabilité d'une protection.

Figure – III-41 : Association de protection

Chapitre IV :

Figure- IV -01 : domaine d'application

Figure-IV -2- : image infrarouge

Figure – IV-3 : Caméra infrarouge –FLIR-T440

Figure- IV -03-: Thermo-gramme 1

Figure - IV-4: Thermogramme 2

Figure IV- 05 : Thermogramme 3

Figure IV- 06:Thermogramme 4

Figure IV-7- : La Démarche AMDEC

Liste abréviations

AFNOR : Association française de normalisation

APR : Analyse préliminaire de risque

AMDEC : Analyse des modes de défaillances de leurs effets et leur criticité

ADD : Arbre De Défaillances

BT : Basse tension

BTB:basse tension catégoré B

BTA: Basse tension catégorie A

CEI: Commission électrotechnique internationale

CEN : Comité européen de normalisation

CENELEC : Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique

CNAS : Caisse Nationale des Assurances Sociales

ETSI : Institut européen des normes de télécommunication

G: Gravite

HTA : Haute tension catégorie A

HTB : Haute tension catégoré B

HT : Haute tension

HSI : Hygiène et sécurité d'Industrielle

HZOPE : Hasard and Opérabilité analysais (analyse de risque et de sécurité de fonctionnement)

ISO : Organisation internationale de normalisation

KV : kilo volts

MT : Moyen Tension

P : probabilité

R : risque

THT : très basse tension

TBT : très basse tension

NP : Nœud papillon

UTI : Union internationale des télécommunications

UTEI : Union technique de l'électricité

Introduction Général :

l'AMDEC(Analyse des Modes de Défaillance ,de leurs Effets et leur Criticité) est une méthode d'analyse préventive largement utilisée dans différents domaines , y compris les réseaux électrique .il s'agit d'une approche systématique permettant d'identifier les modes de défaillance potentiels d'un système , d'évaluer leurs effets et déterminer leur criticité. L'objectif de L4AMDEC est de prendre des mesures préventives pour réduire les incidents de défaillance et d'améliorer la fiabilité du système.

Dans le contexte des réseaux électrique, l'AMDEC peut être utilisée pour évaluer les incidents associés aux équipements tels que les transformateurs, compteurs, regroupement de compteur électrique (basse tension) etc. Elle permet de détecter les modes de défaillance possibles, d'évaluer leurs conséquences sur le réseau électrique et d'identifier les actions correctives à prendre.

L'expertise d'une installation électrique à l'aide d'une caméra thermographique infrarouge .l'objectif de cette étude est d'analyser l'utilisation de la thermographie infrarouge comme, Outil de diagnostic pour détecter les problèmes potentiels dans une installation électrique.la caméra thermographique infrarouge est un dispositif qui permet de visualiser les variations de température à travers une image infrarouge ,dans le contexte de l'expertise des installations électrique cette technologie peut aider à identifier les surchauffes ,les mauvais contacts les défauts d'isolation et d'autres anomalies pourraient compromettre la sécurité et la performance du système électrique .

Le mémoire comprendra une revue de la littérature sur les principes de base de la thermographie. Infrarouge et ses applications dans le domaine électrique, il abordera également les normes et les bornes pratique en matière d'expertise des installations électrique, en mettant l'accent sur l'utilisation de la caméra thermographe.

Une partie importante du travail consistera en une étude expérimentale ou des inspections réelles d'installations électriques seront effectuées à l'aide de la caméra thermographique infrarouge les données recueillies seront ensuite analysées et interprétées pour évaluer l'efficacité du thermographe infrarouge en tant qu'outil de diagnostic.

Et pour bien éclairer notre objet d'étude, nous avons organisé la présentation de ce Mémoire en quatre chapitres :

Chapitre I : Généralité

Chapitre II : la politique HSE

Chapitre III : Généralité sur réseaux électrique

Chapitre IV :Etude préventive de défaillances d'ouvrages électriques par la méthode

l’AMDEC

CHAPUITRE I : GENERALITE

I- Les notions :

I- 1-Hygiène :

Le mot hygiène vient de HYGIA, déesse grec de la Santé. C'est l'ensemble des actions qui permettent d'avoir une bonne santé [1].

I-2-Sécurité :

La sécurité concerne l'ensemble des risques dont la cause est accidentelle et donc par définition involontaire. Elle couvre deux grands secteurs

- ✓ Sécurité personnelle.
- ✓ Sécurité procédé [1].

I-3-Sureté :

La sûreté relève d'actes de malveillance envers des personnes, des biens, des bâtiments ou Encore des informations, il y a donc une intention de nuire [1].

I-4-Environnement :

La protection de l'environnement est une mesure conçue pour éviter de nuire à l'environnement. Ces dommages peuvent concerner l'air, l'eau ou la terre, en traînant des problèmes pour la vie végétale, les animaux, l'eau et la qualité de l'air [2].

I-5-Danger :

Le danger est une propriété intrinsèque du produit, pouvant compromettre l'existence, l'intégrité physique ou la santé des personnes, la préservation de l'environnement ou menaçant la sécurité des installations [5].

I-6-Risque :

Le risque est la probabilité de voir ce danger causer un dommage lorsqu'il y a exposition à ce danger. **(Risque = Probabilité * Gravité / R = P*G)[5]**

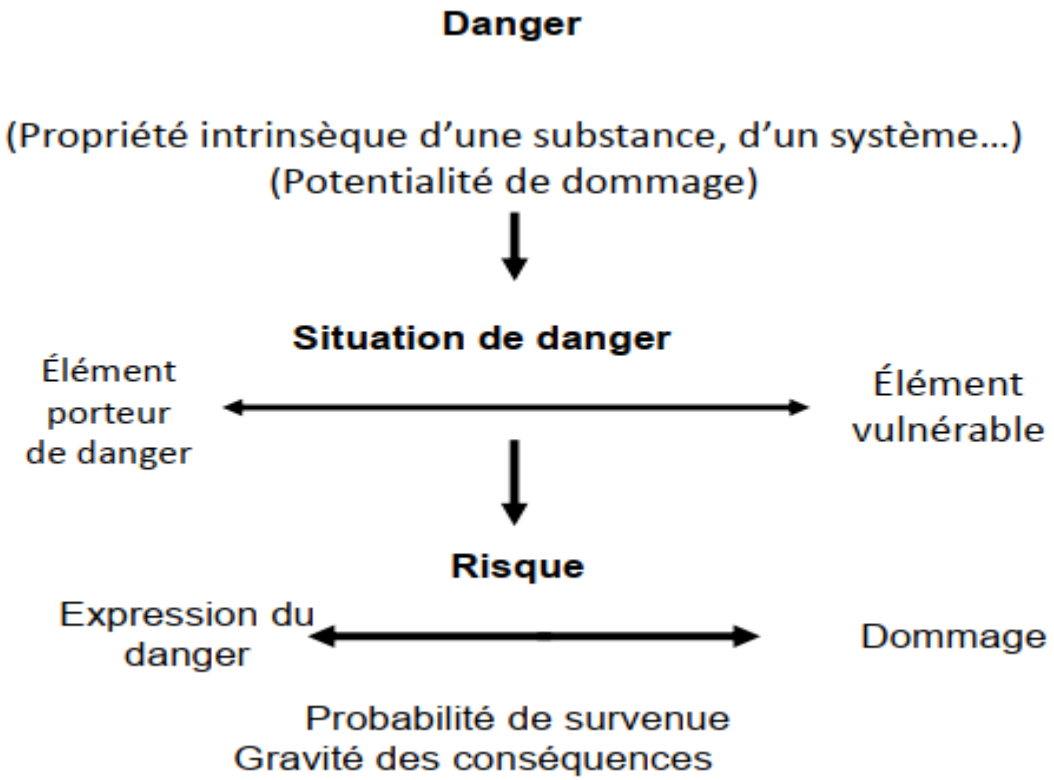


Figure I-1:notions de risque industriel

I-7-Probabilité :

Le niveau de probabilité d'un risque est Déterminé par estimation de sa fréquence d'occurrence. **(Risque = Probabilité * Gravité / R = P*G)**

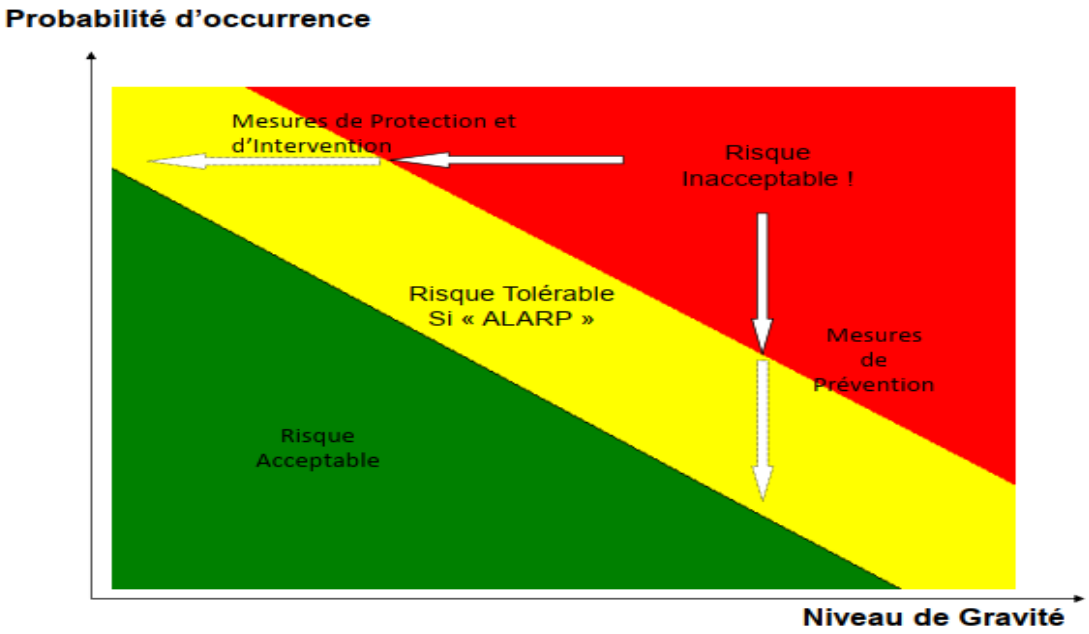


Figure I-2 : les niveaux des risques.

I-8-Gravité :

Le niveau de gravité d'un risque est déterminé par l'évaluation des dommages potentiels aux personnes et des dégâts aux équipements.

I-9-Définition de L'industrie :

Une activité industrielle et commerce est une activité exercée par une personne qui pratique des actes de commerce ou qui exerce une activité répertoriée par décret aux professions industrielles et commerciales

I-10-Définition d'un Dommages :

Conséquences d'un événement sur les biens, les personnes et les fonctions d'un système. Les dommages peuvent être exprimés en termes humains, financiers, économiques, sociaux ou environnementaux. Dommage :

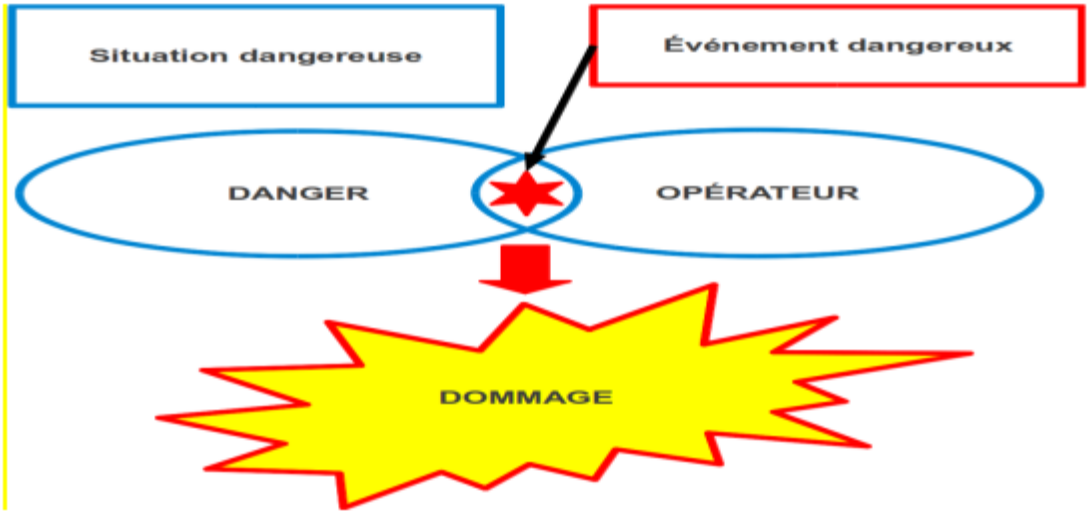


Figure I-3 : dommage.

I-11-Définition de maladie professionnelle :

On peut définir la maladie professionnelle ou « occupationnelle » comme une maladie contractée par le fait ou à l'occasion de l'exercice d'une activité rémunérée et qui est particulière a cette activité ou reliée directement aux risques particuliers de cette activité .On peut la définir aussi comme une perturbation de l'organisme humain dont les sources sont surtout attribuables aux condition ,que ce soit dans le dans le contenu des taches ,le poste de travail ou toutes autres conditions telles que le stress que organisationnel, la qualité de vie au travail.

Un notre définition une maladie professionnel est un état pathologique résultant de l'exposition habituelle à une nuisance déterminée au cours du travail ; IL est très difficile de donner une définition plus précise, tant les formes clinique de ces maladies ne différent pas des formes sans exposition professionnelle [3].

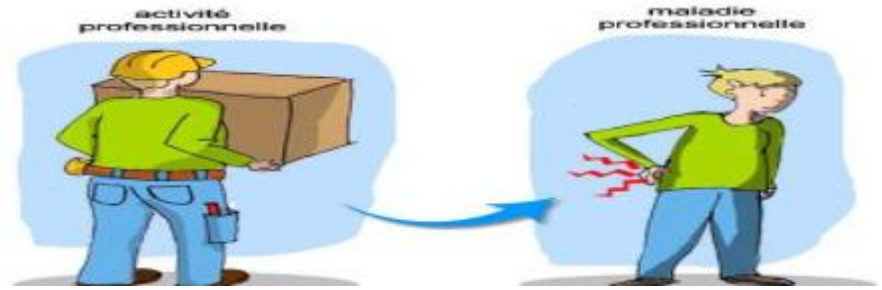


Figure I-4 : maladie professionnelle. [3]

I-12-Définition d'un Accidents de travail :

A législation algérienne définit l'accident de travail, selon l'article 6 de la loi n° 83-13 du 02 juillet 1983 comme étant tout accident ayant entrainé une lésion corporelle, imputable à une cause soudaine, extérieur et survenue dans le cadre de la relation de travail»8 Est un accident qui revient à l'occasion de travail de travail, quelle qu'en soit la cause.

Est un accident survenu dans le milieu de travail, un événement imprévu et soudain qui perturbe le déroulement normal des opérations. Il est dû à la rencontre d'un ensemble de circonstances qui peuvent causer ou ont causé une blessure, soit des dommages [4].



Figure I-5 : accident de travail.

I-13-Définition de risque professionnel :

Tout risque ayant pour origine l'activité professionnelle, c'est-à-dire le travail rémunéré, indispensable pour vivre. Tout phénomène, tout événement qui apparaît en milieu de travail et qui présente un danger pour l'homme [3].

I-13-a-Risque électrique :

- **Définition :**

  Le courant électrique présente des dangers et les morts d'hommes par électrocution ou les incendies et les explosions dus à l'électricité sont fort nombreux .Mal maitrisé, le courant électrique devient un véritable danger public, par contre, correctement utilisé et en prenant un minimum de précautions, l'homme peut profiter des bienfaits que l'électricité, depuis sa découverte, ne cesse de lui apporter. Le courant électrique est dangereux pour l'homme. L'homme qui entre en contact avec un conducteur non isolé, parcourant électrique, est lui-même traversé par ce courant [3].



Figure I-6: Risque électrique.

I-13-b-Les dangers du courant électrique :

•**brûlure** :

le contacte pendant quelques minutes avec un courant alternatif de très faibles intensités peut produire une brûlure superficielle, les brûlures sont plus profondes lorsque l'intensité du courant et la durée du contacte sont plus importantes.

•**Asphyxie** :

l'intensité d'un courant électrique de 25à30 milliampères suffit à bloquer la respiration par paralysie du diaphragme et des muscles respiratoires ;

les échanges gazeux habituels sont nécessaires à l'organisme, c'est à dire apport d'oxygène lors de l'inspiration et les rejets des gaz carboniques lors del'expiration n'ont plus lieu le sujet

et en danger.

•**Syncope** :

les pulsations régulières du cœur sont remplacées par desmouvements spasmodiques rapides et des ordonnées qui assurent mal ou plus du tout la circulation sanguine ; elle entraine un syncope avec perte de laconnaissance s'accompagnant dans les cas graves d'un arrêt cardiaque :

Les pratiques de secourisme sont urgentes, le sauveteur s'étant lui-même protégé du risque électrique.

I-13-c-Prévention :

Tous les travailleurs utilisant, réparant des récepteurs électriques sont exposés à des risques d'électrocution, afin qu'ils ne prennent pas de risques inutiles, ils doivent être informés qu'il est nécessaire :

- De signaler la présence d'un défaut sur une installation électrique ou d'une anomalie dans le fonctionnement d'un récepteur.
- De ne pas effectuer eux même la réparation d'un appareil défectueux ou le réenclenchèrent d'un relais dans une armoire électrique ces travaux incombent exclusivement les électriciens.
- De ne pas bricoler des fichiers du courant improvisés en attendant l'électricien.
- De saisir la fiche du courant et non de trier sur le fil lorsqu'on débranche un récepteur.
- De protéger l'appareil électrique contre les projections d'eau lors du nettoyage des locaux.
- D'éviter de toucher un interrupteur, une prise de courant, un récepteur électrique avec des mains mouillées par des produits chimiques.

I-13-d-: Outillages et matériel de protection individuele collectif :



Figure I-7: matériel de protection individuel .

I-13-d-1-équipements de protection individuel:

- ✓ **casque:**

Risques au niveau de la tête Il doit être conforme à la norme : NF S 72-202

-Le casque doit être porté dans les zones où il y a risques :

-de chute d'objet (matériaux) ;

-de choc à la tête (obstacle à hauteur d'homme) .

-de chute de hauteur (plus de 3 mètres) [6].

de contact électrique au niveau de la tête.



Figure I-7:casque [6].

✓ **Gants**:

- Risques au niveau des mains
  - Protection contre les contacts directs Il doit être conforme à la norme : NF S 18-415.
  - N'utiliser que les gants adaptés à la tension des installations ou des équipements sur lesquels sont effectués les travaux ou interventions [7].



FigureI-8**:**gants**.[7]**

- Le port de gants de manutention est indispensable dans tous les travaux où il y a risque de piqûre, coupure, choc, coincements...



Figure I-9:gants de manutention .

✓ **Tapis isolant:**

Attention à la tension nominale des ouvrages !

L’isolation par rapport au sol doit être assurée.

Il doit être conforme à la norme : NF C 18-420 [8].

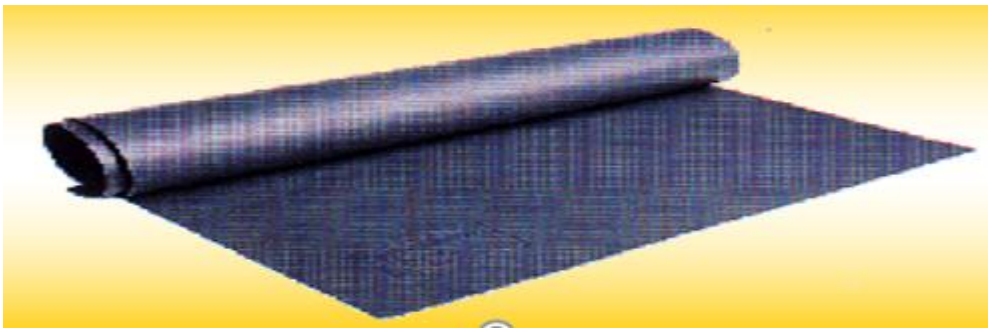


Figure I-10:tapis isolant .[8]

CHAPIRE II :
LA POLITIQUE HSl

II -La politique HSI:

II -1-Définition :

C'est une politique internationale de gestion destinée à mettre en œuvre lesconditions et les dispositions d'hygiène, de sécurité et de l'environnement dans le milieu de travail [9].

II-2-Objectifs :

- Fournir un lieu de travail sain et sans danger pour tous les employés.
- Minimiser l'impact des activités, des produits et des services sur l'environnement.
- Application des réglementations de l'environnement, l'hygiène et la sécurité par intégration dans l'ensemble des pratiques de travail.
- Amélioration continue de fonctionnement de l'entreprise [9].

II-3-Les différents outils de HSI sont :

II-3-1-Stratégies/Structure :

- Une politique de prévention et de gestion des risques professionnels.
- Les stratégies générales à développer (responsabilités, voies de communication,contrôles, etc.).

II-3-2-Technique :

Le matériel, les machines, les outils de travail, les installations, les appareils et lesinstruments, choisis et sélectionnés, en fonction de :

- Leurs performances.
- leurs qualités techniques.
- la sécurité intrinsèque de leur utilisation.
- En mettant en place des règles en la matière (les procédures du travail, claires etdétaillées), pour que la technique soit sous contrôle, dans les conditions de déroulementdes opérations
- Normales.
- Anormales (pannes, arrêts d'urgence, dysfonctionnement, ...).
- Particulières (essais, réglages, maintenance, mises hors service, ...)[9].

II -3-3-Organisation :

On doit prêter attention à :

¬**La maitrise des changements :** concernant **:**

- Les personnes (changement provisoire du poste de travail sans être formé).
- Les locaux adaptés.
- Les installations (modification douteuse des machines).
- Les procédures (modification incertaine des procédures) [9].

_La qualité totale :

Intègrent l'entreprise dans la standardisation ou la normalisation afin d'assurer unequalité des postes de travail et de l'environnement professionnel [9].

II-3-4-Personnel :

On mentionne trois aspects :

¬**L'embauche :**

Le choix des travailleurs pour occuper leurs tâches constitue une étape mportantedont on aura besoin d'un médecin de travail et d'un psychologue du travail pour lesfranchir correctement.

_La formation et l'information :

L'embauche nécessite :

- La formation fondamentale qui va être mise à jour par la formation continue.
- L'information en matière des risques et dangers qui doit être bien détaillée, approfondie et mise à jour [9].

¬**La motivation /sensibilisation :**

Motiver le personnel à tous les niveaux de la hiérarchie, par une bonne communication commençant par la sensibilisation du rôle (aide professionnel) et de laresponsabilité de chaque acteur dans l'entreprise.

II-4 -Normes et normalisations :

II-4-1-Les normes :

Les normes sont des règles techniques non obligatoires et différentes des textes législatifs et réglementaires issus des codes et des pouvoirs publics. Cependant, certaines normes peuvent être rendues obligatoires par des décrets et arrêtés [9] .

Toutes les normes sont :

- Conformes à la législation et à la réglementation.
- Non obligatoires pour leur mise en place.

Les normes sont élaborées par des organismes dont les plus connus sont au niveau :

International :

- Organisation internationale de normalisation (ISO)
- Commission électrotechnique internationale (CEI)
- Union internationale des télécommunications (UIT)

Européen :

- Comité européen de normalisation (**CEN)**
- Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique **(CENELEC)**
- Institut européen des normes de télécommunications **(ETSI)**

Français :

- Association française de normalisation **(AFNOR)**
- Union technique de l'électricité **(UTE)**

Des pays étrangers :

- Standards Council of Canada (SSC)
- Institut Belge de Normalisation (IBN)
- American Society for the Testing of Materials (ASTM).

II-5-Le système national de prévention :

II-5-1-Organisation du système national de prévention des risques professionnels :

II -5-1-1-Les enjeux de la prévention des risques professionnels :

¬**Sanitaires** → le travail est un déterminant de santé publique.

¬**Économiques** → effets négatifs :

- Couts directes (cotisation CNAS).
- Couts indirectes (perte de production, climat social, remplacement du salarié, Effets positifs : compétitivité).

¬**Sociaux** → réduction de défiance vis-à-vis les risques professionnels, Impact des risques industriels sur l'environnement.

¬**Humains** → réduction des accidents du travail et des maladies professionnelles.

¬**Techniques** → optimisation des moyens, des méthodes et des processus mis en œuvre.

¬**Juridiques** → Evolution du code pénal au regard des responsabilités des employeurs, de l'évaluation et de la maitrise des risques.

II-5-1-2-Acteurs et organes de prévention :

En Algérie, la prévention des risques professionnels est placée sous la responsabilité de :

¬**les acteurs externes :**

- Inspection général de travail (IGT).
- Dérivés rétinoïques et terpéniques (DRT).
- Organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du BTPH(OPREBAT).
- Caisse Nationale des Assurances Sociales des Travailleurs Salariés (CNAS).
- Institut nationale de la prévention des risques professionnels (INPRP).
- Du conseil national en hygiène et sécurité.
- Du ministère de la sante publique et de la recherche scientifique
- Du ministère de l'environnement
- Le ministre de l'intérieur (pompiers)
- Le ministre de l'habitat pour le risque tellurique.

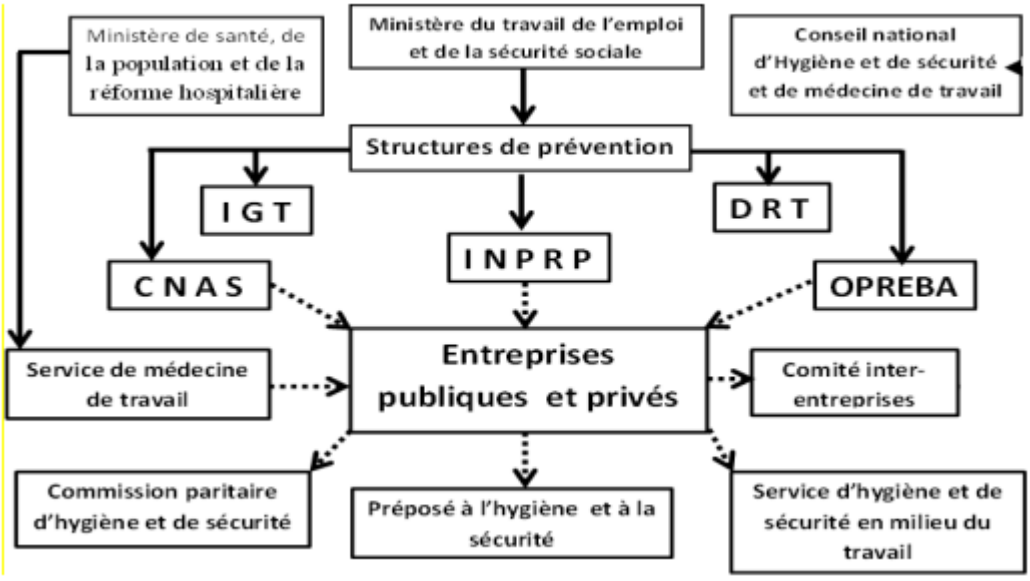


Figure II-1 **:** Organisme du système national de prévention des risques professionnels [9].

¬Les acteurs internes :

- Le président directeur général.
- Le directeur central QHSE.
- L'ingénieur de sécurité.
- Le médecin de travail.
- La CHS centrale.
- Les animateurs de sécurité.

- Responsables de la fabrication.
  - Les personnels d'encadrement.
  - Les travailleurs : puisque la sécurité est l'affaire de tous «10»

II-6-Les risques et leur gestion :

II-6-1-La gestion des risques :

Les risques professionnels doivent se gérer comme les autres composants vitaux d'une entreprise (productivité, qualité …).

La gestion du risque s'intègre dans une structure appropriée, où tous les éléments nécessaires sont mis en place pour que le système fonctionne, les décisions relatives a la gestion du risque peuvent se résumer comme suit :

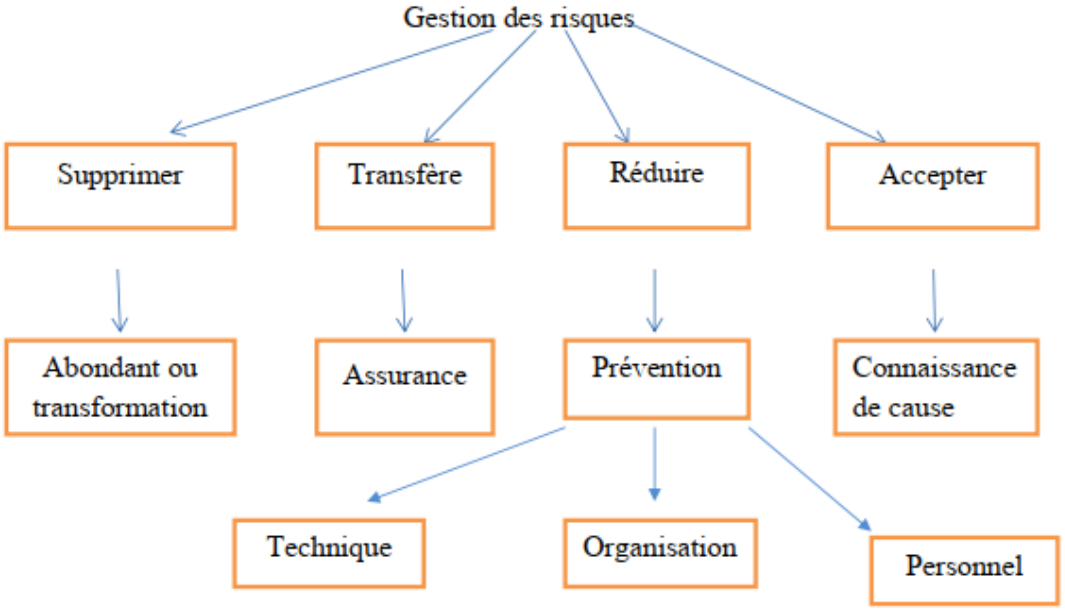


Figure II-2:Organisme de la gestion des risques. [9]

II-6-2- Gestion des dangers :

Pour gérer efficacement les dangers professionnels, il faut procéder à des analyses approfondies complètes et détaillées, qui touchent les lieux de travail, les moyens de production, les procèdent de fabrication, les matières premières.

- Il faut tout d'abord détecter les dangers (ou se trouvent –ils ?).
- Les identifier (à quel groupe appartement-ils ?).
- Les estimer (que peuvent-ils entrainer comme conséquence ?).
- Enfin prendre les mesures nécessaires pour les supprimer.

II-6-3-Evaluation des risques :

Une démarche structurée, considérée comme la première étape indispensable dans un système de gestion de risque, qui consiste à :

- Identifier les risques.
- Les classer et analyser.
- Pour se prévenir d'eux (au moins selon l'obligation légale).
- Les suivre et contrôler.

Cette stratégie, doit être traduite et formalisée dans des documents, qui vont être mis à la disposition ou communiqués aux certains acteurs du système HSE.

II-6-4-Etapes d'évaluation des risques :

Avant de commencer l'évaluation et la gestion des risques et dans l'objectif de bien cibler et accueillir les risques et les dangers, l'entreprise doit :

II-6-4-1-Préparer cette opération en :

- Désignant les acteurs qui vont être chargés par cette mission.
- Définissant les sources et les modes de collecte des informations.
- Déterminant les unités du travail (poste, atelier, bureau, chantier, usines.
- Confirmant les moyens financiers nécessaires pour accomplir cette action.
- Communiquant en interne, en présentant la démarche aux personnels.

II-6-4-2-Identification des dangers/risques :

Est l'étape primaire, mais essentielle qui nécessite une bonne recherche et un long suivi, en incluant tout le personnel. Cet inventaire repose sur :

- L'analyse des documents internes (procédures du travail, manuels…) et les fiches des postes et les situations du travail.

- L'observation des situations et l'environnement du travail.
- Repérage des facteurs externes influant sur le lieu du travail (météorologie).
- L'écoute des travailleurs et leurs représentants, en prêtant attention au biais de dissonance cognitive.
- Réunion en Brainstorming pour imaginer toutes causes de problèmes.
- Utiliser les check-lists : danger, énergie, … ; ou les questionnaires préétablis, encourant les différents domaines du travail.
- Prendre en compte les risques temporaires liés à certaines activités ponctuelles (inventaire, nettoyage, réparation...).
- S'aider d'une carte heuristique : arbre des causes (défaillances conséquences) selon l'organisation de l'entreprise faite précédemment.

II-6-4-3-Méthode d'identification des risques :

- Lorsqu'on identifie un danger, on doit distinguer
- Le danger : la source du risque ou la situation dans laquelle l'accident est possible.
- Le phénomène dangereux : est la libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles de lier les conséquences aux cibles vivantes ou matérielles, sans préjuger de l'existence de ces dernières
- **Le risque ou l'évènement dangereux :** susceptible de causer des dommages
- **Les dommages :** sont les lésions physiques et atteintes à la santé. «10»



Figure II-3**:**Identification des risques.

II-6-4-4-Classification et évaluation des risques :

La classification des risques permet d'estimer leur importance et leur perception. Ils existent des critères adaptés pour analyser les risques tels que :

- La probabilité de sa réalisation.
- La fréquence de sa répétition.

- Le nombre des travailleurs concernés ou susceptibles d'être concernés (cibles).
- Les gravités des conséquences possibles.
- L'incident ou l'accident de travail ou la maladie professionnelle observée.
- La nuisance à l'environnement immédiate de l'unité ou de l'entreprise.

II-6-4-6-La prévention :

Est l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour préserver la sécurité et la santé des salariés, dans l'objectif de :

- Réduire la gravité (risque) →protection
- Réduire la fréquence (risque) →prévention.

La prévention repose sur des principes, des méthodes et des outils :

- Définir les risques à : se prévenir / prendre en charge Réactivité → prendre des décisions pour régler les problèmes.
- Pro activité → résoudre les problèmes avant qui ne surviennent, ou dans leurs début.
- Désigner un responsable qui doit s'occuper de chaque risque.
- Sensibiliser le personnel que la prévention des risques professionnels est la responsabilité de l'ensemble des travailleurs sans exception.
- Optimiser le ratio (cout du sinistre < cout de prévention).
- établir un plan d'action, comprenant :

1. Les risques classifiés en priorité, selon leurs : criticité, gravité et probabilité d'occurrence (selon l'échelle de 1 à4)
2. Le plan de prévention
3. Le plan de réparation
4. Le responsable

Tableau II-01 **:** Plan de prévention

Risques	Gravités (1-4)	Probabilité d'occurrence (1-4)	Criticités	Plan de prévention	Plan de réparation	Responsable
De criticité max						
Négligeables						

Cas d'un plan de prévention défaillant

- non existence d'un plan d'action

- non respects du plan de prévention (échéancier)
- ne pas prioriser les risques (non trié par criticité)
- mauvaise identification = impossibilité de traitement
- chevauchement des risques
- non précision des risques
- consultation de la mauvaise personne
- non identification d'un responsable de risque
- non actualisation et mise à jour «10»

Suivi des risques



Figure II-4 **:** Roue Deming [9].

Un bon suivi ne s'effectue qu'en parallèle de :

- Une bonne gestion du personnel
- Une bonne embauche et orientation du personnel
- La formation et la communication
- La pro activité
- Risques endogènes → viennent de l'intérieur.
- Risques exogènes → viennent de l'extérieur

II-7-Commissions d'hygiène et de sécurité :

Rappel de textes de lois :

Loi n°88/07 du 26/01/1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail et les textes pris pour son application parue en 2005

Décret exécutif N° 05-09du 27 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 8 janvier 2005relatif aux commissions paritaires et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité [9] .

II-8-Textes réglementaires en hygiène et sécurité :

II-8-1-Lois :

-Loi n° 83-13 du 02 Juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles.

-Loi n° 88-07 du 26 Janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail.

-Loi n° 90-03 du 06 Février 1990 relative à l'inspection du travail.

-Loi n° 90-11 du 21 Avril 1990 relative aux relations de travail.

II-8-2-Directive :

- Directive n° 05 : Du 19 avril 2004 Note N° 251/2004

Objet : Respect des Règles de Sécurité relatives aux Manœuvres et Travaux sur les Ouvrages.

II-8-3-Décrets :

-Décret n° 76-36 du 20 février 1976 relatif à la protection contre les risques d'incendie et de Panique dans les établissements recevant du public.

-Décret présidentiel N0 06-60 du 12 Moharrem 1427correspondant au 11 février 2006portant ratification de la convention 167 concernant la sécurité et la santé dans la construction.

-Décret exécutif n° 90-198 du 30 Juin 1990 portant règlementation des substances explosives.

-Décret n° 91 05 du 19 01 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicable en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

-Décret exécutif n° 93-120 du 15 Mai 1993 relatif à l'organisation de la médecine du travail.

-Décret exécutif n° 01-342 relatif aux prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.

-Décret n° 02-427 du 07 Décembre 2002 relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

-Décret n° 05-09 du 08 Janvier 2005 relatif aux commissions paritaires et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité.

-Décret n° 05-10 du 08 Janvier 2005 fixant les attributions, la composition, l'organisation et le fonctionnement du comité inter-entreprise d'hygiène et de sécurité.

-Décret n° 05-12 du 08 Janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène étude sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

-Décret exécutif n° 90-246 du 18 août 1990 portant réglementation des appareils pression de vapeur. Procédé n'a pas encore été effectuée.

-Dans le cas d'une installation complexe existante, au niveau d'une démarche d'analyse des risques [9].

CHAPITRE III :

GENERALITE SUR RESEAUX ELECTRIQUE

III -1-Introduction :

Les réseaux électriques sont considérés comme des infrastructures hautement critiques pour notre société. Ces réseaux sont conçus traditionnellement d'une manière verticale ou les transferts de l'énergie suivent le schéma dit « du haut en bas » : Production –Transport distribution.

En effet, les réseaux électriques sont traditionnellement exploités d'une manière centralisée.

Ainsi, la plus grande partie de la production électrique est centrée autour de centrales à grande capacité de production (type centrales hydrauliques, thermiques, nucléaires). Cette production est souvent liée à des emplacements géographiques adéquats (sources d'eau, impératifs techniques, ...). L'énergie est ensuite acheminée vers les grands centres de consommation à travers un réseau de lignes aériennes et de câbles, souvent à de grandes distances et à des niveaux de tension plus au moins importants. Cette structure a été construite sur des bases économiques, de sécurité du système et de qualité de fourniture de l'énergie [10].

Elle est très centralisée et contrôlée par des centres de conduite hiérarchisés permettant de surveiller et de contrôler le réseau à tout instant. Ainsi, la production est ajustée à la consommation instantanément (par surveillance de la fréquence et sur la base de modèles de prévision de charges très élaborés). La tension est également contrôlée sur une plage biens pacifiée au moyen de dispositifs souvent coordonnées (générateurs, régleurs en charge des transformateurs, compensateurs d'énergie réactive statiques ou non, actions opérateur, ...).Cependant, ce mode de fonctionnement est confronté à de multiples limitations. On peut en citer quelques-unes :

-Saturation du réseau actuel et fonctionnement de plus en plus près de la limites de sécurité Contraintes géographiques et écologiques (construction de plus en plus difficile de nouvelles lignes et centrales)

-Croissance continue de la consommation (malgré une certaine stagnation dans certains pays) [10].

III -2-Définition du Réseau Electrique :

Un réseau électrique est l'ensemble des composantes requises pour conduire l'énergie électrique de la source (générateur) à la charge (consommateur). Cet ensemble comprend des transformateurs, des lignes de transmission, des pylônes, des générateurs, des moteurs, des réactances, des condensateurs, des appareils de mesure et de contrôle, des protections contre la foudre et le court-circuit, etc.

Les réseaux électriques ont pour fonction d'interconnecter les centres de production

tels que les centrales hydrauliques, thermiques..., avec les centres de consommation (villes, usines...). L'énergie électrique est transportée en haute tension, voire très haute tension pour limiter les pertes joules (les pertes étant proportionnelles au carré de l'intensité) et minimisé la chute de tension puis progressivement abaissée au niveau de la tension de l'utilisateur final. Les systèmes électriques sont des systèmes de livraison d'énergie en temps réel. Temps réel signifie que l'électricité est produite, transportée, et fourni au même temps. Les systèmes d'alimentation électriques ne sont pas des systèmes de stockage tels que les systèmes d'eau et les systèmes de gaz. Au lieu de cela, les générateurs produisent de l'énergie que la demande l'exige [11].

III -3-Les types de réseaux électriques : [10]

Un réseau élecservice ou d'alimentation en cas d'aléas comme la perte d'une ligne, d'une production, électrique est généralement hiérarchisé par niveau de tension, celui-ci est fractionné en trois principales subdivisions à savoir le réseau de transport, de répartition et de distribution. Une notion de frontière peut être définie entre les niveaux de tension du réseau électrique, ces frontières sont assurées par les postes sources et les transformateurs

La première de ces divisions est le réseau de transport (en Algérie 225kV, 400kV) ou réseau de haute tension de niveau B (HTB). Sur ce réseau sont connectées les centrales de production classique comme les centrales nucléaires, thermiques. Hydrauliques de l'ordre du millier de mégawatts. Ces réseaux ont une architecture maillée, ainsi les productions ne sont pas isolées mais toutes reliées entre elles, cette structure permet une sûreté de fonctionnement accrue par rapport à une structure de réseau dite radiale puisqu'elle assure la continuité du service ou d'alimentation en cas d'aléas comme la perte d'une ligne, d'une production, etc.

En effet, lors de l'ouverture d'une ligne, le fait d'avoir cette structure maillée permet au flux de puissance de trouver un nouveau chemin pour contourner cette ligne en défaut et donc de garantir la continuité de l'alimentation en aval du problème. C'est à ce niveau de tension que sont assurées les interconnections entre régions au niveau nationale et les échanges (importation/exportation) d'énergie électrique au niveau internationale (ex : Hessi Ameur (Algérie) – Bourdim (Maroc) et El-Hadjar (Algérie) – Djendouba (Tunisie), en 400 kV).

b) Le deuxième niveau de tension est le réseau de répartition (63kV, 90kV), celui-ci assure le transport des réserves en électricité composées de l'énergie puisée au réseau de transport et de productions de plus petites échelles vers les zones de consommations et à quelques gros clients industriels directement connectés à celui-ci. (Mentionnant que la terminologie "réseau de répartition" tend à disparaître, ce niveau de tension étant généralement englobé dans le

terme "transport".) La gestion de la tension et de la fréquence des réseaux de transport et de répartition est effectuée de manière centralisée. Des mesures de puissance actives et réactives et de tension sont effectuées sur le réseau et sont rapatriées aux centres de télé conduite. Ces mesures sont ensuite disponibles aux opérateurs en charge du bon fonctionnement du réseau ainsi que de la coordination des productions. L'opérateur en charge du bon fonctionnement de ces réseaux est le gestionnaire du réseau de transport. (en Algérie c'est le GRTE (Gestionnaire de Réseau de Transport d'Electricité), cette entité exploite et entretient le réseau public de transport Algérien).

c) La troisième et dernière subdivision est. Le réseau de distribution : (30kV, 400V). Ce réseau a pour fonction d'alimenter l'ensemble de la clientèle principalement connectée à Ce réseau. Son exploitation est. Gérée par un Gestionnaire de Réseau de Distribution (GRD). Les réseaux de distribution ont principalement une structure radiale. A la différence d'une structure maillée une structure radiale est une structure arborescente ; cette structure arborescente simplifie considérablement le système de protections puisque le transit de puissance se fait de manière unilatérale du poste source (HTB/HTA) vers les postes HTA/BT et les consommateurs finaux. Ceci permet notamment la localisation et l'élimination rapide de défauts, ainsi que le comptage de l'énergie aux postes sources. Cette structure EST donc parfaitement adaptée à un système verticalement intègre dans lequel la production est centralisée et la consumation distribuée.

Cette structure vertical "transport – répartition – distribution" est schématisée sur les (figure - III -1)

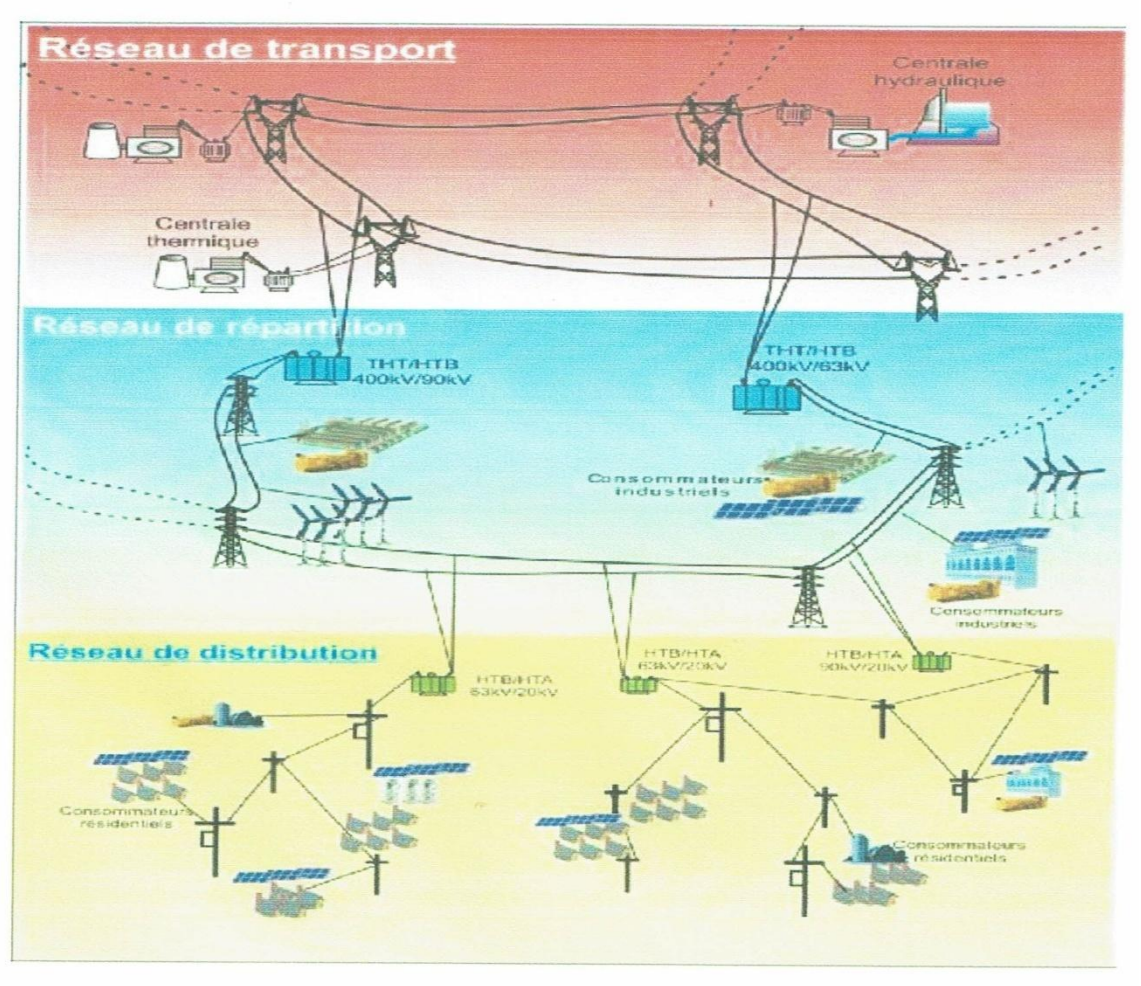


Figure - III -1 : architecture d'un réseau électrique moderne. [10]

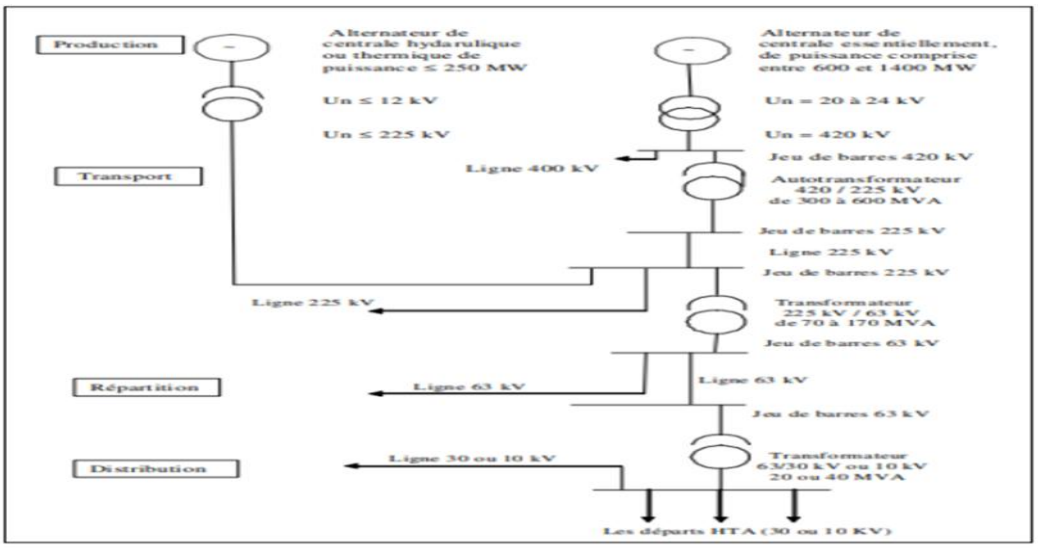


Figure - III -2 : organisation des différents niveaux de tension du système électrique en Algérie [12]

III -4- Topologies des réseaux électriques : [13]

Les topologies diffèrent d'un type de réseau à un autre. Cette topologie est dictée par : le niveau de fiabilité recherché, la flexibilité et la maintenance, ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation. Les différences topologies qu' 'on trouve usuellement sont illustrées sur la Figure (-III -3)

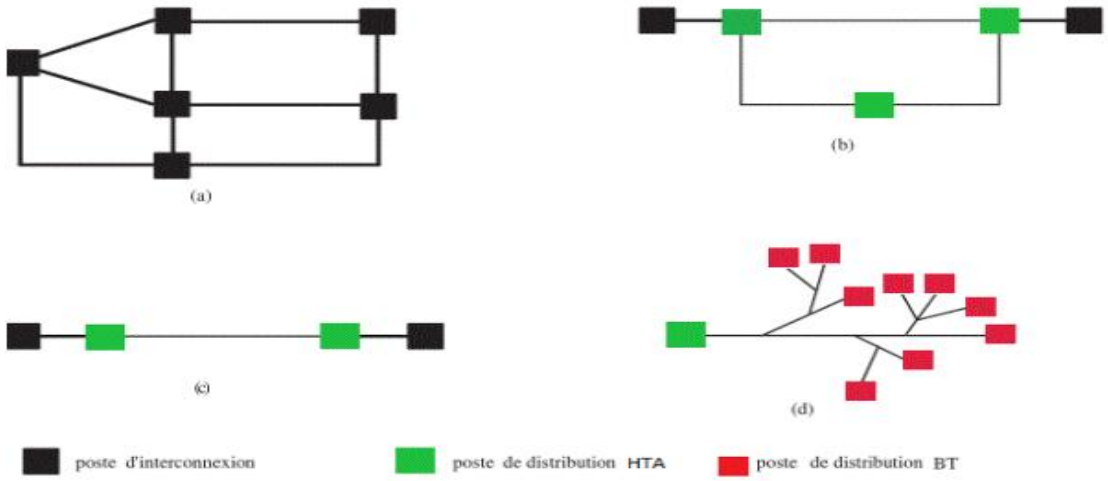


Figure -III-3 : Différentes topologies des réseaux électriques : (a) Réseau maillé, (b). Réseau bouclé, (c).Réseau radial, (d). Réseau arborescent. [13]

III -4-1- Réseau maillé :

Cette topologie est presque la norme pour les réseaux de transport. Tous les centres de production sont liés entre eux par des lignes THT au niveau des postes d'interconnexion, ce qui forme un maillage. Cette structure permet une meilleure fiabilité mais nécessite une surveillance à l'échelle nationale voire continentale.

III -4-2-Réseau bouclé :

Cette topologie est surtout utilisée dans les réseaux de répartition et distribution MT. Les postes de répartition HT ou MT alimentés à partir du réseau THT sont reliés entre eux pour former des boucles, ceci dans le but d'augmenter la disponibilité. Cependant, il faut noter que les réseaux MT ne sont pas forcément bouclés.

III -4-3-Réseau radial :

C'est une topologie simple qu'on trouve usuellement dans la distribution MT et BT. Elle est composée d'une ligne alimentée par des postes de distribution MT ou BT alimentés au départ par un poste source HT ou MT.

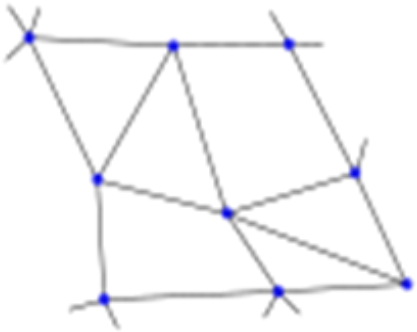
III -4-4-Réseau arborescent

Cette structure est très utilisée en milieu rural et quelque fois en milieu urbain où la charge n'est pas très sensible aux interruptions. Elle est constituée d'un poste de répartition qui alimente plusieurs postes de distribution (BT) grâce à des piquages à différents niveaux des lignes alimentant les postes MT/BT.

III -5-Différent types de structures : [15]

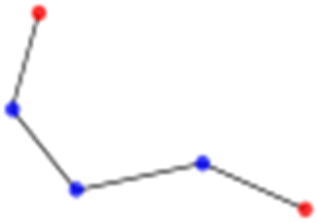
III -5-1-Structure maillée :

Les postes électriques sont reliés entre aux par de nombreuses lignes électriques, apportant une grande sécurité d'alimentation



III -5-2-Structure radiale ou bouclée :

(Les postes rouges représentent les apports d'énergie) : la sécurité d'alimentation, bien qu'inférieure à celle de la structure maillée, reste élevée.



III -5-3-Structure arborescente :

(Le poste rouge représente l'apport d'énergie) : la sécurité d'alimentation est faible puisqu'un défaut sur la ligne ou sur le poste rouge coupe l'ensemble de client en aval



III -6-Matériels utilisés dans les réseaux électriques :[16]

Le réseau électrique est constitué non seulement de matériel haute tension (dit matériel de puissance), mais également de nombreuses fonctions utiles telles que le tél éconduit ou le système de protection.

III -6-1-Matériels de puissance :

Les lignes électriques relient les postes entre eux. À l'intérieur d'un poste, on trouve pour chaque niveau de tension un jeu de barre qui relie les départs lignes et les départs transformateurs.

Les lignes électriques Les lignes électriques assurent la fonction « transport de l'énergie » sur les longues distances. Elles sont constituées de 3 phases, et chaque phase peut être constituée d'un faisceau de plusieurs conducteurs (de 1 à 4) espacés de quelques centimètres afin de limiter l'effet couronne qui entraîne des pertes en lignes, différentes des pertes Joule. L'ensemble de ces 3 phases électriques constitue un terne. Un pylône électrique peut supporter plusieurs ternes : en France rarement plus de 2, mais d'autre pays comme l'Allemagne ou le Japon font supporter à leur pylône jusqu'à 8 ternes. Les pylônes sont tous soigneusement reliés à la terre par un réseau de terre efficace. Les pylônes supportent les conducteurs par des isolateurs en verre ou en porcelaine qui résistent aux tensions élevées des lignes électriques [16].

Généralement la longueur d'un isolateur dépend directement de la tension de la ligne électrique qu'il supporte. Les isolateurs sont toujours munis d'éclateurs qui sont constitués de deux pointes métalliques se faisant face. Leur distance est suffisante pour qu'en régime normal la tenue de tension puisse être garantie. Leur utilité apparaît lorsque la foudre frappe la ligne électrique : un arc électrique va alors s'établir au niveau de l'éclateur qui contournera l'isolateur. S'il n'y avait pas d'éclateur, la surtension entre le pylône et la ligne électrique foudroyée détruirait systématiquement l'isolateur [16].

III -6-2-Un câble de garde

Constitué d'un seul conducteur, surplombe parfois les lignes électriques. Il est attaché directement au pylône, et ne transporte aucune énergie : il est relié au réseau de terre et son but est d'attirer la foudre afin qu'elle ne frappe pas les 3 phases de la ligne, évitant ainsi les "creux de tension" perturbant les clients. Au centre du câble de garde on place parfois un câble fibre optique qui sert à la communication de l'exploitant. Si on décide d'installer la fibre optique sur un câble de garde déjà existant, on utilise alors un robot qui viendra enrouler en spirale la fibre optique autour du câble de garde.

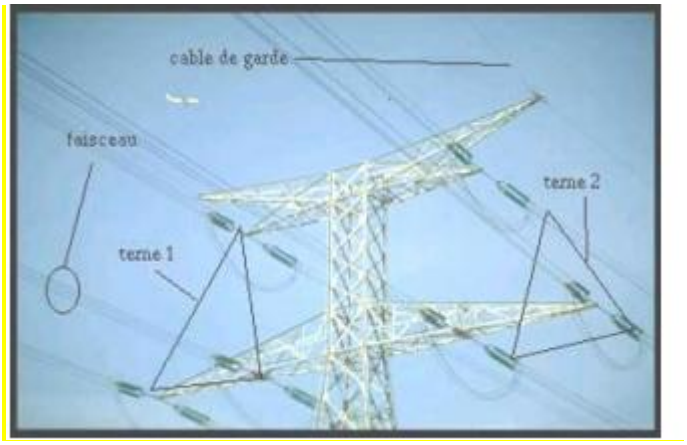


Figure - III -4 : Lignes de transport d'énergie électrique.[16]

III -6-3-Les transformateurs de puissance :[17]

On trouve sur les réseaux électriques deux types de transformateurs de puissance :

Les autotransformateurs qui n'ont pas d'isolement entre le primaire et le secondaire :

Ils ont un rapport de transformation fixe quand ils sont en service, mais qui peut être changé si l'autotransformateur est mis hors service

III -6-4-Les transformateurs avec régleurs en charge :

Sont capables de changer leur rapport de transformation quand ils sont en service. Ils sont utilisés pour maintenir une tension constante au secondaire (la tension la plus basse) et jouent un rôle important dans le maintien de la tension.

Les transformateurs étant des matériels particulièrement coûteux, leur protection est assurée par différents mécanismes redondants.[17]



Figure- III -5 : Transformateur de puissance. [17]

III -6-5- Matériels de surveillance et de commande :

La conduite s'effectue depuis des centres de conduite régionaux (dispatchings) ou nationaux. Ceux-ci disposent d'instruments de tél éconduite (des SCADA, notamment) comprenant des dispositifs permettant :

- De commander les organes de coupure (disjoncteurs, sectionneurs),
- De connaître la position de ces organes,
- De mesurer un certain nombre de grandeurs (tension, intensité, fréquence),
- De signaler des dysfonctionnements (alarmes).

Outre les éléments ci-dessus permettant la conduite à distance, on trouve également des dispositifs locaux, pouvant réaliser de façon automatique des manœuvres destinées à sauvegarder le fonctionnement du système électrique où à rétablir le service lorsqu'il a été interrompu.

III -6-6-Les postes électriques :

Les postes électriques sont les nœuds du réseau électrique. Ce sont les points de connexion des lignes électriques. Les postes des réseaux électriques peuvent avoir deux finalités :

- **L'interconnexion** : entre les lignes de même niveau de tension : cela permet de répartir.

L'énergie sur les différentes lignes issues du poste ;

- **La transformation de l'énergie** :

Les transformateurs permettent de passer d'un niveau de tension à un autre. De plus, les postes électriques assurent des fonctions stratégiques : assurer la protection du réseau : un système complexe de protection permet qu'un défaut sur un seul ouvrage n'entraîne pas la mise hors tension de nombreux ouvrages, ce qui risquerait de mettre une vaste zone hors tension. Cette protection est assurée par des capteurs qui fournissent une image de la tension et du courant à des relais de protection, lesquels élaborent des ordres de déclenchement à destination des disjoncteurs ;

Un important réseau de voies de télécommunication fiables et sécurisées est nécessaire pour échanger ces informations entre le centre de conduite et les postes qu'il exploite. Le matériel de surveillance est destiné à l'analyse à posteriori des incidents. Il comprend essentiellement des consignateurs d'état chargés de relever la position des organes de coupure, et des pétrographes qui, grâce à un système de mémoire, restituent l'évolution des tensions et des courants pendant le déroulement des

incidents. Lorsque des clients sensibles se trouvent à proximité du poste, des qualimètres, destinés à mesurer les coupures brèves, peuvent aussi être installées. Les données fournies par ces équipements sont consultées sur place. Par commodité, elles peuvent être transmises à distance, mais la fiabilité demandée aux voies de transmission utilisées est moins importante que dans le cas précédent [17].



Figure - III -6 :Poste électrique.

III -6-7-Transformateurs de mesure (courant et tension) : [17]

Ils sont utilisés pour permettre la mesure de la tension ou du courant quand ceux-ci ont une valeur trop élevée pour être mesurée directement. Ils doivent transformer la tension ou le courant de manière proportionnelle et sans déphasage. Ils sont destinés à alimenter des appareils de mesure, des compteurs, des relais et autres appareils analogues.



Transformateur de courant Transformateur de tension

Figure -III -7 : Transformateurs de mesure. [17]

III -6-8-Disjoncteurs :

Ils protègent le réseau contre d'éventuelles surcharges dues à des courants de défaut (foudre, amorçage avec branche d'arbre) en mettant des portions de circuit sous ou hors tension [17] .



Figure - III -8 : disjoncteurs.

III -6-9-Sectionneurs :

Ils assurent la coupure visible d'un circuit électrique et aiguillent le courant dans le poste.



Figure- III -9 : Sectionneurs.[17]

III -6-10-Jeux de barre :

Dans la distribution électrique un jeu de barres désigne un conducteur de cuivre ou d'aluminium qui conduit de l'électricité dans un tableau électrique, à l'intérieur de l'appareillage électrique ou dans un poste électrique. Les jeux de barres sont typiquement soit des barres plates, soit des tubes.

Ils sont considérés comme des conducteurs de faible impédance auquel peuvent être reliés plusieurs circuits électriques en des points séparés [17].



Figure - III -10 : Jeux de barres.[17]

6-11-Isolateur :

Les isolateurs assurent l'isolement électrique entre les câbles conducteurs et les supports. Ils sont utilisés en chaîne, dont la longueur augmente avec le niveau de tension : il faut compter environ 6isolateurs en 63 kV, 9 en 90 kV, 12 en 225 kV et 19 en très haute tension de 400 kV. La chaîne d'isolateurs joue également un rôle mécanique, elle doit être capable de résister aux efforts dus aux conducteurs, qui subissent les effets du vent, de la neige ou du givre.



Figure- III -11: Isolateurs. [17]

III -7-Equipements des postes :

Dans une analyse globale d'un réseau électrique un poste est considéré comme une barre ou tout suppléments un nœud où transitent des flux de puissances. Ce poste constitue une pièce majeure dans le système de répartition ou de distribution, dans la mesure où c'est à ce niveau qui est organisée la configuration de la topologie du réseau, et c'est aussi un point de surveillance de contrôle et de protection [18].

Un poste électrique est un ensemble d'appareillage arrange de sorte à :

➢ Faire transiter la puissance d'un niveau de tension à un autre, en général s'il s'agit d'un poste de répartition ou de distribution, le poste sert à baisser la tension

➢ Réglage de la tension, comptage de puissance, surveillance...etc.

Cet ensemble d'appareillage comporte :

➢ Des jeux de barres ;

➢ Des transformateurs ;

➢ Des disjoncteurs et sectionneurs (appareillage de coupure);

➢ Des compensateurs ;

➢ Appareillage de mesure et de comptage de puissance ;[18].

III -7-1-Fonction des postes électriques :

Dans les réseaux, les postes ont pour fonction en particulier :

- **D'organiser(configurer)** :

La topologie des réseaux c'est à dire l'affectation des lignes à telles ou telles barres (bus) et donc ouvrir, fermer les disjoncteurs /sectionneurs.

- **De surveiller:**

C'est la fonction qui consiste à mesurer le courant, la tension, les puissances, enregistrer et traiter les alarmes etc.…

- **De protéger:**

C'est la fonction de protection des ouvrages (lignes, postes…) dans les réseaux.

Le réseau électrique servant à transporter l'énergie. Il est composé de centrales de production, des postes de transformation, d'un poste d'interconnexion [18].

III -8-Niveaux de tension normalisés :

III -8-1-Les tensions normalisées selon la CEI :

La nouvelle norme CEI (ainsi que les textes législatifs en vigueur en Algérie depuis juin2002) définissent les niveaux de tension alternative comme suit (Figures - III -12) :

HTB : pour une tension composée supérieure à 50 kV.

HTA : pour une tension composée compri1se entre 1 kV et 50 kV.

BTB : pour une tension composée comprise entre 500 V et 1 kV.

BTA : pour une tension composée comprise entre 50 V et 500 V.

TBT : pour une tension composée inférieure ou égale à 50 V.

Domaines de Tension		Valeur de la tension composée nominale (Un en Volts)	
		Courant alternatif	Courant continu
Très Basse Tension (TBT)		Un ≤ 50	Un ≤ 120
Basse Tension (BT)	BTA	50 < Un ≤ 500	120 < Un ≤ 750
	BTB	500 < Un ≤ 1000	750 < Un ≤ 1500
Haute Tension (HT)	HTA	1000 < Un ≤ 50 000	1500 < Un ≤ 75 000
	HTB	Un > 50000	Un >75000

Tableau - III-1: Tableau des domaines de tension. [19]

- Nous prendrons par convention dans ce qui suit :
- HTB désignera la Haute Tension HT.
- HTA désignera la Moyenne Tension MT.
- BTB et BTA désignerons le domaine de la Basse Tension BT.

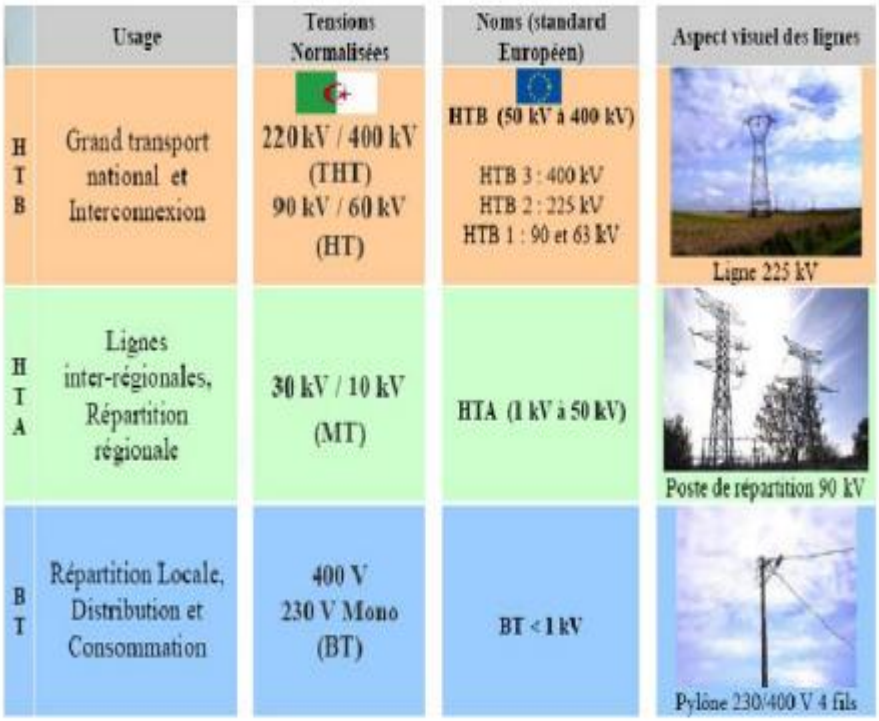


Figure - III -12: Classification des tensions en Algérie et en Europe. [19]

III -9-Partie HTA /BT :

Les réseaux de distribution constituent l'architecture la plus importante du réseau électrique. Ils assurent la distribution de l'énergie électrique au niveau local. Leur tension est inférieure ou égale à 50 kV (HTA). Ils sont constitués de deux types de réseaux : le réseau moyen tension (HTA) avec un niveau de 10 kV et 30 kV connecté au réseau de transport, et le réseau basse tension (BT) de tension de 0.4 kV.

Le réseau BT constitue le dernier maillon du système électrique. Ses tronçons sont raccordés au réseau HTA dans des postes de transformation HTA/BT. Ces niveaux de tension offrent un compromis technico-économique qui permet à la fois, de diminuer les chutes de tension, de minimiser le nombre de postes source (poste de connexion HTB/HTA) mais également de limiter

Les contraintes techniques et économiques inhérentes aux hautes tensions.

La production d'énergie thermique, lumineuse et mécanique sont les trois usages classiques de l'énergie électrique. Elles se retrouvent aussi bien chez les consommateurs résidentiels qu'industriels. Dans les réseaux, les consommateurs appelés charges sont caractérisées par leurs puissances active et réactive consommées. De ces puissances mesurées sur un certain intervalle de temps sont déduites les puissances maximales (de pointe) et moyennes. Par la mesure des courants dans les postes de transformation entre les réseaux de transport et de distribution, des courbes de consommation appelées courbes de charge sont tracées pour connaître l'évolution des charges au cours du temps [12]. Elles permettent aux gestionnaires de réseau de prédire l'évolution de la consommation sur les réseaux et donc, entre autres, de définir les plans prévisionnels de production.

Le transport et la distribution d'énergie électrique sont des activités encadrées par deux gestionnaires : les gestionnaires de réseaux de transport électrique (GRTE) et les gestionnaires de réseaux de distribution électrique (GRDE). Leur supervision est d'assurer le pilotage des réseaux dans des centres de dispatching répartis sur le territoire national dans une structure hiérarchique,

Depuis un dispatching national gérant le système électrique au niveau du pays vers des unités régionales puis locales gérant les réseaux de transport et de distribution. La supervision permet notamment de garantir un équilibre entre la production et la demande et donc d'assurer le réglage de fréquence et ainsi la stabilité globale du système électrique [12]. Une autre fonction

Importante réalisée par les centres de dispatching est le réglage de la tension. La tension est réglée localement en modifiant les prises de transformateurs réglables et en modulant

la production ou l'absorption de puissance réactive des différents dispositifs du réseau tels que les compensateurs synchrones ou statiques.

III -9-1 Les postes HTA/BT :

III- 9-1.1 Les différents types de postes HTA/BT :

On peut classer les postes HTA/BT en deux catégories :

III -9-1-2- Les postes d'extérieur :

• Poste sur poteau : puissances 25 – 50 – 100 kVA.

• Postes préfabriqués :

➢ En bas de poteau : de 100 à160kVA.

➢ Poste compact : de 250à 1 250 kVA.

• Poste maçonner traditionnel :de 250 à 1 250 kVA.

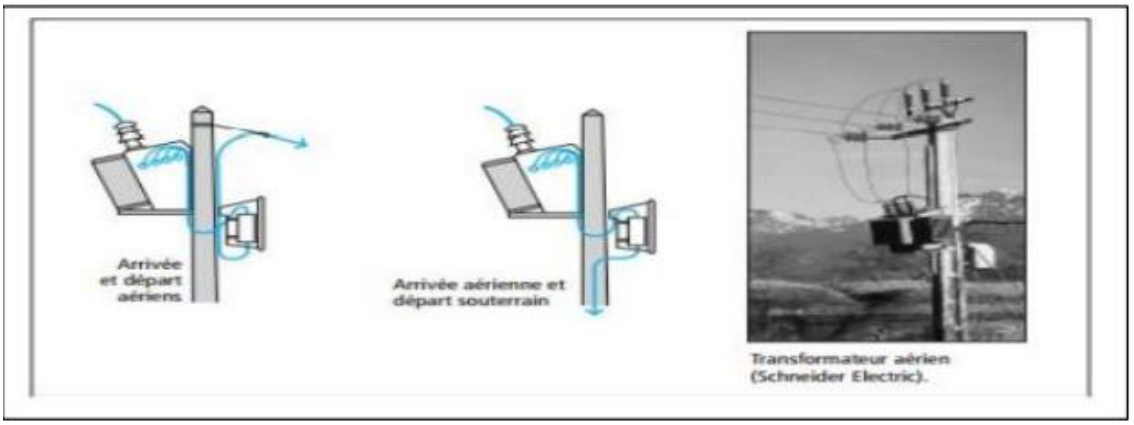


Figure - III -13 : Exemples de raccordement d'un poste sur poteau. [12]

III -9-1-3-Les postes d'intérieur :

▪ Postes ouverts maçonnés ou préfabriqués.

▪ Postes en cellules préfabriquées métalliques.

Les puissances sont comprises entre 100 et 1250 KVA. Le comptage BT doit être remplacé par un comptage HT dès que l'installation dépasse 2 000 A, ou s'il existe plusieurs transformateurs [12]

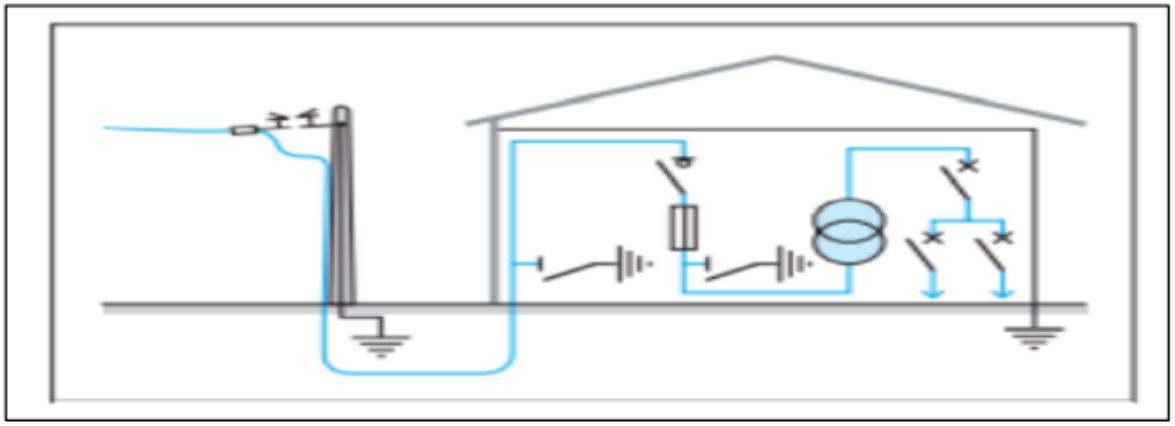


Figure- III -14: Schéma général d'un poste ouvert. [12]

III -9-2- Structure d'un poste HTA/BT :

Le poste de livraison comporte essentiellement de l'appareillage et un ou plusieurs transformateurs afin d'assurer les fonctions suivantes :

Dérivation du courant sur le réseau.

✓ Protection du transformateur côté HT.

✓ Transformation HTA/BT.

✓ Protection du transformateur côté BT.

✓ Comptage d'énergie.

Toutes les masses métalliques du poste sont reliées à la terre. Pour l'intervention dans le poste, les arrivées doivent être sectionnées et les câbles reliés entre eux mis à la terre.

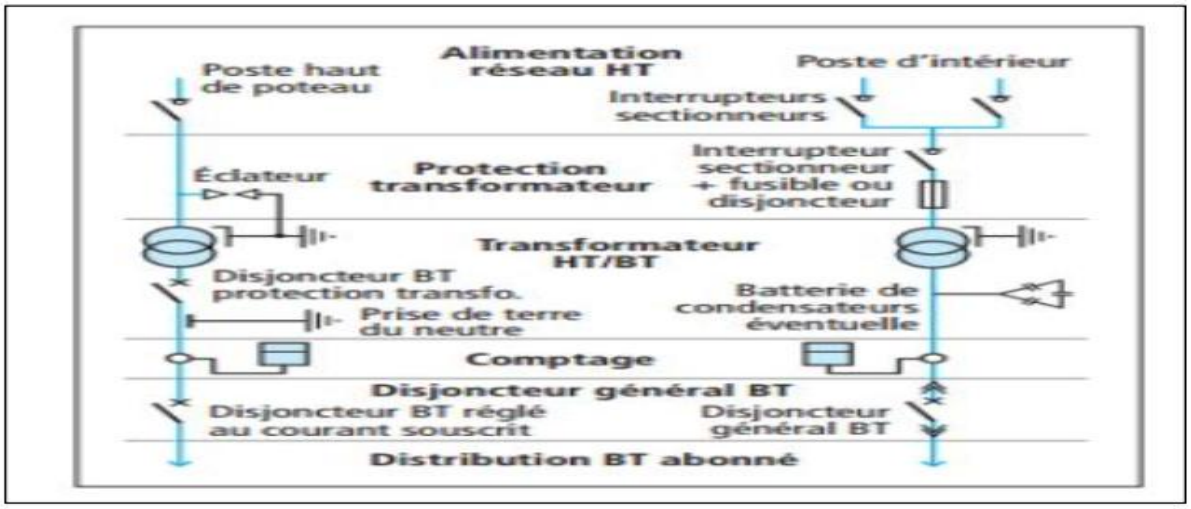


Figure- III -15 : Structure générale d'un poste HTA/BT. [12]

III -9-3- Postes HTA/BT en haut de poteau :



Transformateur aérien
(Schneider Electric).

Protection :

• Côté haute tension : protection contre la foudre par éclateur + disjoncteur contre les surintensités.

• Côté basse tension : un disjoncteur protège le transformateur contre les surintensités.[20]

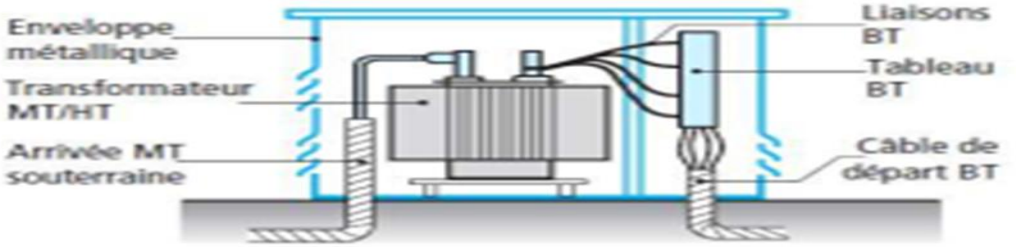
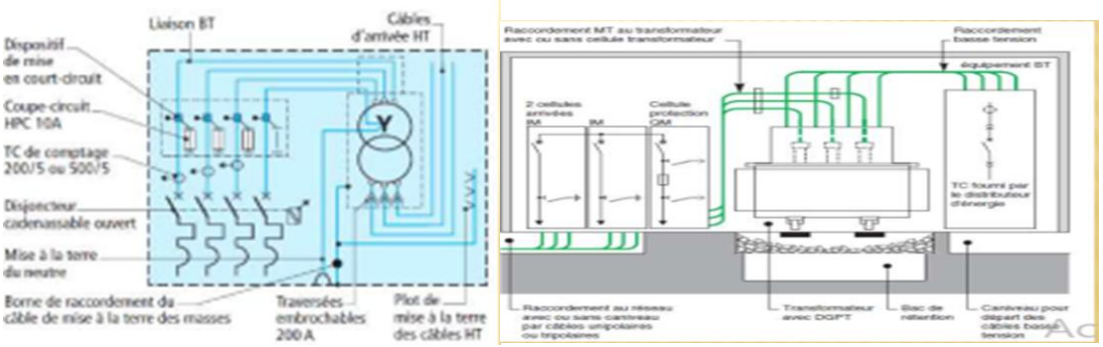


Figure - III -16: Structure générale d'un poste HTA/BT

III -9-4- Postes préfabriqués monobloc :

Ces postes sont très compacts et leur mise en place est très rapide.

Il en existe une grande variété selon le milieu (urbain ou rural), selon les puissances installées et le type d' 'alimentation (en aérien ou en souterrain)



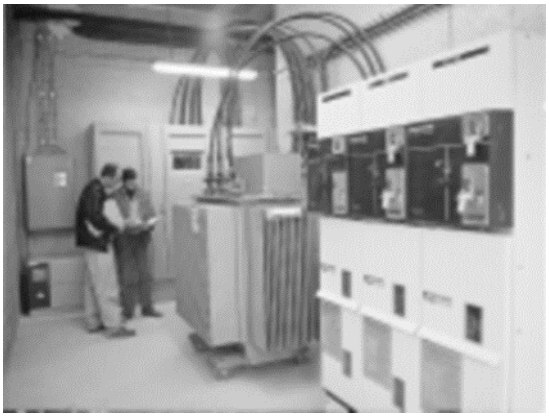
Exemple de poste HTA/BT :

Il s'agit d'un poste intérieur en cellule préfabriquées avec transformateur HT/BT et distribution BT [20].

III -9-4- Postes intérieures :

L'installation d'un poste de livraison en intérieur se justifie lorsqu'on doit protéger l'appareillage HT et BT du poste contre les fortes variations de température, ou dans le cas de puissances Importantes On distingue les postes dont l'appareillage HT est sous enveloppe métallique et les postes équipés d'appareillage HT sans enveloppe. Le matériel, dans ce dernier cas, est dit « ouvert [20].

Ces postes maçonnés sont de plus en plus remplacés par des cellules préfabriquées. Les postes avec cellules préfabriquées métalliques ont pratiquement remplacé tous les postes maçonnés avec appareillage ouvert. Ils présentent l'avantage d'offrir une meilleure sécurité et une mise en place plus rapide [20] .



III -9-5-Postes avec cellules fonctionnelles :

III -9-5-1-Différents types de cellules

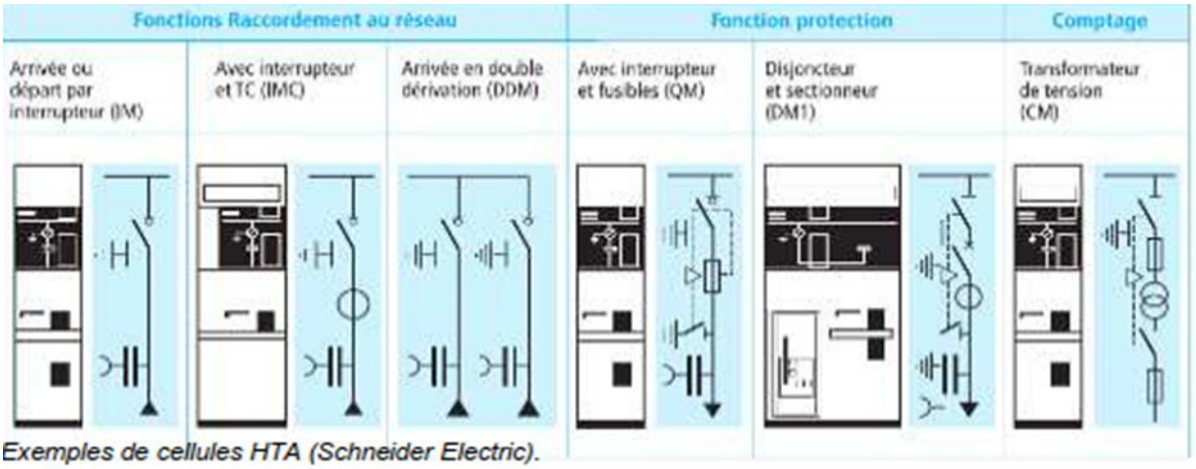
Il existe une multitude de cellules différentes :

- cellule d'arrivée ;
- cellule de protection HT ;
- cellule de protection BT (fusible + interrupteur ou disjoncteur) .Les postes avec cellules préfabriquées métalliques sont réalisés avec des cellules remplissant chacune une fonction. Association des cellules HTA

Les appareils hauts tension sont répartis en cellules individuelles qui permettent par association de réaliser de multiples schémas.

Ce système modulaire permet la construction de postes de répartition HT et de livraison

avec une très grande souplesse [20].



Exemples de cellules HTA (Schneider Electric).

III -10-Schémas d'exploitation

III -10-1- Les postes sources HTB/HTA :

Les postes sources, en général alimentés par le réseau de répartition à 63 ou 90 kV (quelquefois directement par le réseau de transport a 225 kV) constituent l'interface entre les réseaux de transport/répartition et les réseaux de distribution.

Ils sont constitués en phase initiale d'un transformateur alimenté par une arrivée HTB (HT1) et alimentant lui-même une ou deux rames, ou jeux de barres (Figure - III-18.a). En seconde phase, avec l'augmentation des charges a desservir, un second transformateur est ajouté (Figure III .18.b), et le poste est généralement raccorde à une deuxième arrivée HTB (HT2) appelée "garantie ligne". En phase finale, un troisième (et quelquefois plus) transformateur est ajouté en double attaché (Figure III -18.c) [21].

En exploitation normale, un transformateur peut alimenter plusieurs rames, le second étant en secours ; ou bien chaque transformateur alimente une rame ou une demi-rame. Les transformateurs ne sont jamais en parallèle, sauf de courts instants pendant un changement de schéma d'exploitation du poste.

Les départs HTA sont regroupés par demi-rame en fonction de leur nature (aérienne ou souterraine) et de la similarité de leur courbe de charge, c'est-à-dire du type de clients raccordés [21].

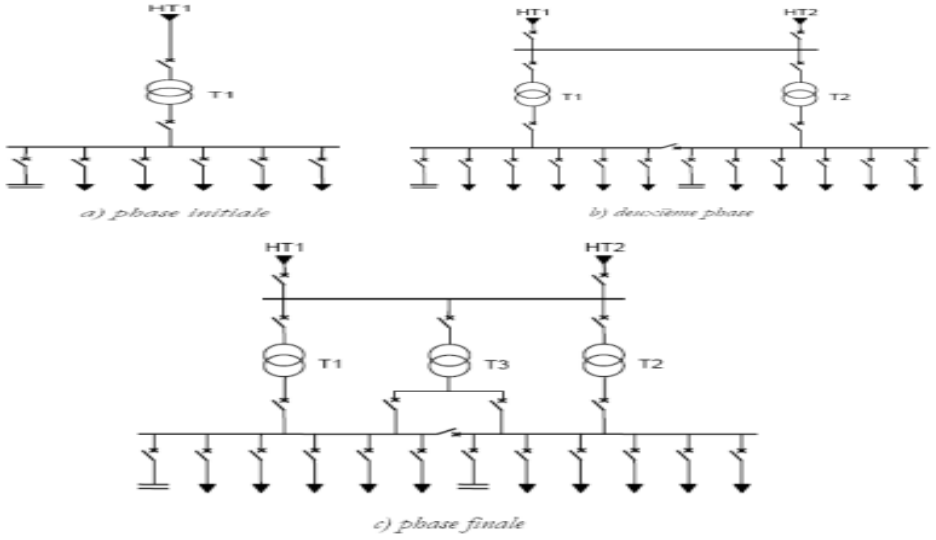


Figure- III-17 - :

Schéma de principe des postes sources HTB/HTA [21]

III -10-2- Les lignes HTA :

Le réseau HTA à une structure arborescente radiale le plus souvent boucla blé par une autre demi-rame ou un autre poste source pour la sécurité d'exploitation. Il est en général constitué d'une artère ou ossature principale et de dérivations. Selon la densité des charges à desservir, le réseau de distribution sera réalisé soit en lignes aériennes, soit en câbles souterrains.

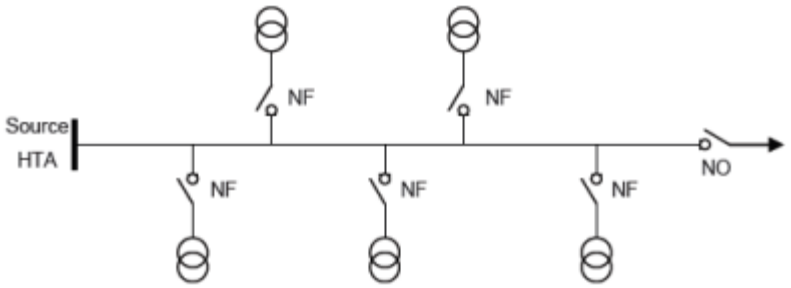


Figure - III-18: Schéma simple dérivation [21].

Où : NF et NO sont, respectivement, interrupteur normalement fermé et interrupteur normalement ouvert.

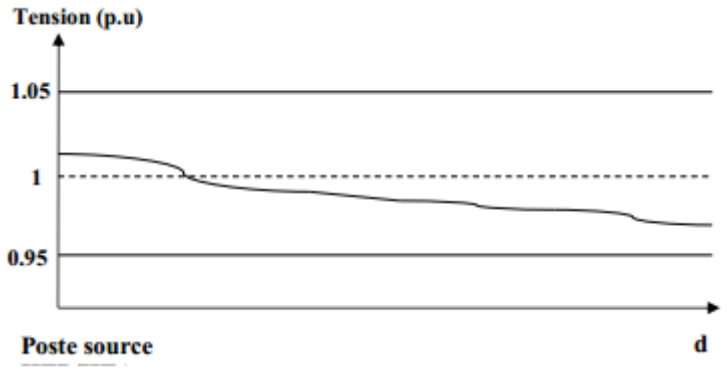


Figure – III-19: Variation de la tension le long d'un départ HTA. [21]

III -10-2-1-Réseau HTA aérien :

Les zones rurales à faible densité de charge sont alimentées par des lignes HTA aériennes en simple dérivation (Figure, traditionnellement moins coûteuses que les câbles enterrés. Le dimensionnement de ces ouvrages est lié aux chutes de tension maximales admissibles [19].

III- 10-2-2-Réseau HTA souterrain :

Les zones urbaines ou mixtes à forte densité de charge sont alimentées par des câbles

HTA enterrés en coupure d'artère (Figure III-20) ou en double dérivation (Figure - III -19). En double dérivation, les postes HTA/BT sont normalement alimentés par le câble de travail (CT), le câble de secours (CS) permet de garantir une bonne continuité de service en cas de défaut. La technique en coupure d'artère est moins coûteuse que la précédente et permet une isolation rapide des défauts, mais nécessite un temps d'intervention plus long.

Le dimensionnement des ouvrages souterrains est principalement lié aux courants admissibles dans les câbles en raison de la densité des charges à desservir. Les ouvrages de distribution neufs ou les rénovations en zones rurales sont également réalisés en câble enterré depuis les années 1990, en raison de la baisse notoire du surcoût lie à cette technique. De plus, une volonté politique croissante de qualité environnementale tend à la réduction de l'impact visuel des ouvrages. Le réseau de distribution à pour rôle de fournir l'énergie électrique aux clients raccordés en HTA ou en BT en assurant une continuité de service et une qualité de l'onde électrique, dans les meilleures conditions de sécurité et au meilleur coût. Pour cela, le **G**estionnaire du **R**éseau de **D**istribution (G.R.D) peut agir sur la conception (structure, nombre, dimensionnement,) et sur les règles d'exploitation [19].

III -10-3-Exploitation des postes HTA :

Nous allons identifier les principales solutions d'alimentation d'un tableau HTA, indépendamment de son emplacement dans le réseau. Le nombre de sources et la complexité du tableau diffèrent suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré.

Les schémas sont classés dans un ordre tel que la sûreté de fonctionnement s'améliore tandis que le coût d'installation augmente. [12]

III -10-3-1 : Un jeu de barres avec une source d'alimentation

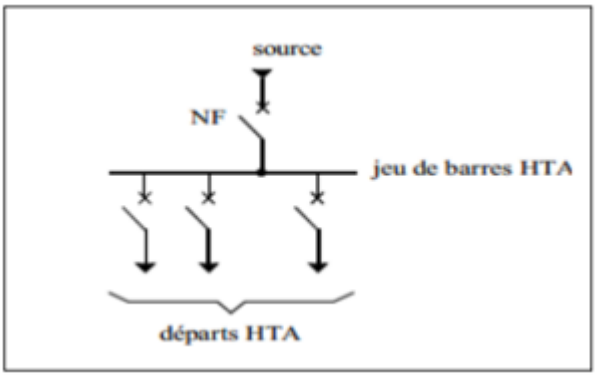


Figure - III -20 : un jeu de barres avec une source d'alimentation. [12]

Fonctionnement :

▪ En cas de perte de la source d'alimentation, le jeu de barres est hors service jusqu'à l'opération de réparation [12].

III -10-3-2 Un jeu de barre sans couplage et avec deux sources d'alimentation :

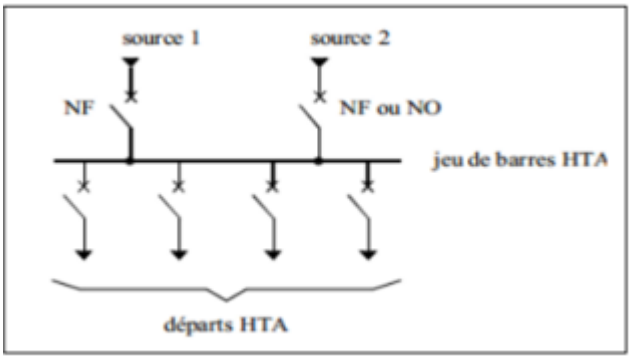


Figure - III -21 Un jeu de barres sans couplage et avec deux sources d'alimentation. [12]

Fonctionnement :

Les deux sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours de l'autre. En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés [12].

III -10-3-3- Deux jeu de barre de barres avec couplage et deux sources d'alimentations :

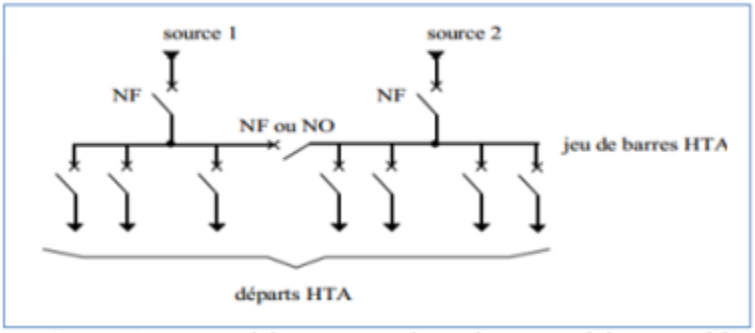


Figure - III -22: Deux jeux de barres avec couplage et deux sources d'alimentation [12].

Fonctionnement :

➢ Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.

➢ S'il est ouvert, chaque source alimente un jeu de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé et l'autre source alimente les deux jeux de barres.

➢ En cas de défaut sur un demi jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée [12] .

III -10-3-4. Un jeu de barres sans couplage avec trois sources d'alimentation

:

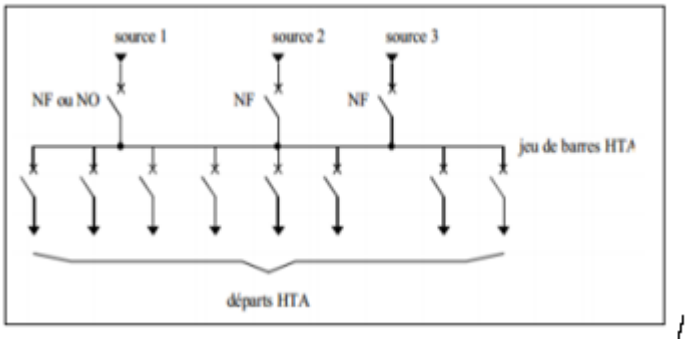


Figure – III- 23 : Un jeu de barres sans couplage avec trois sources d'alimentation [12]

Fonctionnement :

• Les 3 sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours des deux autres.

• En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés [12].

III -10-3-5-Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation :

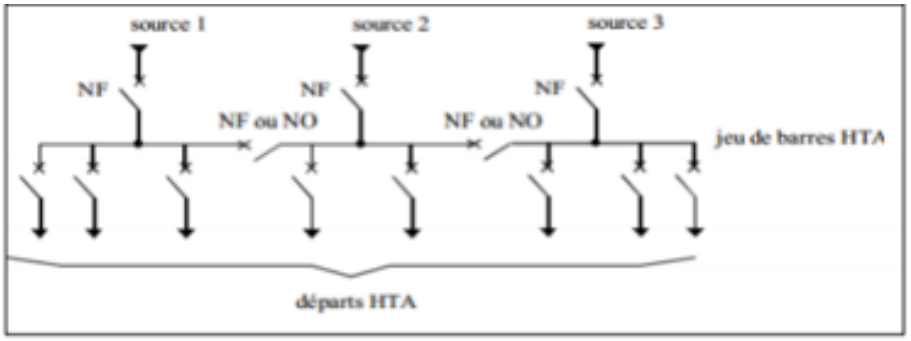


Figure - III -24: Trois jeux de barres avec couplages et trois sources d'alimentation [12]

Fonctionnement :

Les 2 disjoncteurs de couplage peuvent être maintenus ouverts ou fermés. S'ils sont ouverts, chaque source alimente sa section de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage associé est fermé, une source alimente 2 sections de barres et l'autre 1 section de barres.

En cas de défaut sur une section de barres (ou maintenance de celle-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée [12].

III -10-4-Plan de protection des réseaux HTA [10]

III -10-4-1 Rappel des Exigences :

Lorsqu'un défaut apparaît sur un départ MT, le distributeur doit, pour des raisons de sécurité, éliminer ce défaut en ouvrant le disjoncteur du départ. Assurant ainsi la mise hors tension du défaut. Dans le cas de défauts fugitifs sur un réseau aérien, une mise hors tension très courte (0.3s) est suffisante pour éliminer le défaut et permettre le succès d'un cycle dé réenclenchèrent rapide. La présence d'une installation de production ne doit pas perturber le fonctionnement du plan de protection du distributeur en sensibilité et en sélectivité lorsd'un défaut sur le départ auquel elle est raccordée, l'installation de production doit se découpler pour ne pas maintenir sous tension le défaut : c'est le rôle de la protection de découplage Cette protection "de découplage" devant supprimer la parallèle entre générateurs et réseau de distribution, lors d'un défaut ou d'une autre anomalie sur celui-ci. Le découplage doit répondre à des conditions strictes lorsqu'il est effectué des ré enclenchements automatiques rapides, ce qui est le cas le plus général des réseaux MT aériens [10].

III -10-4-2-Influence du producteur sur la sensibilité et la sélectivité du plan de protection :

Lorsqu'un défaut se produit sur un départ, les groupes de production participent à l'alimentation du défaut. Cette injection de courant peut altérer la sélectivité et la sensibilité des protections existantes de deux manières :

-déclenchement intempestif d'un départ sain,

-aveuglement de la protection du départ en défaut.

Déclenchement intempestif d'un départ sain :

La protection contre les défauts polyphasés utilisée par les gestionnaires des réseaux électriques est une protection ampère métrique à temps constant. Elle est réglée à 0.8 fois le courant de court-circuit biphasé calculé au point le plus éloigné du départ. Dans ces conditions, il faut s'assurer que le courant de court-circuit injecté par les groupes de production connectés sur un départ sain reste inférieur à ce réglage pour un défaut situé sur un départ adjacent. Dans le cas contraire on observera un déclenchement intempestif Considérons le schéma de la figure III - 27d'alimentation par une sous station du réseau d'une charge par la liaison 2 et la connexion à la sous station par la liaison 1 d'une unité de production décentralisée. Ces deux liaisons sont chacune protégées par un disjoncteur contre les surintensités (protection ampère métrique) comme c'est l'usage. En effet, tout défaut

survenant sur un départ MT doit être éliminé par ouverture du disjoncteur de départ. Dans cet exemple extrêmement simple le disjoncteur de la ligne 1 peut débrancher intempestivement cette ligne en cas de défaut sur la ligne 2, car le courant du générateur lors de ce défaut peut être supérieur au seuil de protection. Ceci pour autant que la puissance des unités de production décentralisée soit importante et arrivera d'autant plus que le défaut soit proche du poste. La sélectivité de la protection est ainsi mise en défaut. Les seuils de protection doivent donc être revus pour que seule la ligne en défaut soit déconnectée.

Pour toute implantation d'une unité de production décentralisée dans le réseau de distribution, il faut impérativement vérifier la sélectivité des protections et le cas échéant les ajuster. Ou bien requérir la mise en œuvre d'une protection de courant directionnelle, qui doit détecter si le défaut est en amont et non pas déclencher intempestivement [10] .

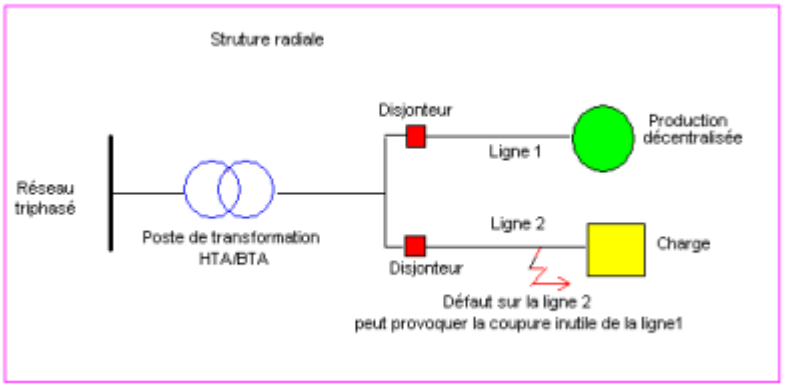


Figure- III – 25 : Influence de la production décentralisée sur la sélectivité de la protection des réseaux de distribution [10].

III -10-4-3 -Aveuglement de la protection du départ en défaut.

Lorsque la production décentralisée est loin du poste source HT/MT et qu'un défaut apparaît sur une dérivation proche de la centrale, il peut arriver que l'impédance de la ligne entre le poste source et le défaut devienne très importante devant l'impédance entre la centrale et le défaut ; On observe alors une diminution du courant de défaut injecté au niveau du poste source par rapport au cas où la centrale n'est pas en fonctionnement (Figure III -27). Il peut donc arriver que la protection au niveau du poste source ne détecte plus dans un premier temps le défaut.

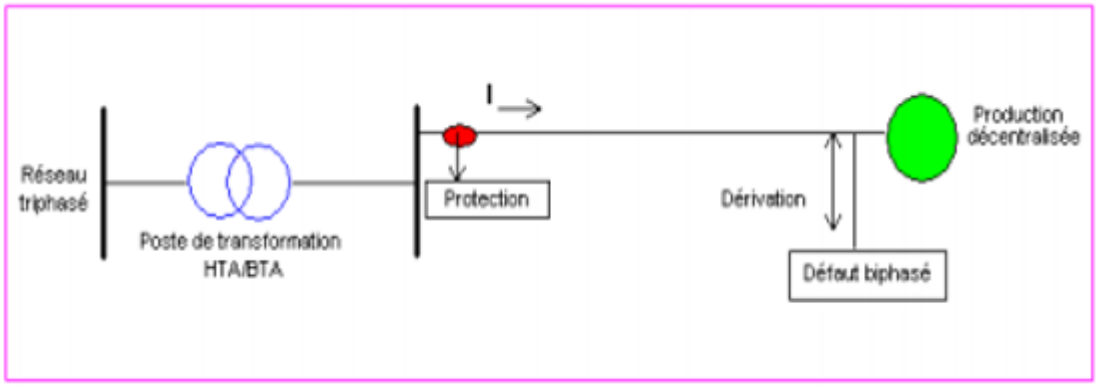


Figure - III -26 **:** Aveuglement de la protection du départ en défaut.[10]

Dans ce cas il faudra attendre que la centrale se déconnecte par les relais minimums de tension entre phases de sa protection de découplage pour que la protection au poste source retrouve sa sensibilité. L'élimination des défauts est donc retardée de la temporisation durerais à minimum, de tension (1 à 1.5 s). Pour s'affranchir de ce problème, le raccordement du producteur sur un autre départ de caractéristique différente ou sur un départ dédié constitue la solution.

III -10-4-5 Protection de découplage :

En cas de défaut sur la ligne à laquelle est raccordée une installation de production décentralisée, cette dernière doit impérativement se découpler automatiquement et rapidement pour ne pas maintenir le défaut sous tension. Cette fonction est assurée par la protection dite de découplage. Cette protection comporte généralement un ensemble de relais (relais homopolaire de tension, relais à saut de vecteur, etc.) et constitue un dispositif relativement complexe [10].

L'ouverture du disjoncteur au poste de départ provoque ainsi le découplage des unités de production décentralisée raccordées sur ce départ, ceci même en l'absence de défaut.

A cause de ces inconvénients. On propose dans notre étude au chapitre V l'installation de deux équipements de protection à distance en redondance et de technologies différentes qui travaillent en concurrence surveillant cette ligne, à laquelle est raccordée cette production décentralisée [10].

III -10-6-Les Différents Types de défauts dans les réseaux électriques HTB/HTA

III -10-6-1-Les court-circuit :

Les court-circuit sont des défauts transitoires, ils naissent lorsque l'isolement entre deux conducteurs de tension différente ou entre un conducteur sous tension et la terre est dégradé.

Ils produisent de grands courants circulant sur l'ensemble des équipements du réseau en défaut. Le calcul de ce courant de court-circuit est très important pour le choix et le dimensionnement du matériel électrique utilisés dans le transport de l'énergie électrique [12].

Les courts-circuits sont de natures et de types différents :

▪ Les courts-circuits monophasés à la terre ;

▪ Les courts-circuits biphasés à la terre ou isolés ;

▪ Les courts-circuits triphasés à la terre ou isolés.

III -10-6-2. Les surtensions :

Il existe deux classes des surtensions :

- Surtensions par décharges électriques atmosphériques ;
- Surtensions de commutation.

- Conséquences : Claquage et Vieillissement de l'isolation.

III -10-6-3- Les surcharges :

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

• Les courts-circuits ;

• Les reports de charge ;

• Les pointes de consommation ;

• L'enclenchement des grandes charges ;

• Mauvaise répartition de charges électriques en dépassant la limite thermique de la phase.

Les surcharges provoquent des chutes de tension importantes sur le réseau et accélère le vieillissement des équipements de réseau [12] .

III -10-6-4- Les oscillations :

Les oscillations de la tension et du courant sont dues aux variations plus ou moins rapides de la charge qui agit directement sur la vitesse de rotation (fréquence) des machines de production de l'énergie électrique. Elles sont liées directement à la mécanique des machines électriques, c'est la raison pour laquelle on les appelle phénomènes transitoires électromécanique. [12]

III -10-6-5- Les déséquilibre :

Les déséquilibres sont généralement dus à la mauvaise répartition des charges sur les trois phases. Ils apparaissent surtout dans les réseaux de distribution, ils donnent naissance à la

composante inverse du courant, cette composante provoque :

• Des chutes de tension supplémentaires.

• Des pertes de puissance.

• Des échauffements.

Contre toutes les anomalies précédemment citées, il a lieu d'élaborer une Philosophie de protection de tout le système électrique [16] Mauvaise répartition de charges électriques.

III -11-Partie BT

III -11-1-Introduction

Le réseau BT est composé des départs issus des postes de transformation HTA/BT. Sauf cas particulier, la meilleure structure est la plus simple : moins de connectique possible, moins de longueur possible. Quelques points de tronçonnement sont néanmoins réalisés et servent, entre autres, au raccordement d'un groupe électrogène. Aucun bouclage n'est en principe réalisé sur le réseau BT, toute longueur supplémentaire entraînant des dépenses d'investissement et une augmentation du risque d'incidents. Un poste rural, sur poteau ou en cabine simplifiée, peut alimenter un ou deux départs BT. Un poste urbain en cabine, enterré ou en immeuble, peut alimenter de un à huit départs. La longueur des départs BT est limitée par l'intensité et les chutes de tension admissibles : 100 à 200 mètres en souterrain, quelques centaines de mètre en aérien. Dans les zones alimentées en souterrain, un poste de transformation HTA/ BT peut desservir : - 120 à 150 maisons individuelles (50 à 60 avec chauffage électrique), - 250 à 300 logements en immeuble collectif groupé (100 à 130 avec chauffage électrique). Les lignes aériennes sont construites en faisceaux de conducteurs isolés sur poteaux ou sur façade. La structure du réseau BT est radiale, comme le réseau HTA. Les liaisons de secours entrelignes BT sont réservées aux cas exceptionnels. Le mode de protection est du type « TT », avec neutre distribué en réseau, neutre et masses métalliques étant mis à la terre par des prises distinctes. La normalisation de la tension BT a donné lieu à d'importants programmes de changement de tension entre pris dans les années 50. Ils ont conduit à la disparition quasi complète de la tension B1 127/220V (moins de 1 pour mille des postes HTA/BT délivre du B1). Après avoir été long temps fixée à 220/380V, la tension à la norme B2est passée à 230/400V par arrêté du 29 mai 1986. Le branchement BT est l'ouvrage compris entre le réseau BT et l'origine de l'installation intérieure de l'utilisateur. Il ne dessert qu'un utilisateur. Les nouveaux branchements sont dimensionnés à 18 kVA et sont réalisés en monophasé (2 fils - 90 A), sauf si les besoins de l'utilisateur l'exigent (machine triphasée) ou si le réseau n'est pas de capacité suffisante pour desservir dans de bonnes conditions la

puissance en monophasé. Pour les puissances supérieures, les branchements sont triphasés, jusqu'à la limite de 250 kVA. Au point de raccordement des branchements au réseau BT, il n'y a pas d'appareillage de coupure. L'alimentation d'un utilisateur devant, toute fois, pouvoir être interrompue depuis le domaine public, le point de coupure est situé à la limite de sa propriété. Il est en général constitué par un jeu de fusibles placé en amont du comptage. Le disjoncteur de branchement est un appareil à fonctions multiples qui assure : - la protection contre les courts-circuits, - la protection différentielle, - la fonction de coupure au point frontière entre réseau et installation intérieure, - la fonction de limitation de la puissance appelée à la valeur de la puissance souscrite. L'UTE distingue le domaine du branchement, qu'elle traite dans la norme UTE C14-100, et celui de l'installation intérieure, dans la norme UTE C15-100 [22].

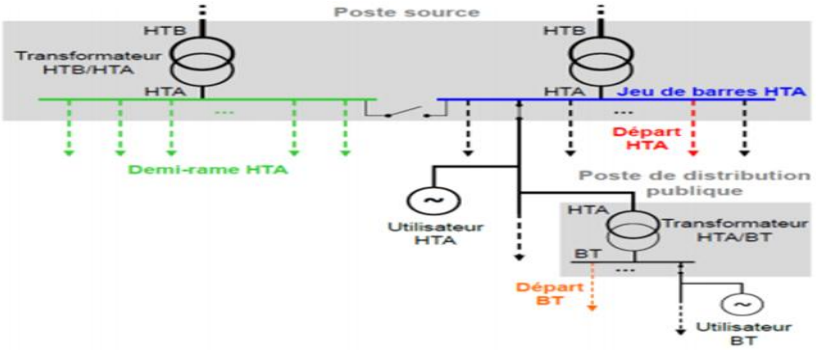


Figure- III -27 : Illustration de la structure du réseau public de distribution. [22]

III -11-2-Le réseau électrique BT :

Le réseau BT est composé des départs issus des postes de transformation HTA/BT. Un poste rural, sur poteau peut alimenter un ou deux départs BT. Un poste urbain en en immeuble, peut alimenter d'un à huit départs. La longueur des départs BT est limitée par l'intensité et les chutes de tension admissibles (quelques centaines de mètres en aérien). Actuellement, un poste de transformation HTA/ BT peut desservir de 50 à 100 maisons individuelles (avec climatiseur électrique), Avant de l'apparition des câbles torsadés isolée, les réseaux BT sont construits des conducteurs nus asters en cuivre sur poteaux, à partir des l'année quatre-vingt dix cette technique est remplacée par une nouvelle technique plus sécurisée, modulaire et flexible. Il s'agit des lignes aériennes en faisceaux de conducteurs isolés sur poteaux ou sur façade.

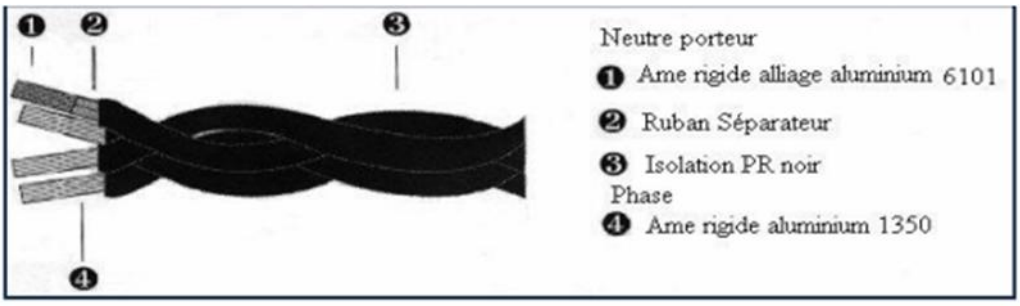


Figure- III -28: Câble torsadé du réseau BT. [22]

La structure du réseau BT est radiale. Les liaisons de secours entre lignes BT sont réservées aux cas exceptionnels. Le mode de protection est du type « TT », avec neutre distribué en réseau, neutre et masses métalliques étant mis à la terre par des prises distinctes.

III -11-2- Dimensionnement du réseau BT :

Dans le calcul de la section des conducteurs, on doit tenir compte à la fois des trois conditions suivantes :

➢ De la densité de charge de la zone et de son évolutivité ;

➢ Des seuils de contraintes électriques (intensité et tension);

➢ Condition de résistance mécanique des conducteurs [22] La section économique de câble sera utilisée systématiquement pour optimiser les pertes Joule. Par exemple la35² Alu torsadé aérien seront réservés aux voies non évolutives (impasse…).Pour toute création de réseau destinée à alimenter de nouveaux utilisateurs, ou dans tous les autres cas (renforcement, modifications diverses à apporter sur le réseau), la section économique ci-dessous sera utilisée, en tenant compte de la puissance maxi transitée à l'année 0 dans le tronçon de réseau concerné :

	Réseau Aérien torsadé		
Section économique nouveau réseau	35² Alu	70² Alu	150² Alu
Puissance maxi transitée dans réseau	< 32 kW	< 50 kW	> 50 kW ligne neuve

Tableau- III -2: Puissance maxi transitée dans réseau. [22]

III -11-3-Le branchement BT :

Le branchement BT est l'ouvrage compris entre le réseau BT et l'origine de l'installation intérieure de l'utilisateur. Les nouveaux branchements individuels sont dimensionnés à 12 kVA en monophasé et 36 kVA en triphasé.

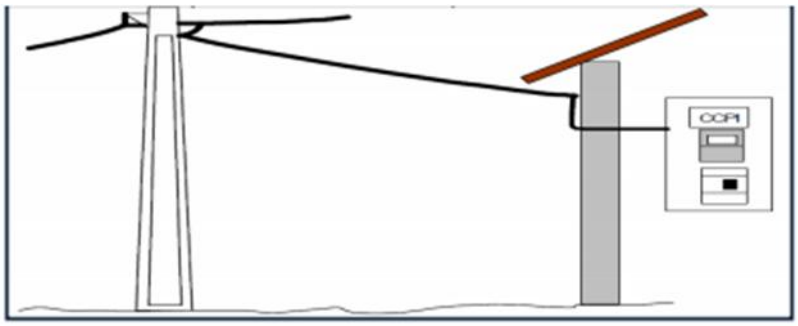


Figure- III -29-: Branchement aérien BT.[22]

Alors que le branchement BT est constitué de :

A. câble section 16mm2 en aluminium (2x16 en monophasé, et 4x16 en triphasé) pour raccorder le branchement avec le réseau BT (02 connecteurs de branchement satellite en monophasé et 04 en triphasé).

B. Compteur électrique pour comptabiliser l'énergie consommé.

C. Le disjoncteur de branchement est un appareil à fonctions multiples qui assure :

➢ La protection contre les courts-circuits,

➢ La protection différentielle ($\Delta I = 150mA$),

➢ La fonction de coupure au point frontière entre réseau et installation intérieure,

➢ La fonction de limitation de la puissance appelée à la valeur de la puissance souscrite (30 ampère en monophasé et 60 ampère en triphasé) [22].

III -11-4-Réseaux souterrains :

Ils sont constitués de câbles isolés comprenant les conducteurs de phase et le conducteur du neutre. Cette structure est plus coûteuse, mais c'est la seule qui puisse être employée en zone urbaine dense ; les câbles sont en général de forte section (150 ou 240 mm²) en prévision des aléas d'évolution des charges

III -11-5-Solution innovantes et future de réseau BT :

En peut utiliser la production décentralisée pour optimiser le réseau de distribution et diminuée la surcharge sur le poste HTA/BT.

III -11-5-1- La production décentralisée :

Le terme production décentralisée désigne l'ensemble des générateurs d'électricité de faible puissance, connectés aux réseaux de distribution. Ce terme est construit par opposition au

terme production centralisée désignant les grandes centrales de production connectées au réseau de transport, une unité de production décentralisée sera nommée « Génération d'Énergie Dispersée » ou pl agglomérées dans les postes HTA/BT [22].

III -11-5-1-1- Les déférents types de production décentralisée :

Différentes technologies de production décentralisées coexistent sur les réseaux de distribution. [22] Une classification simple en fonction du type de source d'énergie utilisée peut être donnée. : - Les énergies renouvelables (solaire-éolien-hydraulique- biomasse). – Les énergies non renouvelables (thermique- hydrogène).

III -11-5-2-Les réseaux électriques du futur :

Les évolutions attendues, décrites ci-avant, transforment les réseaux électriques en profondeur. De nouveaux acteurs et de nouvelles fonctions sont en train d'apparaître. Le système électrique, naguère passif, se métamorphose progressivement en un système plus dynamique, plus actif et plus intelligent. Cet ensemble de réseaux électriques intelligents est appelé depuis peu Smart Crids [22].

Les réseaux intelligents ou « smart grids » : sont des réseaux d'électricité qui, grâce à des Technologies informatiques, ajustent les flux d'électricité entre fournisseurs et Consommateurs. Il est nécessaire de différencier smart grid et compteur communicant (ou « smart métrer »), qui renseigne le consommateur sur sa demande en électricité. Us simplement GED. Les productions et les charges raccordées aux départs BT seront



Figure- III -30- : Le smart grid [22]

III -11-6-Modes d'alimentations des tableaux BT :[22]

III- 11-6-1- Alimentation des tableaux BT avec une seule source

d'alimentation

Les tableaux T1, T2, T3 bénéficient d'une seule source d'alimentation. Le réseau est dit de type radial arborescent. En cas de perte de la source d'alimentation d'un tableau, celui-ci est hors service jusqu'à l'opération de réparation (figure I-29).

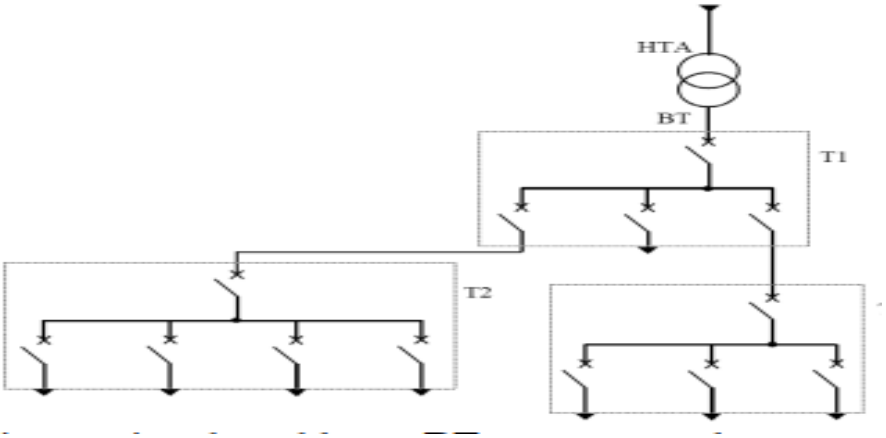


Figure – III-31- : Alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation. [17]

III -11-2-2- Alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage :

Le tableau T1, de la figure II.14, bénéficie d'une double alimentation sans couplage par 2 Transformateurs HTA/BT :

- les deux sources alimentent T1 en parallèle ;
- en fonctionnement normal, les deux disjoncteurs sont fermés (D1 et D2).Le tableau T2 bénéficie d'une double alimentation sans couplage par un transformateur HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT :
- une source alimente le tableau T2, la seconde assure le secours ;
- en fonctionnement normal, un seul disjoncteur est fermé (D3 ou D4).

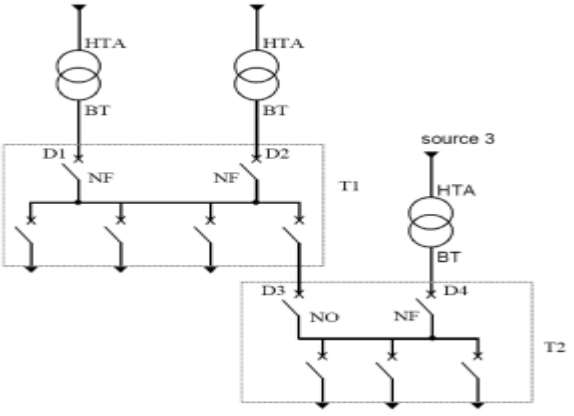


Figure- III -32 : Alimentation des tableaux BT par une double alimentation [17]

III -12-La norme NFC 14 100 [23]

Connaissez-vous les principales normes électriques ?

Il existe 3 grandes normes d'électricité : NF C 14-100, NF C 15-100 et NF C 16-600. À quoi sert chacun de ces textes ? Découvrez l'utilité de chaque norme électrique, à qui elles s'adressent ainsi que leur champ d'application respectif.

III -12-1- Définition NFC 14_100 :

La norme NF C 14-100 est réservée au distributeur d'électricité, le célèbre Ennedi (anciennement connu sous le nom « ERDF »). Elle fixe les règles à respecter sur l'installation des réseaux de distribution publique d'électricité. La NF C 14-100 s'applique aussi bien à l'alimentation électrique d'un pavillon individuel qu'à la colonne électrique des immeubles collectifs

III -12-2-Objet de la NF C 14-100 :

- La norme NF C 14-100 traite de la conception et de la réalisation des installations de branchement à basse tension comprises entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison aux utilisateurs.
- Elle s'applique aux branchements individuels et aux branchements collectifs (branchements comportant plusieurs points de livraison).
- Elle permet de concevoir des installations de branchement jusqu'à 400 A. La norme NF C 14-100 : pour les installations électriques extérieures

III -12-3-Quelle est la dernière version de la norme NF C 14-100 ?

Comme tous les textes réglementaires, la norme NF C 14-100 est parfois modifiée. Depuis sa version originale en 2008, elle a connu trois amendements en 2011, 2014 et 2016.

La dernière mise à jour de la NF C 14-100 est Celle de juillet 2021; c'est donc la norme en vigueur à tenir compte pour les installations de branchement à basse tension.[23]

III -12-4-Utilisation de la NFC14_100:

La NF C 14-100 définit les règles électriques à respecter sur le réseau d'électricité public. Les prescriptions de la NF C 14-100 s'appliquent donc pour toutes les interventions entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison des particuliers et professionnelles [23].

III -12-5- les domaines d'application de la NF C 14-100 :

- La NFC 14-100 n'est pas la norme électrique la plus connues des particuliers. Et pour cause… car ils sont assez peu concernés. En fait, elle s'applique plutôt au gestionnaire national du réseau public d'électricité, c'est-à-dire Enedis.
- La NF C 14-100 définit les règles électriques à respecter sur le réseau d'électricité public. Les prescriptions de la NF C 14-100 s'appliquent donc pour toutes les interventions entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison des particuliers et professionnels. D'ailleurs, les agents Enedis sont les seules habilités à intervenir sur ces installations.
- Mais c'est elle qui conditionne aussi les installations d'alimentation électrique des maisons individuelles,

III -12-6-Les éléments essentiels de la NF C 14-100:

La norme NF C 14-100 concerne essentiellement les professionnels d'Enedis qui réalisent les travaux de maintenance du réseau de distribution public en basse tension.

Toutefois, son champ d'application concerne également les particuliers qui souhaitent réaliser certains travaux. Ainsi, elle sert de référence pour :

•Raccorder une nouvelle installation électrique (par exemple suite à une construction ou une extension) ;

•Poser ou déposer un compteur électrique

•Passer d'une installation monophasée à triphasée

•Entretenir ou modifier les installations électriques des parties communes des immeubles collectifs d'habitation.

•Toutes ces opérations doivent être réalisées à votre demande par des agents Enedis, dans le respect de la norme NF C 14-100.

III -12-7- version 2008 de NFC14-100 :

- Depuis la version « Septembre 1996 » : Evolution des matériels et de leurs utilisations (colonnes électriques, gaines techniques logement, etc…).
- Evolution de l'utilisation du réseau (développement de la production basse tension raccordée au réseau, courants porteurs pour transmission haut débit).
- Nouveau contexte réglementaire.
- Demandes de précisions techniques (lotissements, possibilité de fonctionnement en schéma TN).

III -12-7-1-Comment a-t-elle été élaborée ?

•Refonte complète en un seul document (avec annulation de tous les documents antérieurs).

•Nouvelle présentation et nouveau plan (pas de correspondance avec la numérotation antérieure).

•Prise en compte de la NF C 11-201 (pour l'amont) et de la NF C 15-100 (pour l'aval).

•Elaboration de propositions pour les nouvelles réalisations de branchements et les transformations importantes.

•Vérification de la faisabilité des nouvelles règles sur des réalisations en vraie grandeur.

III -12-7-2- Structure de la norme « Février 2008 » : [23]

1 à 4 : notions générales

5 : conception des branchements (avec règles de dimensionnement et de calcul).

6 : liaison au réseau.

7 : canalisations collectives.

8 : dérivations individuelles.

9 : appareils de contrôle et de commande.

10 : circuit de communication du branchement.

11 : vérification et mise en service des installations.

III -12-8-Branchement producteur Branchement producteur :

•1jout des dispositions nécessaires pour le raccordement des installations Productrices d'énergie.

•Deux cas sont dorénavant prévus pour les producteurs-consommateurs :

- injection de la totalité
- injection du surplus

III- 12-9-Dans quelles mesures la NF C 14-100 est-elle à connaitre?;

Pour que l'électricité arrive chez vous, Enedis réalisera une « dérivation individuelle ». Elle est composée de plusieurs éléments :

- Le CCPI: Coupe Circuit Principal Individuel. Ce dernier est posé en limite de propriété.
- Le compteur électronique pour permettre d'effectuer le relevé de votre consommation ET SA facturation.

- L'AGCP (Appareil Général de Commande et de Protection) aussi appelé le disjoncteur de branchement.

Pour un pavillon individuel à puissance limite, il existe deux types de branchement:

III-12-10-Définitions PDL :

Point de livraison -PDL-

Le PDL est un point important car toute la contractualisation avec le gestionnaire du réseau se fait à cet emplacement. Il s'agit du raccordement avec l'installation de l'utilisateur situé soit :

•Pour les branchements à puissance limitée aux bornes aval de l'appareil général de commande et de protection (AGCP),

•Pour les branchements à puissance surveillée aux bornes aval de l'appareil de sectionnement à coupure visible.

•Le point de livraison est aussi appelé :

•point de soutirage pour les installations consommatrices,

•Point d'injection pour les installations productrices.

III -12-11-Branchement :

Le branchement base tension se définit comme l'interface entre l'installation du client et le réseau basse tension de distribution publique ; il a pour but d'amener l'énergie électrique du réseau à l'intérieur des propriétés desservies. Il est régit par la norme NF C 14-100 qui définit les conditions dans lesquelles les branchements BT doivent être réalisés.

On distingue les branchements en fonction :

•Du nombre de points de livraison desservis ;

•De la nature de la liaison au réseau : aérienne, souterraine ou aéro-souterraine ;

•De la puissance de l'utilisateur :

•Puissance limitée,

•Puissance surveillée

•Du type d'utilisateur :

•Consommateur (avec ou sans source de remplacement),

•Producteur-consommateur (avec générateur susceptible de fonctionner couplé avec le réseau).

III -12-11-1 : Deux types de branchement :

- point de livraison dans les locaux de l'utilisateur (type1).

- point de livraison en dehors des locaux de l'utilisateur (type 2).

•Il est composé de la LR (liaison réseau), DI (dérivation individuelle), les appareils de

contrôle commande et protection et du circuit de communication.

•Limite amont : point de raccordement au réseau de distribution public

•Limite aval : bornes de sorties du disjoncteur de branchement

III -12-11-1-1 : Branchement à puissance limitée de type 1

Longueur de la DI ≤ 30 m(26) :

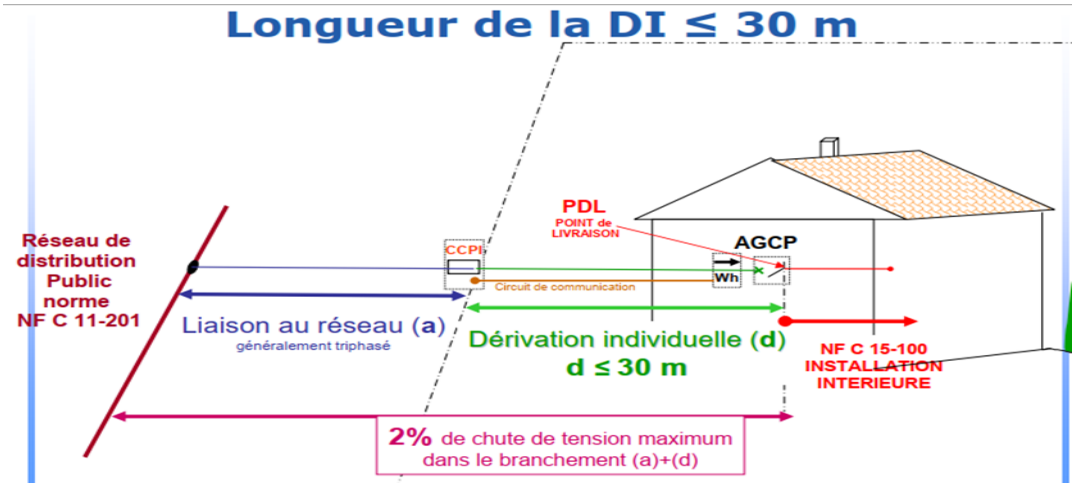


Figure - III -33: Branchement à puissance limitée de type 1[23]

AGCP : Appareil Général de Coupure et de Protection

CCPI : Coupe Circuit Principal Individuel

III -12-11-1-2: Branchement à puissance limitée de type 2

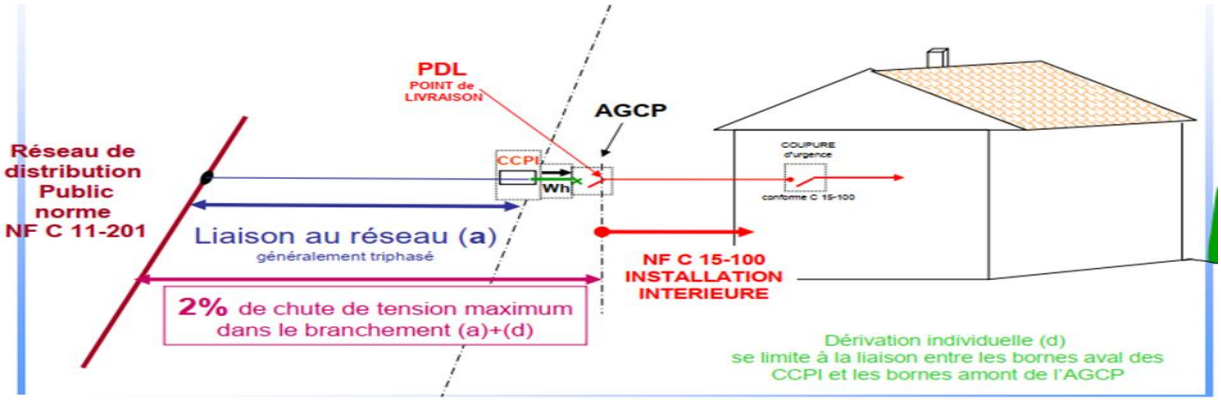


Figure - III -34: Branchement à puissance limitée de type 2.[23]

AGCP: Appareil Général de Coupure et de Protection

CCPI: Coupe Circuit Principal Individuel

III -12-11-1-1 -a: Branchement Producteur avec injection du surplus dans une installation de type 1 .[23]

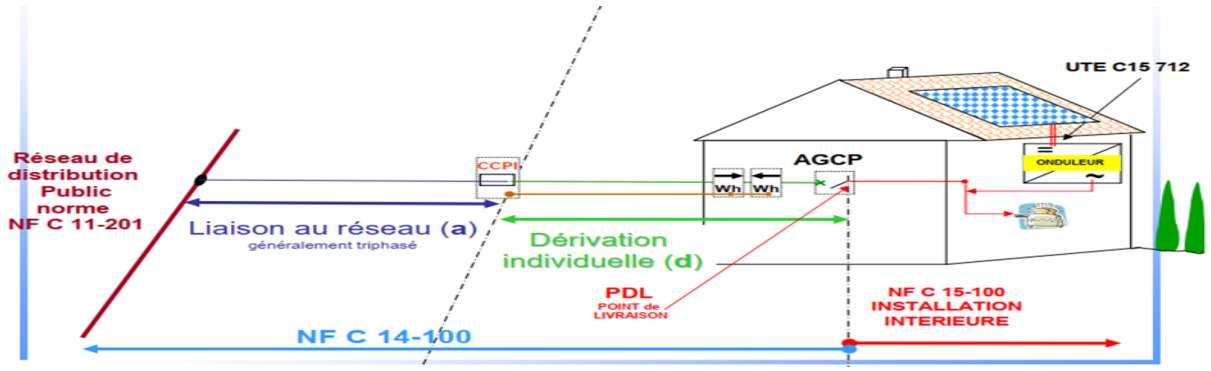


Figure - III-35: Branchement Producteur avec injection du surplus dans une installation de type 1.

III -12-11-1-1 -b: Branchement Producteur avec injection Totale dans une Installation de type 2:

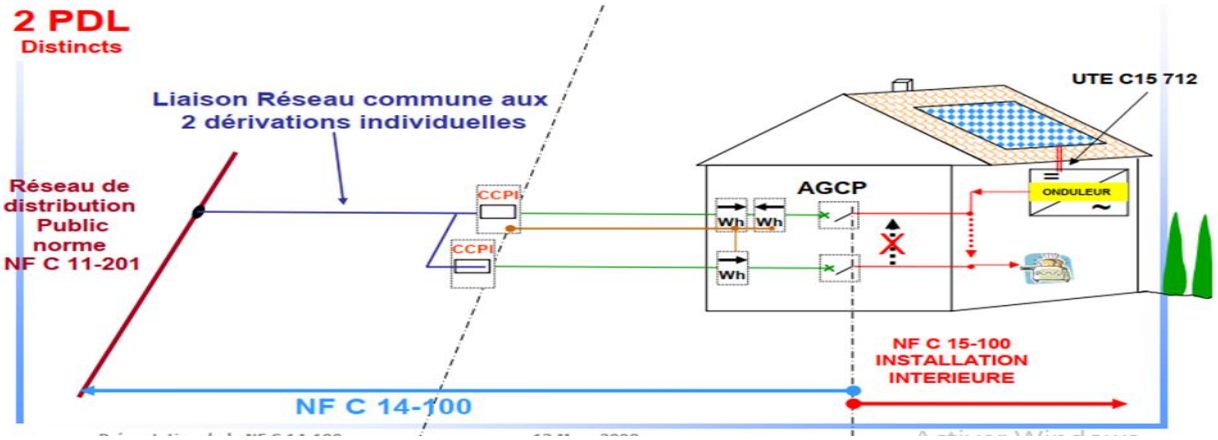


Figure - III -36: Branchement Producteur avec injection Totale dans une installation de type2

III -13-Protection de Réseaux Electrique :[24][25][26]

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.

III -13-1-Système de Protection :

III -13-1-1- Définition :

La Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I) définie 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 signalisations. Le contexte historique :

L'histoire de la technique de protection date depuis plus d'un siècle. Dès 1902, le premier relais à maximum de courante création de Charles Brown (Brown Boveri Cie), était breveté. Pendant des décennies, on a utilisé des relais électromécanique jusqu'à ce que des relais statique apparient au cours des années 60. Par rapport aux relais électromécanique, l'utilisation croissante de circuits intègres a fourni un fonctionnalisme puis élevés et aussi une fiabilité accrue. Grâce à l'auto surveillance permanente de l'ensemble de système de protection, l'utilisation de microprocesseur améliore la disponibilité. Un système de protection assisté par des micros processeurs fournit en outre une plus grande souplesse, ainsi que des nouvelles fonctions complémentaires, avec une extension standard réduit de matériels, de sorte que la fiabilité augmente de manière correspondante.

- Protection Electromécanique : 1900 _1960/1970 ;
- Protection Statique : 1960/1970_1990/1995 ;
- Protection Numérique : Depuis 1990/1995.

Contraintes supplémentaires pour la Protection :

Les protections électriques ne doivent pas apporter de limitation au fonctionnement normal des réseaux électriques, en particulier :

a) Elles ne doivent pas limiter la souplesse d'utilisation du réseau protégé en interdisant certains schémas d'exploitation (réseaux bouclés, maillés, radiaux).

b) Elles doivent rester stables en présence de phénomènes autre que les courts-circuits :

- Lors de manœuvres d'exploitation, pendant les régimes transitoires consécutifs à la mise sous tension ou hors tension à vide des lignes ou des transformateurs,
- Lors de variations admissibles de la tension et de la fréquence,
- En présence de surcharges et de déséquilibres entrant dans la marge de fonctionnement des réseaux électriques,
- En présence d'oscillations résultant du régime transitoire des alternateurs,
- Sous l'influence d'une anomalie des circuits de mesure.

III -13-2-Qualité principale d'un Système de Protection :

III -13-2-1 -Rapidité :

Les courts-circuits sont donc des incidents qu'il faut éliminer le plus vite possible, c'est le Rôle des protections dont la rapidité de fonctionnement et des performances prioritaires. Le temps d'élimination du court-circuit comprend deux composantes principales :

- Le temps de fonctionnement des protections (quelques dizaines de millisecondes).
- Le temps d'ouverture des disjoncteurs, avec les disjoncteurs modernes (SF6 ou à vide), ces derniers sont compris entre 1 et 3 périodes.

III- 13-2-2-Sélectivité :

La sélectivité est une capacité d'un ensemble de protections à faire la distinction entre les conditions pour lesquelles une protection doit fonctionner celles où elle ne doit pas fonctionner.

Les différents moyens qui peuvent être mis en œuvre pour assurer une bonne sélectivité dans la protection d'un réseau électrique, les plus importants sont les trois types suivants:

- Sélectivité ampérométrique par les courants,
- Sélectivité chronométrique par le temps,

- Sélectivité par échange d'informations, dite sélectivité logique.

III -13-2-2-a-Sélectivité ampérométrique :

Elle est basée sur le fait que, dans un réseau, le courant qui circule entre une source de puissances un point de défaut diminue au fur et à mesure que le point de défaut s'éloigne de la source.

Une protection ampérométrique (Figure - III -36) est disposée au départ de chaque tronçon : son seuil est réglé à une valeur inférieure à la valeur de défaut minimal provoqué par un court-circuit sur la section surveillée, et supérieure à la valeur maximale du courant provoqué par un court-circuit situé en aval (au-delà de la zone surveillée).

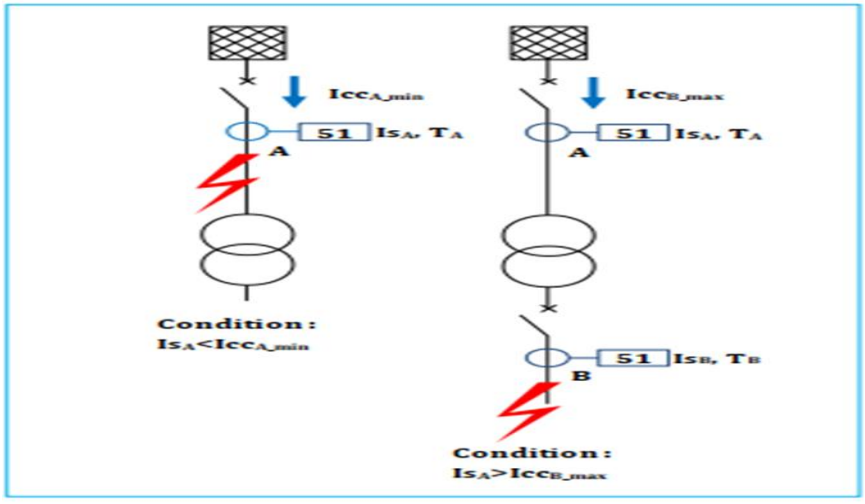


Figure - III -37 : Fonctionnement d'une sélectivité ampérométrique

III -13-2-2-b-Sélectivité chronométrique :

Sélectivité dans laquelle les protections sollicitées sont organisées pour fonctionner de manière décalée dans le temps. La protection la plus proche de la source a la temporisation la plus longue. Ainsi, sur le schéma (Figure I.), le court-circuit représenté est vu par toutes les protections(en A, B, C, et D). La protection temporisée D ferme ses contacts plus rapidement que celle installée en C, elle-même plus rapide que celle installée en B.

Après l'ouverture du disjoncteur D et la disparition du courant de court-circuit, les protections A, B, C qui ne sont plus sollicitées, revient à leur position de veille.

La différence des temps de fonctionnement T entre deux protections successives est l'intervalle de sélectivité

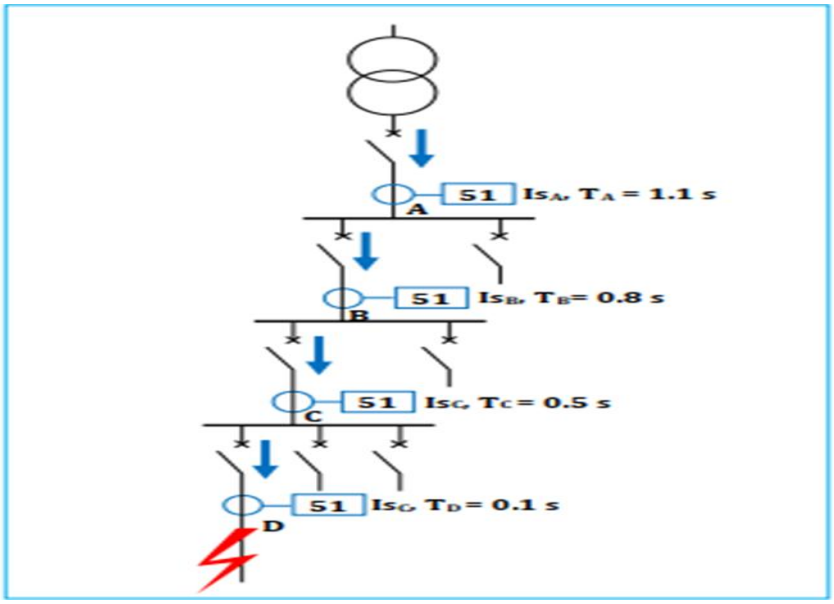


Figure III-38**:** Principe de la sélectivité chronométrique.

III -13-2-2-c-Sélectivité logique :

Ce système a été développé pour remédier aux inconvénients de la sélectivité chronométrique. Ce principe est utilisé lorsque l'on souhaite obtenir un temps court d'élimination de défaut (Figure III-41)

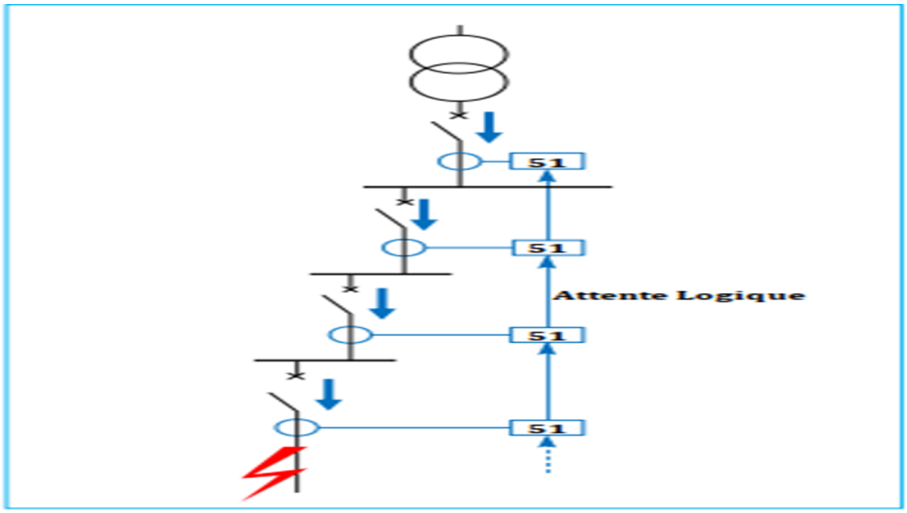


Figure- III-39 : Principe de la sélectivité logique

Ce principe est utilisé lorsque le nombre de relais en cascade est trop grand pour une simple Sélectivité par le temps. Dans ce cas on utilise des relais max. de I avec blocage logique. L'échange d'informations logiques entre protections successives permet la suppression des intervalles de sélectivité.

Ainsi, dans un réseau en antenne, les protections situées en amont du point de défaut sont Sollicitées, celles en aval ne le sont pas ; cela permet de localiser sans ambiguïté le point de défaut et le disjoncteur à commander.

Chaque relais sollicité par un défaut envoie :

- Un ordre d'attente logique à l'étage amont (ordre d'augmentation de la temporisation propre au relais)
- Un ordre de déclenchement au disjoncteur associé sauf s'il a lui-même reçu un ordre d'attente logique de l'étage aval. Un déclenchement temporisé est prévu en secours.

III -13-2-3-Sensibilité :

La protection doit fonctionner dans un domaine très étendu de courants de courts-circuits entre :

- Le courant maximal qui est fixé par le dimensionnement des installations et est donc Parfaitement connu,
- Un courant minimal dont la valeur est très difficile à apprécier et qui correspond à un Court-circuit se produisant dans des conditions souvent exceptionnelles. La notion de sensibilité d'une protection est fréquemment utilisée en référence au courant de court-circuit le plus faible pour lequel la protection est capable de fonctionner.

III -13-2-4-Fiabilité :

Les définitions et les termes proposés ici, sont dans la pratique, largement utilisés au Plan international.

- Une protection a un fonctionnement correct lorsqu'elle émet une réponse à un court-circuit sur le réseau en tout point conforme à ce qui est attendu.
- A l'inverse, pour un fonctionnement incorrect, elle comporte deux aspects :

- Le défaut de fonctionnement ou non-fonctionnement lorsqu'une protection, qui aurait dû fonctionner, n'a pas fonctionné.
- Le fonctionnement intempestif, qui est un fonctionnement non justifié, soit en l'absence de défaut, soit en présence d'un défaut pour laquelle la protection n'aurait pas du fonctionner.

- La fiabilité d'une protection, qui est la probabilité de ne pas avoir de fonctionnement incorrect (éviter les déclenchements intempestifs), est la combinaison de :

- La sûreté : qui est la probabilité de ne pas avoir de défaut de fonctionnement.
- La sécurité : qui est la probabilité de ne pas avoir de fonctionnement intempestif

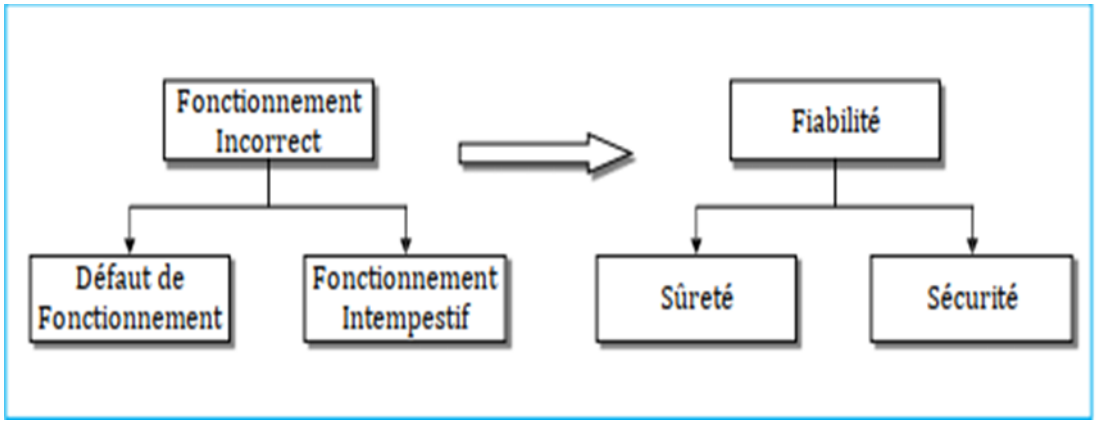


Figure- III-40 : Fiabilité d'une protection.

On peut améliorer la fiabilité en associant plusieurs protections, mais, comme on peut lavoir sur la (Figure III-.41), sûreté et sécurité sont deux exigences contradictoires (Figure – III-42).

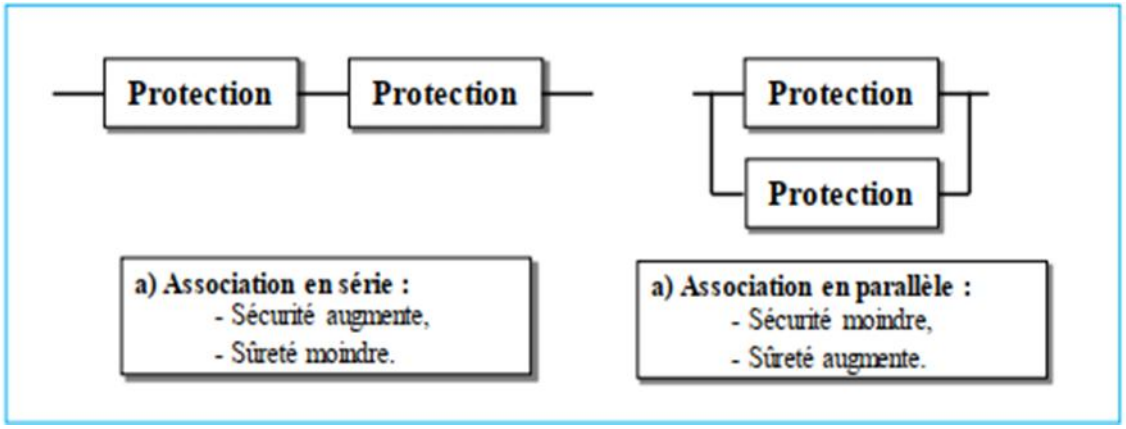


Figure – III-41 : Association de protection.

CHAPITRE IV : ETUDE PREVENTIVE DE DEFAILLANCES D'OUVRAGES ELECTRIQUES PAR LA METHODE L'AMDEC

IV -1-Introduction générale :

La technologie thermographie infrarouge est utilisée principalement dont diagnostique en temps réel dans le cadre de la maintenance préventive.

On entend par maintenance préventive, la maintenance effectuée à la autre mesure d'un paramètre et de l'extrapolation du temps résiduel avant la signalisation ou l'apparition de défaut Parmi les différents paramètres qui peuvent être analysés, la température reste la variable la plus significative et aussi l'une des plus importantes, ayant l'avantage d'être utilisée et analysée sans le moindre arrêt de l'unité, ce qui rend son interprétation facile et instantanée.

La thermographie infrarouge est une technique d'analyse non destructive qui a atteint une variété d'applications dans la maintenance préventive, génératrice d'économie d'énergie notable et des rendements de production meilleurs Par le terme thermographie infrarouge, on entend l'utilisation d'une caméra sensible aux rayonnements infrarouges pour visualiser et/ou mesurer l'énergie thermique émise par objet Pratiquement chaque composant électronique ou mécanique chauffe avant la rupture, cependant la caméra thermographique infrarouge fournit un outil de diagnostic adapté aux différents domaines d'applications

Les avantages d'utiliser une caméra infrarouge sont résumés comme suit :

- Exécute une inspection sans perturber le système
- Présente en temps réel la chaleur produite
- Mesure la température sans contact
- Produit une image de température équivalente à l'utilisation de milliers de thermocouple ou pyromètre
- Identifie et localise le problème
- Sauvegardé l'information
- Identifie le problème non visible à l'oel humain et avant que le problème surgit
- Assure un gain de temps et d'argent [28] .

IV -2-Introduction a la thermographie :

La température constitue une variable clé quasiment toutes les situations et tous les procédés de fabrication. De bien grands mots auxquels on ne peut pourtant qu'adhérer .voici deux exemples De la vie de tous les jours : il suffit d'une infime variation de la température normale de notre corps pour que nous nous sentions mal ! Un gâteau cuit à

température trop élevée aura mauvais gout.

Dans le domaine industriel, il est également possible de trouver bon nombre d'exemples. Prenons la fonderie : vous chauffez un matériau jusqu'à ce qu'il fonde pour pouvoir le mouler, puis il se ré solidifie en revenant à la température de départ .vous obtenez ainsi un produit fini .le principe de la distillation dans les usines pétrochimique ? Repose quant à lui sur les différents composants du pétrole brut.

Les différentes fractions peuvent ainsi être isolées.

Vous serez-vous capable de relever le défi suivant : essayez de trouvez UN processus dans lequel la température ne joue aucun rôle.

La température est tout simplement primordiale .la contrôler permet de garantir une meilleure qualité, une plus grande sécurité et une réduction des couts [28].

IV-3- Définition de la thermographie :

La thermographie est une technique de mesure qui réalise à distance une image thermique ou de chaleur de la surface d'un objet qui doit être inspecté, p. ex. une habitation ou une installation électrique. L'image thermique indique la répartition des températures à la surface de l'objet. La thermographie mesure donc en fait la température d'un objet sans qu'il y ait de contact entre cet objet et l'appareil de mesure [29].

IV-4-L'inspection thermographique :

Lors de la thermographie d'une installation électrique, on vérifie les points suivants :

- Contrôle visuel de l'installation électrique générale.
- Les tableaux électriques sont scannés.
- Pendant la thermographie, les « points chauds » sont inspectés très soigneusement, étant donné qu'ils peuvent donner lieu à un incendie.
- Le rapport de la thermographie comprend une description claire de l'installation électrique, une photo thermique et une photo visuelle du point chaud.
- Si la thermographie constate des infractions, celles-ci sont mentionnées dans le rapport.
- Enfin, le rapport de la thermographie comprend encore une conclusion [29].

IV-5- Domaines de la thermographie :

La thermographie est une technologie d'une telle hétérogénéité qu'elle fait appel à des

connaissances et à des compétences dans de nombreux domaines. Le seul fait de savoir comment prendre une image thermique ne vous mènera pas bien lion .vous devez être capable d'analyser l'image et d'en tirer les enseignements nécessaires pour votre observation. Ce qui sous-entend au moins la connaissance des sujets suivant.

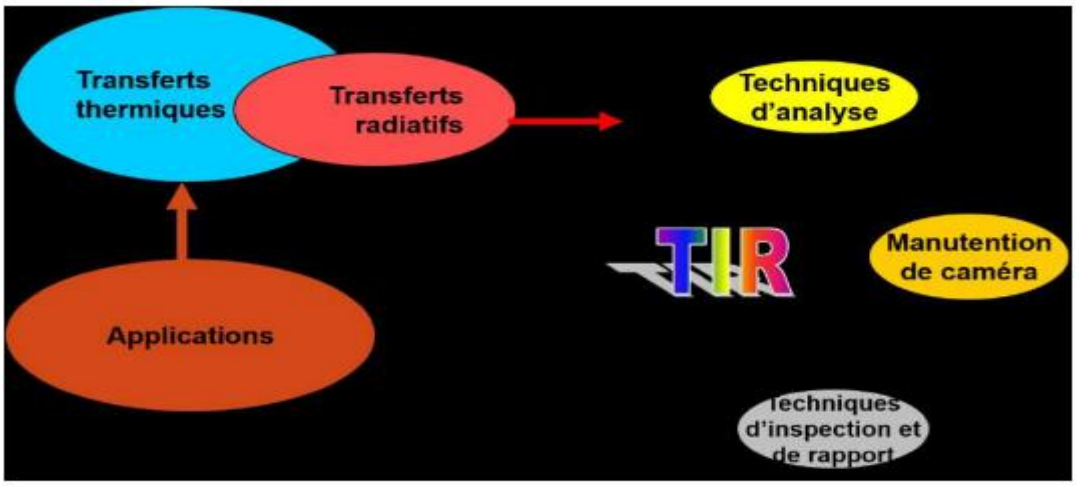


Figure- IV -01 : domaine d'application. [28]

Dans ce manuel, nous nous efforcerons de décrire l'ensemble des domaines présentés dans la figure ci-dessus, de façon plus ou moins approfondie selon le domaine en question. Grâce aux travaux pratiques et à l'expérience acquise, vous engrangerez plus de connaissances à ce sujet [28].

IV-6-Avantages du thermographe :

Trois facteurs rendent la thermographie infrarouge unique et utile

IV-6-1-sans contact direct – grâce a la détection a distance :

Cette dernière a de nombreux avantages ; deux points notamment méritent d'être cités ici Premièrement l'utilisateur n'est pas directement exposé à un danger. La maintenance électrique est un exemple d'application pratique dans lequel la thermographie infrarouge joue un rôle important : le contact avec les câbles sous tension est tout simplement impossible. en outre si ces derniers sont mis hors tension l'augmentation de température ne pourra pas être mesurée .la distance et l'accessibilité sont d'autres problèmes aisément surmontables, tout comme la prise de mesures pour des objets en mouvement ou en rotation.

deuxièmement, la thermographie n'affecte pas l'activité de l'objet cible . Effectivement seul le rayonnement émis naturellement est observé et ce sans intervention du thermo

graphiste .voilà en effet une condition importante pour de nombreuses applications [28].

IV-6-2-Bidimensionnel :

La comparaison entre différentes zones cible est possible : vous pouvez mesurer et comparer la température en deux ou cents points d une même image.

L'image permet d'obtenir un excellent aperçu de l'ensemble de l'objet cible. Grace à elle, vous pouvez repérer les endroits qui posent problème et les points qui représentent un intérêt particulier.

Il n'est pas nécessaire des avoir exactement à l'avance ou la mesure doit être prise ; grâce à l'image, vous pourrez prendre vos décisions en toute connaissance de cause.

L'analyse de zones thermiques ne Prut être effectuée sans image. La thermographie permet de visualiser les images thermiques pour que l'analyse puisse être effectuée [28].

IV-6-3 En temps réel :

L'imagerie en temps réel permet le balayage ultra rapide d'objets cibles stationnaires. Imaginez un instant qu'une pellicule photo classique soit utilisée en thermographie et qu'il faille attendre plusieurs jours avant de pouvoir voir résultat. Bon nombre de situations dangereuses ne seraient pas découvertes à temps ! Même le fait de devoir attendre que l'image s'affiche sur des caméras infrarouges plus lentes affichant uniquement des images fixes, rend le travail plus pénible.

Nous travaillons à la vitesse de la lumière ! Aucun objet cible en peut échapper à son propre rayonnement, et grâce aux instruments de mesure sophistiqués actuels, même les plus rapides peuvent être captés.

La mesure de la température de contact s'effectue toujours à l'Aude d'une constante de temps intégrée qui entraine un certain temps de retard dans la réaction, la caractère temps- réel de la thermographie infrarouge permet d'acquérir les images thermiques en évolution rapide sans pour adurant modifier la manière dont elles sont amenées à évoluer naturellement [28].

IV-7-Thermographie thermoélectrique:

IV-7-1 Historique :

Découvert puis compris au cours du XIXe siècle grâce aux travaux de Seebeck, Peltier ou encore Lord Kelvin, l'effet thermoélectrique est un phénomène physique présent dans certains matériaux : il y lie le flux de chaleur qui les traverse au courant électrique qui les parcourt. Un matériau thermoélectrique va permettre de transformer directement de la chaleur en électricité, ou de déplacer des calories par l'application d'un courant électrique. Un grand nombre des matériaux possédant des propriétés thermoélectriques intéressantes ont été couverts au cours des décennies 1950 et 1960. C'est notamment le cas du tellurure. De bismuth (Bi2Te3). La thermographie par thermoélectricité a commencé à être utilisée sérieusement à partir des années1960 [29].

IV-7-2- Définition :

La thermographie par utilisation de la thermoélectricité est une méthode de thermographie avec contact. La chaleur transmise au matériau détecteur en contact est directement Convertit en courant électrique. L'inconvénient de cette méthode est, qu'elle ne peut pas fournir une image réaliste de la cible [29].

IV--8-Une image infrarouge :

Voici une brève explication s'adressant aux personnes n'ayant jamais vu d'image infrarouge auparavant [28].



Figure-IV -2- : image infrarouge.[28]

Les zones les plus sombres sont celles émettant le moins rayonnement thermique, ce qui signifie généralement que ce sont les plus froids de l'objet cible .les zones plus claires signifient au contraire plus de rayonnement et donc une température plus élevée.

Que nous apprend cette image ?il semble que les phares avant du véhicule soient encore allumé ou ont été éteints il ya peu de temps .le véhicule a été conduit récemment car les pneus sont plus chauds que le reste du véhicule. la trace sur le pare –brise indique que le dégivrage est enclenché et que le chauffage est allumé, ou bien alors que cela a cessé depuis très peu de temps le moteur tourne ou a été récemment coupé car on aperçoit le radiateur chaud en arrière-plan de calandre du véhicule .l'une des seules choses que ne pouvons déduire de ce type d'image est la véritable couleur de la voiture ! [28].

IV-9-La thermographie infrarouge

IV-9-1-Historique de thermographie infrarouge :

L'utilisation de la thermographie infrarouge en mécanique est assez récente, en 1800, l'astronome William Herschel est le premier découvrir que la lumière n'est pas toujours visible l'œil nu. Au cours d'une expérience d'optique, Herschel fait passer de la lumière solaire blanche à travers un prisme de façon à la décomposer en rayons lumineux de différentes couleurs. À l'aide d'un thermomètre, il mesure ensuite la température de chacune des couleurs produites et constate que celle-ci augmente du bleu vers le rouge. Poussant plus loin son expérience, l'astronome a alors l'idée de placer son thermomètre juste après les rayons de couleur rouge, où aucune lumière n'est visible.

À sa grande surprise, il mesure alors la température la plus élevée. Il vient ainsi de prouver qu'il existe de la lumière qui ne peut être vue par les yeux juste au-delà de la lumière rouge : c'est la lumière infrarouge.

En 1880, le chimiste William de WiveleslieAbney est le premier à prendre une Photographie infrarouge. Sachant que l'atmosphère terrestre absorbe une partie de la lumière infrarouge provenant de l'espace, certains astronomes (amateurs et professionnels) commencent dans les années 1930, à collecter des données en vol [29].

En 1942, la compagnie Eastman Kodak brevette la première pellicule sensible à L'infrarouge produisant des photos en « fausses couleurs ». La première caméra Infrarouge pour usage industriel est, quant à elle, mise en marché en 1968 par la Compagnie suédoise AGA; on l'utilise pour trouver des défauts dans les lignes électriques [29].

Aujourd'hui, les évolutions technologiques des caméras, permettent de réaliser des clichés infrarouges hautes définition, grâce aux caméras infrarouges d'une extrême définition et sensibilité [29].

IV-9-2-Définition de la thermographie infrarouge :

La thermographie infrarouge est la science de l'acquisition et de l'analyse d'informations thermiques à l'aide de dispositifs d'imagerie thermique à distance.

Thermographie signifie écrire avec la chaleur tout comme photographie signifie écrire avec la lumière .le cliché généré est appelé image thermique ou thermogramme après transcription en température L'infrarouge est la moyen qui permet d'acquérir des informations thermique à distance.

A ce stade, le terme science ne doit pas nous effrayer .la plupart des faits et gestes de notre quotidien sont scientifiques si nous les abordons d'un point de vue qui dépasse l'entendement commun .dans le cas qui nous intéresse nous devons apprendre à capturer des thermogrammes et à les analyser .cela inclut donc non seulement le maniement d'un équipement mais également la compréhension de notions théoriques, c'est –à-dire la température, la chaleur, et les transferts thermique.

Les caméras que nous utilisons sont des dispositifs d'imagerie thermique à distance .il est possible de mesurer la température par l'intermédiaire d'un rayonnement infrarouge mais sans créer d'image il ne s'agit des lors plus de thermographie [29].

IV-9-3-Principe de la thermographie infrarouge :

Lorsqu'un matériau est sollicité thermiquement (ex. réchauffement de façon naturelle par le soleil), la chaleur diffuse dans le matériau. La présence d'un défaut au sein du matériau (ex. une fissure) agit comme un isolant thermique et ralenti cette diffusion. Il s'ensuit l'apparition d'une zone plus chaude en surface par rapport au matériau voisin

dépourvu d'anomalie. Les relevés de thermographie permettent, justement, d'obtenir, au moyen d'une caméra sensible aux rayonnements infrarouges, une image 2D mettant en évidence les variations de la température à la surface du béton. Celles-ci peuvent être causées par des variations de la porosité du béton (défauts étendus) et/ou par la présence de vides au sein du béton (défauts localisés).Pour qu'une anomalie puisse être détectée par thermographie, le contraste de température entre les zones saines et la zone problématique doit être idéalement d'au moins 0,5 ºC. D'autre part, si le diamètre du défaut est faible et sa profondeur est grande, la chaleur diffuse autour du défaut en le contournant. Le contraste de température en surface entre la zone problématique et la zone saine est dans ce cas réduit, ce qui rend difficile la détection du défaut par thermographie. De façon générale, la dimension latérale d'un défaut détectable doit être au moins trois à quatre fois sa profondeur. Ainsi, la détection d'un vide de 9 cm de diamètre n'est fiable que lorsque ce vide est situé à une profondeur inférieure à 3 cm. L'essai de thermographie infrarouge est normalisé. La norme existe ante (ASTM D4788-88 «Detecting Déamination in Bridge DecksUsingInfraredThermography») concerne toutefois. Les conditions d'utilisation de cette technique pour la détection de la d'élimination dans les dalles .Des tabliers de ponts. Il y est notamment précisé que la surface doit être exempte de tout débris et que les mesures doivent être effectuées par un ciel dégagé au moins 24 h après des précipitations [29].

IV-9-4-Applications :

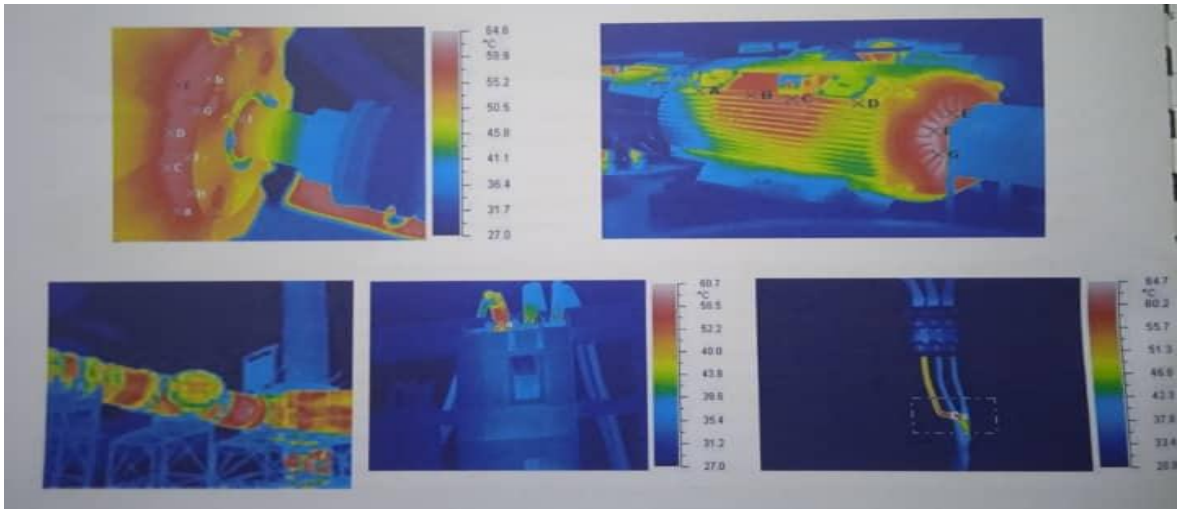
Il faut garder à l'esprit l'importance de la température et la grande polyvalence de la thermographie. Il n'est donc pas surprenant que de nombreux découverts d'applications pratiques jalonnent notre histoire. Ce manuel ne doit pas être considéré comme un manuel pratique .mais plutôt comme un ouvrage d'enseignement général de la thermographie. Ce qui ne signifie pas pour autant qu'il ne traite pas des applications pratiques ! Des exemples courants y sont recensés, notamment dans les domaines de la maintenance prédictive électrique, la construction et les procédés de fabrication [29].

IV-9-4-1-Maintenance conditionnelle :

La thermograph0ie infrarouge est utili3sée dans le domaine 1de la surveillance conditionnelle de fonctionnement pour optimiser les tache de maintenance sans interrompre le flux de production ,et réduire au maximum les couts d'entretien .

Voici quelques exemples d'application :

- Electricité
- Bâtiments
- Fours et chaudières
- Mécanique, friction
- Cuves et réservoirs
- Problème d'écoulement des fluides [28].



IV-9-4-2Recherche et développement :

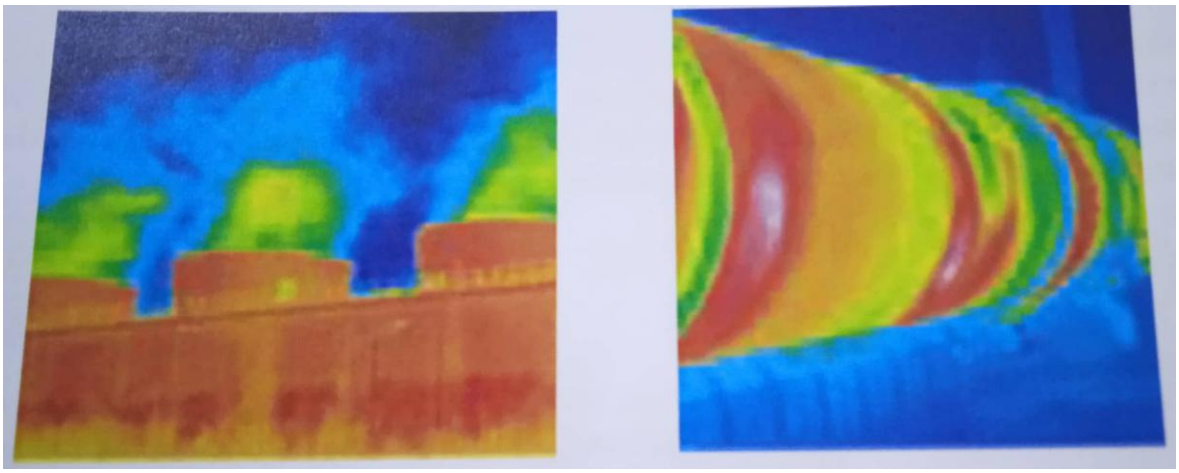
La thermographie offre des possibilités uniques dans le domaine de la recherche scientifique et du développement de produits. Dans le domaine de la recherche ; ses applications sont infinies .la validation de concepts est un bon exemple d'application pratique dans le domaine du développement de produits.

IV-9-4-3-Médical et vétérinaire :

La thermographie est utilisée dans une large gamme d'applications médicales car elle est non-intrusive et donc totalement inoffensive.

La thermographie est un outil précieux pour le vétérinaire, car les animaux ne sont pas à même de décrire leurs maux [28].

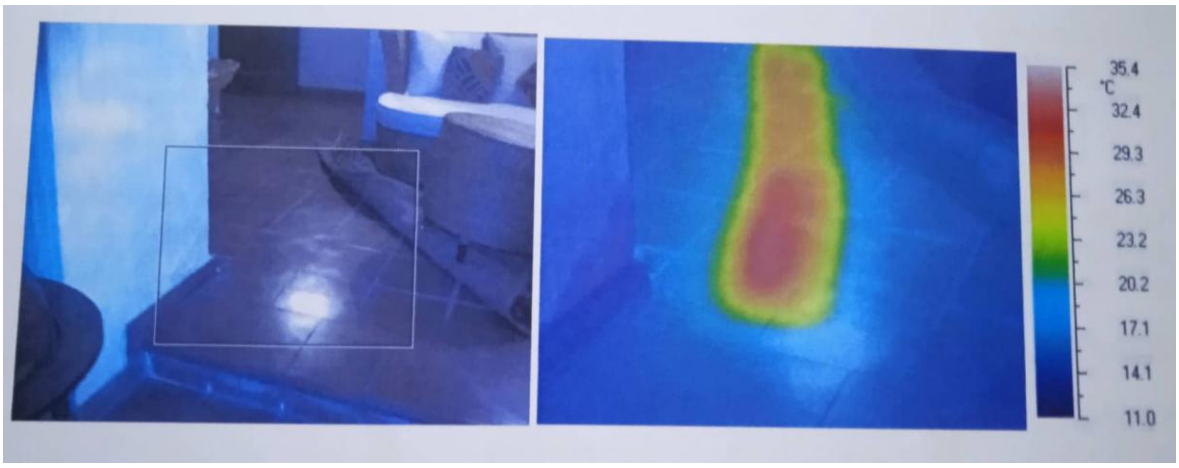
IV-9-4-5-Contrôle de la qualité et surveillance de procédés :



Les caméras infrarouges sont de plus en plus répandues dans les usines pour le contrôle qualité et les mesures permanentes des températures dans les procédés de production [28].

IV-9-4-6-Contrôles non-destructifs :

Le rayonnement thermique est toujours émis par la surface d'un objet, mais l'analyse de la variation temporelle de la température permet de localiser également le défaut situé sous la surface du produit [28].



IV-10-Caméra infrarouge :

IV-10-1-Définition :

Une caméra infrarouge est un appareil sans contact qui détecte l'énergie infrarouge (chaleur) et la convertit en un signal électronique qui est ensuite traité pour produire une image thermique sur un écran vidéo et effectuer des calculs de température. La chaleur détectée par une caméra infrarouge peut être très précisément quantifiée ou mesurée ce qui vous permet non seulement de contrôler les performances thermiques mais également de vérifier et d'évaluer le degré de sévérité des problèmes liés à la chaleur. Les dernières

innovations, en particulier la technologie de détection, l'incorporation de l'imagerie visuelle intégrée, les fonctionnalités automatiques et le développement de logiciels infrarouges, offrent des solutions d'analyse thermique plus rentable que jamais [28].

IV-10-2-Capteur bolométrique :

Au milieu des années 1980 les chercheurs du centre de recherche de Honeywell ont commencé à travailler pour un contrat réservé à une nouvelle génération de capteur Infrarouge. Jusqu'à ce moment les seuls les capteurs photons qui étaient disponibles servant à convertir l'énergie Infrarouge ou photonique en un signal électronique. Le capteur photonique opère sur une température très basse, jusqu'à -200 ° C obtenue à l'aide de systèmes Cryogénique. Même s'il a été développé de nouveau capteur qui peuvent travailler à une température plus élevée (-70 ° C) pour pouvoir opérer avec un système de refroidissement à l'état solide (cellule de Peltier) ce type de système opèrent seulement dans un champs spectrale SW (Onde Courte) et MW (Onde Moyenne) . Les forces Armées Américaine se sont accordées que la plus part des applications militaires de vision nocturne exigent un champ spectrale de 7 à 14 micron. Mesurer la température à l'aide d'un bolomètre est à la base d'une nouvelle conception qui repose sur un processus de silicium appelée MEMS (Micro - Electro - Mécanisa - Systems) . A partir d'une plaquette de silicium, un multiplexeur circuit CMOS est réalisé au moyen d'un procédé de fabrication commerciale normale de silicium. Par la suite déposé des couches de dioxyde de silicium et de nitrure de silicium (nitrure de silicium et de dioxyde de silicium) pour construire une structure de pont de seulement 50 microns . Une couche de silicium amorphe ou d'oxyde de vanadium est utilisée pour former un film mince résistive sur la surface de la structure du pont. Avec les couches successives sont faites des médias SiO2 isolats qui ont la fonction structurelle de soutenir le contact électrique entre le capteur et le multiplexeur CMOS et la couche mince résistive déposée sur le support du pont. Lorsque vous avez déposé des couches nécessaires pour réaliser la structure complète du pixel, il utilise un gaz pour enlever les matériaux à être enlevé afin de laisser un pont suspendu libre. La plaquette est testé au niveau de chaque capteur et si c'est dans les paramètres de qualité sont placés dans un emballage sous vide. Le capteur micro bolométrique est constitué d'une surface en Oxyde de Vanadium VOX) qui propriété de changer la résistance en fonction de l'énergie Infrarouge IR qui le Frappe. Chaque élément individuel du capteur a une dimension de 50 Um. Et chaque pixel a un Circuit de Read Out (ROC) qui a la fonction de mesurer la variation de la résistance, amplifie la valeur qui sera utilisée dans

une table de calibration pour permettre d'afficher la température équivalant en fonction de la variation de la résistance [28].

IV-10-3- Emissivité :

L'émissivité d'un matériau (souvent écrite e), est le rapport entre l'énergie qu'il rayonne qu'un corps noir rayonnerait à la même température. C'est donc une mesure de la capacité d'un corps à absorber et à réémettre l'énergie rayonnée. Dans le cas du corps noir, qui absorbe toute l'énergie sans la réémettre, 01. Et pour un corps quelconque, de température uniforme, on aura t < 1. Un objet d'émissivité faible, en particulier un ayant une surface métallique constitue un bon isolant au rayonnement thermique. En effet, de même qu'ils stoppent les rayonnements radiofréquences, les bons conducteurs rayonnement infrarouge [28].

IV- 10-4- Résolution spatiale :

Chaque objectif a une résolution géométrique qui définit les petites dimensions de l'objet que température peut être mesurée à des distances variées La résolution s'exprime en mrad. Et permet d'un simple mode d'obtenir la dimension correspondante d'un pixel à des distances variées. Un objectif d'une résolution géométrique de 1,68 mrad. Permet de mesurer un objet d'une dimension minime égale à : Résolution en mm.- (1,68 x distance en mètre) [28].

IV- 10-5-Qualité d'image

Les dimensions des capteurs sont déterminées par le nombre de pixels. L'image radiométrique d'un capteur professionnel résultera d'une très haute définition et permet de mesurer sur des objets très petits [28].

IV-11-CAMERA INFRAROUGE - FLIR T440

IV-11-1 Introduction :

La caméra de thermographie Infrarouge Modèle T440, conçue par FlirSystems, est destinée à combler les utilisateurs les plus exigeants. Construite autour d'un capteur à micro bolomètres, elle concentre un nombre impressionnant de qualités, tout a été pensé dans une perspective d'efficacité, de confort d'utilisation et de performance [28].



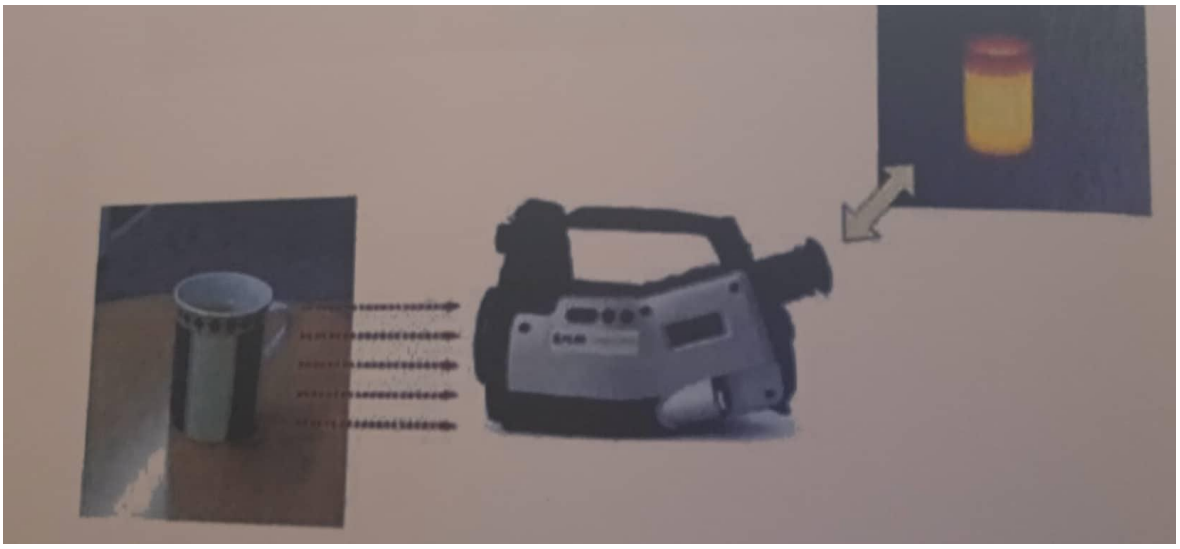
Figure – IV-3- : Caméra infrarouge –FLIR-T440

IV-11-2-Interprétation d'une image thermique :

Que voit la caméra ? Que représente l'image infrarouge ? Lorsque nous regardons une image thermique, nous avons tendance à utiliser la même référence que pour des images visibles. Or il faut absolument adopter un autre état d'esprit ! C'est un processus d'apprentissage long et qui ne s'arrête jamais. En regardant des images prises, il y a plusieurs années, sous pourrez découvrir des choses nouvelles dont vous ne vous étiez pas aperçu auparavant et votre analyse ne sera peut - être pas la même, car sous aurez évolué Il faut faire abstraction des règles du spectre visible et plonger dans la monde de l'infrarouge [28].

IV-11-3-Principes de la camera :

La caméra convertit le rayonnement infrarouge invisible en une image visible. Elle prend en compte le rayonnement infrarouge qui est émis par le sujet de l'image. Ce rayonnement est focalisé sur le détecteur, en traversant le système optique, comme le serait un rayonnement visible sur le film d'une caméra normale.



Le détecteur produit alors un signal électrique dont l'intensité varie en fonction du rayonnement infrarouge résultant. Remarque : Il ne s'agit que de l'intensité. Le signal électrique est ensuite amplifié, numérisé et transmis au système électronique de la caméra. Il est enfin converti en une image colorisée dans le viseur grâce à une palette et nous voyons alors une image infrarouge [28].

IV-11-4- Visible ou infrarouge :

Il existe deux différences de base entre des images produites dans les spectres infrarouge et visible :

1. Une image visible est majoritairement le reflet de l'énergie réfléchie, alors qu'à l'opposé en thermographie infrarouge, seule l'énergie émise par un objet est utilisée.

2. Le visible combine la couleur et l'intensité, l'infrarouge n'est qu'intensité L'œil humain n'est sensible qu'à des réflexions d'une source sur les objets, à l'exception de ceux qui sont très chaud, au moins 500 ° C. La source peut être par exemple une ampoule ou le soleil. Les couleurs que nous voyons résultent également des réflexions. Une tasse bleue par exemple reflète la majorité des composantes bleues de la lumière visible et absorbe les autres couleurs [28].

IV-12-Avantages de l'analyse infrarouge des installations électriques :

- Contrôle Non Destructif (CND).
- Technique de contrôle "on Stream" : les installations fonctionnent normalement pour la réalisation de la thermographie.
- Analyse sans contact sur des équipements soumis à des contraintes non maximales.
- Rapidité & Précision du diagnostic des installations.
- Mesures fiables de par la précision des scanners IR modernes : sensibilités accrues.
- Sécurité d'analyse : visualisation et quantification des températures avec respect des distances de sécurité.
- Maintenance prédictive : interventions uniquement sur les éléments défectueux repérés, Par l'analyse infrarouge [28].

Conséquences :

- diminution des frais directs d'entretien.
- Augmentation de la fiabilité des installations.
- Maintenance préventive : prévention d'anomalie potentielle avec optimalisation de, L'évaluation de la gravité des défauts par adaptation de la fréquence d'analyse (Suivis évolutifs, préventions des dégradations, ...).
- D'arrêt de production) [29].

IV-12-Applications de la thermographie infrarouge :

Le sujet. Chaque utilisateur de caméra infrarouge ou autres systèmes radiométriques :

IV-12-1 -Contrôle des équipements électriques hauts et basse-tension :

La thermographie infrarouge classique est principalement utilisée dans l'industrie en tant Que maintenance. Son avantage décisif est de permettre l'estimation de la qualité d'un Équipement ou d'une installation en exploitation normale, et de prévenir les irrégularités, De fonctionnement bien avant les pannes effectives, La thermographie infrarouge peut-être également utilisée dans des applications R&D, pour le contrôle de procédés de fabrication, pour la surveillance, Continue de systèmes. Dans ces applications, la thermographie n'est plus classique, Mais bien spécifique celle-ci conduit à la mise en œuvre d'appareillages plus adaptés, Aux conditions d'analyse,

donc requière des connaissances bien plus approfondies sur le sujet. Chaque utilisateur de caméra infrarouge ou autres systèmes radiométriques de Mesure de températures doit connaître impérativement les limites physiques de son Matériel ainsi que les limites de ses connaissances afin de préserver au mieux sa crédibilité À l'égard d'une clientèle de plus en plus avertie. Il n'est pas honteux de reconnaître, Une "certaine incompétence" face à une demande spécifique qui nécessitera l'intervention D'un spécialiste garanti. [29]

a) Ligne 380kV : conducteurs pour le transport d'énergie :

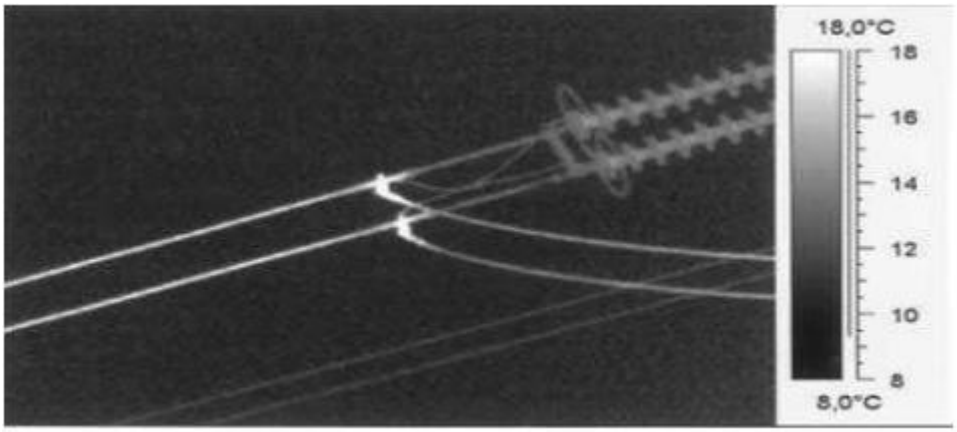


Figure- IV-03-: Thermo-gramme 1. [29]

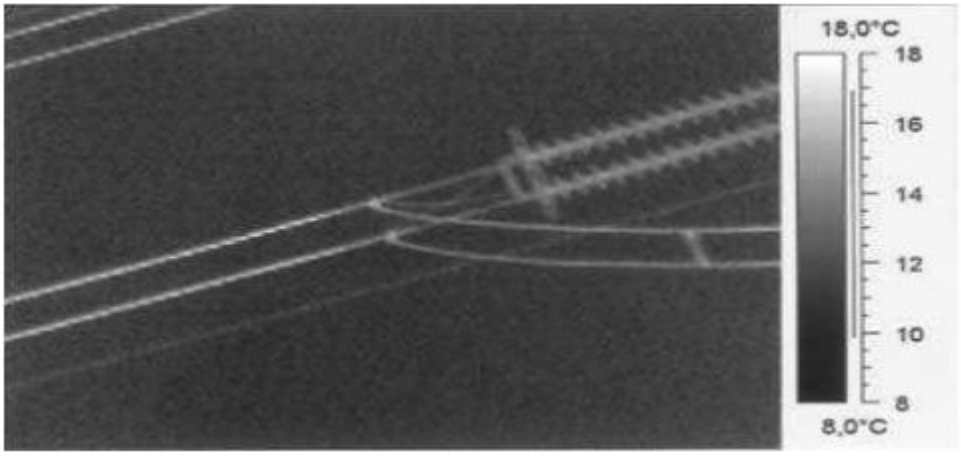


Figure - IV-4 Thermogramme 2. [29]

Les thermo-grammes 1 & 2 identifient des composants électriques haute-tension soumis, À des conditions d'exploitation similaires : il s'agit de conducteurs raccordés à un support, (Pylône) par un encrage isolant. Ce type de fixation est identique en amont et en aval.

Support : les conducteurs sont reliés entre-deux par une "bretelle" de raccordement, fixée, Par boulonnage sur des raccords "T" de descente. L'ensemble des raccords en série avec chaque conducteur est étudié de manière à uniformiser, Le comportement thermique de la ligne : normalement, tous ces composants, Fonctionnant dans de mêmes conditions doivent s'échauffer quasi uniformément. Dans notre exemple, on distingue par comparaison entre éléments des échauffements Sur le thermogramme1.Ces points chauds se situent au niveau des plages de contact sur, Des raccords "T" de descente : il s'agit de problèmes liés à des pressions insuffisantes de, Contact ou à une oxydation des contacts: cet état est anormal à l'égard de la conception, Initiale de l'installation [29].

b) Circuits BT 380V :

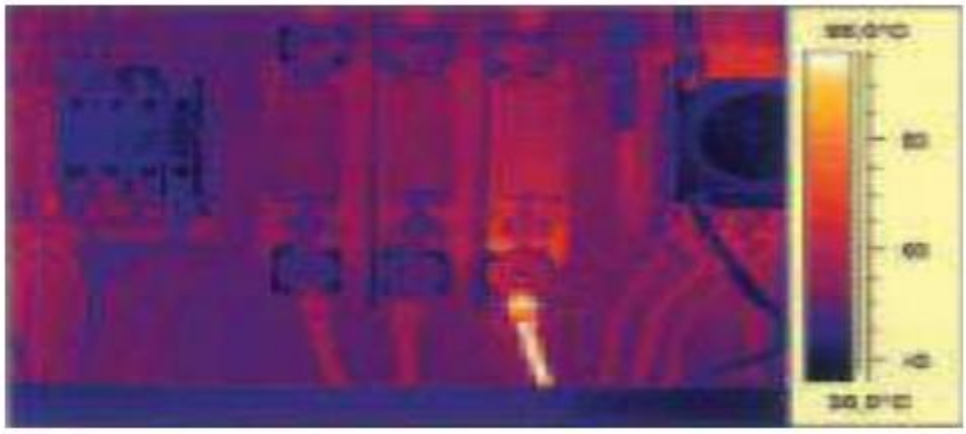


Figure IV- 05 : Thermogramme 3. [29]

Fusibles BT : Échauffement anormal au niveau D'une cosse de raccordement entre le Conducteur et la borne du fusible.

Cause : Sertissage défectueux de la cosse.

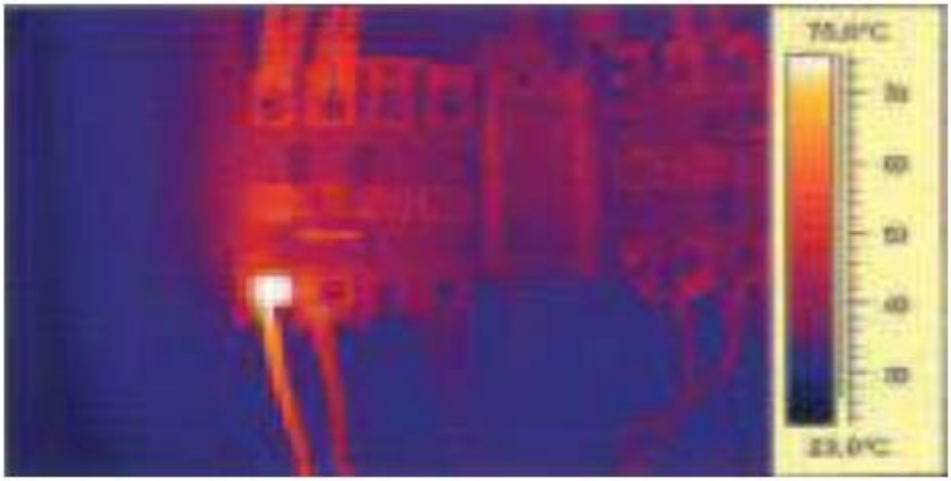


Figure IV- 06- : Thermogramme 4. [29]

Contacteur BT : Échauffement anormal au niveau, D'une borne.

Cause : Pression de serrage insuffisante.

IV-13- Description des méthodes d'analyse

IV-13-1- Introduction :

Les méthodes d'analyse des risques sont indispensables pour réaliser une décomposition fonctionnelle et matérielle d'une installation industrielle en cours de conception ou en fonctionnement.

L'utilisation industrielle en nivaux fonctionnels et matériels est nécessaire pour identifier les modes de défaillance et leurs conséquences sur les objectifs opérationnels retenus pour l'installation ou l'équipement concerné. [36]

IV-13-2- Analyse des risques :

L'analyse du risque est définie dans le Guide ISO/CEI 51 : 1999 comme «L'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque».

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associés qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité de risque [36].

IV-13-3-Les principaux outils d'analyse des risques

Les principaux outils d'analyse des risques d'accidents sont :

• l'Analyse Préliminaire des Risques (APR),

• l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC),

• l'Analyse par arbres des défaillances,

• l'Analyse par arbres d'évènements,

• le Nœud Papillon,

•l'Analyse des risques par Hazard OPerability (HAZOP), ou StructuredWhat IF Technique (SWIFT) [36].

IV-13- 4-Analyse préliminaire des risques / dangers (APR/D) :

IV-13-4-1- Historique et domaine d'application :

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Utilisée depuis dans de nombreuses autres industries, l'Union des Industries Chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980.

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général

Couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée [36].

IV-13-4-2- Principe :

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

• Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités…,

• Des équipements dangereux comme par exemple des stockages, zones de réception expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière…),

• Des opérations dangereuses associées au procédé. L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. A titre indicatif, on pourra se référer à la liste fournie en Annexe 2. Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode. A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs **situations de dangers**. Dans le cadre de ce document, une situation de dangers est définie comme une situation qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition de cibles à un ou plusieurs phénomènes dangereux. Le groupe de travail doit alors en déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de dangers identifiés puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'améliorations doivent alors être envisagées [36].

IV-13-4-3- Déroulement :

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse. Le tableau ci-dessous est donc donné à titre

D'exemple :

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou Equipement	Situation de Danger	Causes	Conséquences	Sécurités Existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Tableau IV-1- : Exemple de tableau de type « APR » .[30]

Pour chaque fonction identifiée dans la phase de description des installations, les produits ou équipements sont passés en revue, en examinant les situations de dangers potentielles de manière systématique. Pour cela, il est fait appel à l'expérience et à l'imagination de chacun. L'analyse d'accidents constitue de plus une source d'information à privilégier. Le groupe de travail peut alors adopter une démarche systématique sous la forme suivante :

1) **Sélectionner le système ou la fonction** à étudier sur la base de la description fonctionnelle réalisée.

2) **Choisir un équipement ou produit** pour ce système ou cette fonction (colonne

3) Pour cet équipement, considérer **une première situation de dangers** (colonne

4) Pour cette situation de dangers, envisager **toutes les causes et les conséquences possibles** (colonnes 4 et 5).

5) Pour un enchaînement cause-situation de danger-conséquences donné, identifier alors **les barrières de sécurité existantes** sur l'installation (colonne 6)

6) Si le risque ainsi estimé est jugé inacceptable, formuler **des propositions d'améliorations** en (colonne 7). La dernière colonne (colonne 8) est réservée à d'éventuels commentaires. Elle est particulièrement importante pour faire apparaître les hypothèses effectuées durant l'analyse ou les nomes de personnes de vantengager des actions

complémentaires.

7) Envisager alors un **nouvel enchaînement** cause-situation de danger-conséquences pour la même situation de danger et retourner au point 5).

8) Si tous les enchaînements ont été étudiés, envisager **une nouvelle situation de danger** pour le même équipement et retourner au point 4).

9) Lorsque toutes les situations de dangers ont été passées en revue pour l'équipement considéré, retenir un **nouvel équipement** et retourner au point 3) précédent.

10) Le cas échéant, lorsque tous les équipements ont été examinés, retenir **un nouveau système ou fonction** et retourner au point 2).

Une des premières difficultés rencontrées en pratique au cours d'une APR tient dans la définition du terme « situation de danger ». Il n'est en effet pas rare de constater au cours de l'analyse que des causes ou conséquences d'une situation de dangers soient à leur tour identifiées comme situations de dangers plus tard lors de l'analyse. Cette difficulté peut rendre délicate l'appropriation de la méthode par le groupe de travail. Toutefois, elle ne doit pas être considérée comme un frein pour l'analyse des risques mais au contraire, comme un moyen pour tendre vers plus d'exhaustivité.

Prenons l'exemple d'un réservoir de liquide inflammable type essence. Le groupe de travail identifie dans un premier temps comme situation de danger, un feu se développant dans la cuvette de rétention. La cause de cet incendie serait l'épandage de combustible dans la cuvette associé à la présence d'une source d'inflammation. Si ensuite le groupe de travail considère l'épandage seul d'essence comme situation de dangers, il identifiera probablement en termes de conséquences le feu de nappe mais également la formation d'un nuage inflammable suite à l'évaporation de la nappe.

Précisons enfin que des colonnes peuvent être ajoutées au tableau présenté ci-avant afin de recueillir les résultats de l'estimation des risques réalisés en groupe de travail [36].

IV-13-4-5- Limites et avantages :

- **Avantage :**

- APR déterminer les risques associés aux produits ou équipements utilisés.
- APR tirer les leçons des incidents inclus dans les séminaires.
- APR prend en compte les interactions avec l'environnement (risque naturel).
- APR analyse les causses et les conséquences de leurs déviations par rapport aux conditions optimales des fonctionnements.

- Proposer une analyse de sécurité préliminaire.
- Déterminer les points critiques qui devraient faire l'objet d'études plus approfondies (par les autres méthodes).

➢ **Limite :**

L'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchainement des évènements susceptibles de conduite à un accident majeur pour des systèmes complexes [36].

IV-13-5- HAZOP

IV-13-5-1- Historique et domaine d'application :

La méthode HAZOP, pour HAZARD OPERABILITY, a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité. L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulé « Etude de sécurité sur schéma de circulation des fluides [36].

Considérant de manière systématique les dérives des paramètres d'une installation en vue d'en identifier les causes et les conséquences, cette méthode est particulièrement utile pour l'examen de systèmes thermo-hydrauliques, pour lesquels des paramètres comme le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration… sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation [36].

De par sa nature, cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas P&ID (Piping and Instrumentation Diagramme)

IV-13-5-2-Limites et avantages :

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques.

Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique.

Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe [36].

Date : Ligne ou équipement :								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Tableau – IV-2: Exemple de tableau pour l'HAZOP [36]

IV-13-6- AMDE et AMDEC :

IV-13-6-1- Introduction

Parmi les outils et techniques de prévention des problèmes potentiels, la méthode AMDEC s'avère une méthode simple et très efficace. AMDEC est l'acronyme de « Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et leur criticité » (Failure Mode and Effets and CriticalityAnalysis, FMECA). Cette technique a pour but d'étudier, d'identifier, de prévenir ou au moins de réduire les risques de défaillances 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"1. 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. En effet cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets. Les

informations obtenues sont utilisées dans le cadre de la maîtrise des risques, avec préoccupation principale l'obtention d'un bon niveau de sûreté de fonctionnement du système opérationnel. Elle permet de :

-Connaître les éléments (fonctions et constituants) les plus importants ;

-Découvrir, évaluer et classer les faiblesses, les anomalies et les dysfonctionnements de système ;

Gérer les points critiques et remettre en cause même la conception de système ;

Préconiser les mesures correctives ;

Évaluer les effets de ces mesures pour s'assurer de leurs efficacités, et pour les comparer et décider [30].

Dans cette optique et à la lumière de ces points, l'AMDEC occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance. En effet elle rend le système fiable tout en faisant diminuer le nombre de pannes, facilement maintenable car elle permet la maîtrise des éléments et leurs fonctions, disponible parce qu'elle permet d'agir sur les éléments critiques, sécurisant car elle permet de dominer les défaillances et en particulier les défaillances critiques et catastrophiques. Les objectifs de ce travail sont :

- D'apporter une aide pratique à l'identification des différents types de dysfonctionnements,
- D'appliquer la méthode AMDEC sur le système de chauffage centrale de la faculté.
- De chercher et analyser les différentes défaillances qui peuvent rencontrés dans le système, expliquer et évaluer leurs effets, causes et leur criticité,
- De proposer des solutions préventives et correctives de lutte contre les dysfonctionnements probables et assurer une bonne continuité du fonctionnement du système [30].

IV-13-6-2-Définition et Propriétés :

Méthode d'analyse rigoureuse et performante des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (ou FMECA pour Failures Modes, Effects and CriticalityAnalysis). Cet outil de sûreté de fonctionnement et de gestion de la qualité intègre une hiérarchisation des modes de défaillance en fonction de leur degré de criticité C. L'AMDEC permet ainsi de prévenir ou de réduire les risques liés à un produit, un projet ou à un processus de production dans une multitude de domaines et d'en mesurer les risques potentiels. Au préalable au lancement d'une méthodologie AMDEC, il faut s'assurer de la connaissance

parfaite du système et de son environnement et en posséder toutes les informations. La deuxième étape consiste à recenser puis analyser tous les modes de défaillance possibles, la présentation sur une grille d'analyse permet une vue synthétique. La troisième consiste à identifier en regard de chacune des failles des mesures permettant de réduire, voire d'annuler le risque de survenue. Le risque est un événement indésirable dont l'apparition n'est pas certaine, venant impacter, voire compromettre les objectifs attendus, qu'ils soient d'ordre technique (spécifications, performances, fiabilité), d'ordre financier (coût trop élevé) ou d'ordre contextuel (environnemental, social, culturel). La notion de criticité permet de classer tous ces risques les uns par rapport aux autres. Elle est déterminée par le produit (l'indice de fréquence d'apparition) x (l'indice de gravité) x (l'indice de détection). Ces indices, généralement notés de 1 à 4, sont nécessairement définis par consensus par un groupe de travail dont les participants représentent des compétences diversifiées, mais un pouvoir décisionnel. Les mesures correctives ou préventives sont proposées et mises en œuvre, afin de réduire la gravité et/ou la fréquence des problèmes ayant été identifiés comme les plus critiques. En opérant par ordre de criticité décroissante, les actions d'amélioration à conduire sur un processus, un projet ou un système se voient ainsi hiérarchisées. Cette méthode d'analyse de risques pour se montrer efficace se doit d'être collective, exhaustive et systématique. Utilisée à l'origine dans la gestion de la qualité, elle est de plus en plus déroulée dans le cadre de projets d'innovation, et permet ainsi d'en évaluer la pertinence. L'AMDEC s'inscrit parfaitement dans la logique actuelle de la maîtrise des risques. Les plans d'actions correctives ou préventives visent notamment à éliminer ou à réduire les risques liés à la sécurité de l'utilisateur, à la non-qualité, à la perte de productivité, ou à l'insatisfaction des clients [32].

IV-13-6-3-Historique et domaines d'application :

La méthode AMDEC a été utilisée originellement dans le traitement des risques potentiels inhérents aux activités de production de l'armement nucléaire. Progressivement, elle a été adaptée à l'ensemble des activités à risques (nucléaire civil ; domaine aéronautique, spatial ; grands travaux), puis a été intégrée dans les projets industriels. De nos jours, son emploi est très répandu dans le monde industriel soit pour améliorer l'existant, soit pour traiter préventivement les causes potentielles de non-performance des nouveaux produits, procédés ou moyens de production [31].

Années 1950 :	a méthode **FMECA** (**F**ailure **M**odes, **E**ffects and **C**riticality **A**nalysis) est introduite aux États-Unis dans le domaine des armes nucléaires
Années 1960 :	cette méthode est mise en application en France sous le nom d'**AMDEC** pour les programmes spatiaux et aéronautiques
Années 1970 :	son application est étendue aux domaines du nucléaire civil, des transports terrestres et des grands travaux.
Années 1980 :	'**AMDEC** est appliquée aux industries de produits et de biens d'équipement de production.

Tableau- IV- 3- Historique de l'AMDEC.[31]

IV-13-6-4-Types d'AMDEC :

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus importants, mentionnons :

- **L'AMDEC-organisation :** s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires: du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.
- **L'AMDEC-produit ou l'AMDEC-projet :** est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique l'AMDEC-composants.
- **L'AMDEC-processus :** s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la *criticité* de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes detravail4.
- **L'AMDEC-moyen :** s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.
- **L'AMDEC-service :** s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service corresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances5.
- **L'AMDEC-sécurité : s**'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci [33].

IV-13-6-5-Les étapes de la méthode AMDEC :

La méthode s'inscrit dans une démarche en cinq étapes :

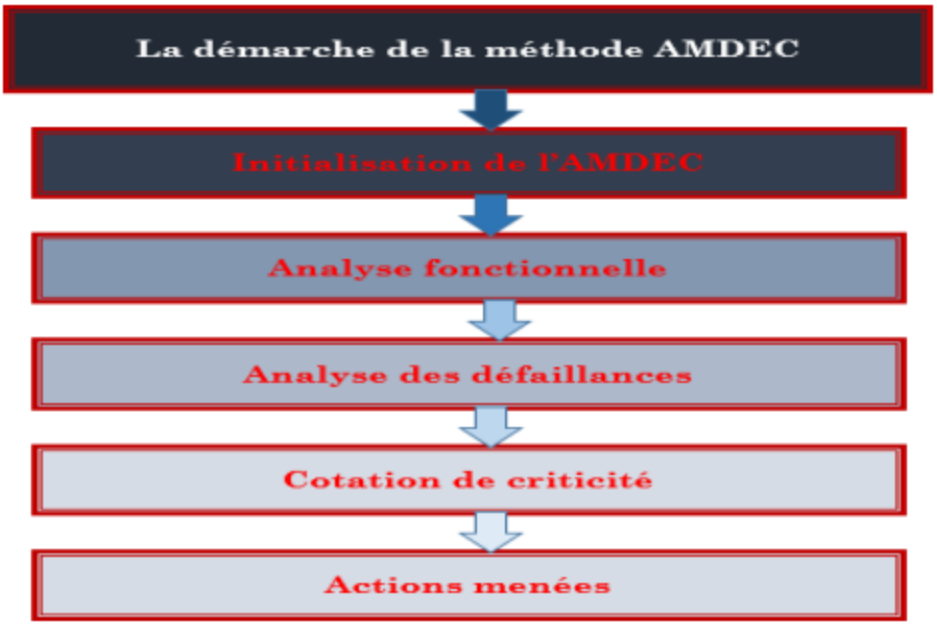


Figure IV-7- : La Démarche AMDEC.[34]

IV-13-6-5-Méthodologie de la réalisation d'une AMDEC *:*

- **Choix du sous-système à étudier et des objectifs à atteindre** :

Il s'agit au départ de choisir et de délimiter l'étude à mener, en fonction des objectifs fixés (atteindre une valeur de disponibilité donné, ou seulement <déverminer> les plus gros problème potentiels) et du délai accordé remarquons que l'AMDEC se prête à des <<zooms>> successifs :de l 'ensemble des fonctions d'une pelle mécanique, on peut se limiter à l'étude des pertes de fonctions hydrauliques ,puis à celle d'un sous-système donné , puis a celle d'un simple vérin [36].

- **Constitution de groupe de travail** :

Sa composition dépondra des expertises requises en fonction des technologies présentes .il faudra également définir le mode de fonctionnement de groupe, et en particulier la fréquence la durée de réunions et le délai.

- **Mise au point de la fiche d'analyse** :

Sur un tableur il faut définir les <<lignes>>(les composent) et les<<colonnes >>nécessaires (AMDE ou AMDEC) réparties en quatre grande familles : analyse fonctionnelle analyse de défaillance potentielle estimation de la criticité et mesures à appliquer prenons un exemple standard de feuille

AMDEC :

Analyse Fonctionnelle			**Analyse de défaillance**				**Estimation de criticité**				**Mesures**
Composant	**Fonction**		**Mode De Défaillance**	**Causes**	**Effet local**	**Effet- système**	**Gravité**	**Occurrence**	**Non détection**	**Criticité (indice)**	**Mesures envisagées**
1	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**

Tableau- IV - 4 : Exemple de feuille AMDEC – moyen de production. [35]

- **Analyse fonctionnelle**

  • colonnes 1 et 2 Les colonnes 1 et 2 se déduisent de l'analyse fonctionnelle préliminaire nécessaire à la conception du système. Elles reprennent la liste des sous-ensembles ou des composants du système étudié, avec leurs fonctions associées [35].

- **Analyse des défaillances potentielles** :

  • Colonne 3 : modes de défaillance

Elle se déduit de la colonne 2 par Identification des dégradations et des pertes de fonction envisageables. 33 modes de défaillance génériques sont proposés dans la norme AFNOR X60-510 (voir tableau 3).

• Colonne 4 : causes de défaillance Elle se déduit de la colonne 3 ; à un mode de défaillance peuvent être associées plusieurs causes.

• Colonnes 5 et 6 : effets de la défaillance Elles se déduisent de la colonne3, les effets étant envisagés localement au niveau du sous-système étudié (colonne 5), et globalement comme conséquences possibles sur la mission du système et sa sécurité (colonne 6).

- **Analyse de la criticité de chaque mode de défaillance :**

  • Colonnes 7, 8 et 9

  ƒ **G** est l'indice de gravité. Il s'évalue à partir des effets (colonne 6) par une note

estimée de 1 (mineur) à 5 (catastrophique). Suivant les systèmes, la gravité « relative » peut s'estimer sur plusieurs critères : sécurité des personnes, des biens, défauts de qualité, perte de disponibilité, pénalisation de la production, etc.

ƒ **O** est l'indice d'occurrence. Il s'évalue à partir des probabilités des causes (colonne 4) par une note estimée de 1 (improbable) à 5 (fréquent). Il est parfois possible de faire correspondre ces indices à des valeurs chiffrées. Par exemple, estimer O en fonction du taux de défaillance λ exprimé en panne/heure suivant le tableau 7. 2.

ƒ **D** est l'indice de non-détectabilité. Il s'évalue à partir du mode de défaillance (colonne 3) par une note estimée allant de 1 (la dégradation « qui prévient») à 4 (défaillance soudaine) [35].

Valeur du taux de défaillance λ En panne/heure	$\lambda < 10^{-6}$	$10^{-6} < \lambda < 10^{-5}$	$10^{-5} < \lambda < 10^{-4}$	$10^{-4} < \lambda < 10^{-3}$	$\lambda > 10^{-3}$
Estimation de l'indice d'occurrence **O**	1	2	3	4	5
Appréciation qualitative	Improbable	Très rare	Assez rare	Peu fréquent	Fréquent

Tableau 2 : Indices d'occurrence

- **Hiérarchisation des problèmes**

• Colonne 10 : estimation de IC indice de criticité Chaque mode de défaillance identifié sera caractérisé par son indice de criticité :

I

c= G x **O** x **D** Dans notre exemple, IC sera compris entre 1 x 1 x 1 = 1 et 5 x 5 x 4 = 100. L'indice de criticité permet d'établir l'ordre de priorité des actions correctives à entreprendre. Il tombe sous le sens que pour des défaillances apparaissant critiques (IC> 75) une remise en cause de la conception est nécessaire. A l'opposé, il est possible de négliger certaines défaillances envisagées, mais qui ne sont ni probables ni graves (IC< 20). Entre les deux, des mesures correctives doivent être proposées.

- **Propositions d'améliorations**

• Colonne 11 : mesures envisagées Elle est souvent décomposée suivant les rubriques possibles :

• modifications de conception

• moyens de détection ou consignes de surveillance ou inspections périodiques,

• dispositif de remplacement, reconfiguration, repli,

• observations, recommandations Il appartient au groupe de travail de tirer le maximum de préconisations du travail long et fastidieux, mais riche d'enseignements qu'est une AMDEC - moyens de production [35].

IV-13-7-Les modes de défaillance génériques :

La norme AFNOR X 60510 propose une liste de 33 modes de défaillance relatifs aux parties « commande », indiqués dans le tableau :

1	Défaillance structurelle (rupture)	1	Ne s'arrête pas
2	Blocage physique ou coincement	2	Ne démarre pas
3	Vibrations	2	Ne commute pas
4	Ne reste pas en position	2	Fonctionnement prématuré
5	Ne s'ouvre pas	2	Fonctionnement après le délai prévu (retard)
6	Ne ferme pas	2	Entrée erronée (augmentation
7	Défaillance en position ouverte	2	Entrée erronée (diminution)
8	Défaillance en position fermée	2	Sortie erronée (augmentation)

9	Fuite interne	2	Sortie erronée (diminution)
1	Fuite externe	2	Perte de l'entrée
1	Dépasse la limite supérieure tolérée	2	Perte de la sortie
1	Dépasse la limite inférieure tolérée	3	Court-circuit (électrique)
1	Fonctionnement intempestif (inopportun)	3	Court –ouvert (électrique)
1	Fonctionnement intermittent (discontinu)	3	Fuite (électrique)
1	Fonctionnement irrégulier	3	Autres conditions de défaillance exceptionnelles suivant les caractéristiques du système, les conditions de fonctionnement et les contraintes opérationnelles
1	Indication erronée		
1	Ecoulement réduit		
1	Mise en marche erronée		

Tableau- IV-5- Modes de défaillance générique [35]

IV-14-application de L'AMDEC :

IV -14-1-Introduction :

A travers du stage pratique au niveau de la direction de distribution de l'électricité et du gaz de Médéa ont à faits une étude qui comprend une partie consacrée aux risques liés aux différents phases d'intervention des agents de maintenance par la technique thermo vision,

afin de bien préciser les moyens à utiliser pour les réduire.

Dans ce chapitre, on s'intéresse à mettre en pratique ce que nous avons développé dans le chapitre précédent. Nous choisissons la méthode AMDEC qui est une étude de base permettant l'analyse des modes de défaillance et les traiter avant qu'elles ne surviennent, avec l'intention de les éliminer ou de minimiser les risque associés. Pour assurer la sécurité des personnes et des installations, il est nécessaire que ces matériels répondent à des règles strictes et éprouvées.

IV -14-4-Application de la méthode AMDEC :

La figure ci-dessus présente la décomposition fonctionnelle de l'installation électrique étudiée.



Figure IV-11- : Poste transformateurs MT/BT 30KV/ 400V





Figure -IV-12- : IACM





Figure- IV-12- : IATCT



Figure- IV-13- : Regroupement compteur électrique basse tension

Tableau **IV-1**- Analyse des modes de défaillance et leurs Effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
Tableau distribution	Distribuer l'énergie électrique	Court –circuit	-Contact direct entre deux conducteurs -des câbles en dommages -Connexions défectueuses	- incendie	Par caméra thermographe infrarouge	-noter que ces modes de défaillance peuvent être évités ou réduits grâce à une maintenance préventive régulière à l'utilisation de composants de qualité et à une surveillance continue des tableaux de distribution basse tension.
		Surcharge Electrique	Charge électrique dépasse la intensité nominale	-Incendie -	Par caméra thermographe infrarouge	
		Mouvais qualité de l'alimentation électrique	-défectueux des câbles ou composants de tableau distribution - variations de charge	-incendie	Par caméra thermographe infrarouge	

Tableau **IV-2-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023						
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
Transformateur 30kv /400v	Il abaisse la tension d'alimentation	Défaut isolement	-Surtension - Echauffement	-Défaillance électrique	par caméra thermographe infrarouge	-évaluer périodique l'état d'un transformateur par caméra thermographique infrarouge - Maintenance des réfrigérants
		Fuite d'huile	Echauffement	-incendie		
		Bobinage grillé	-Sur intensité -Sur tension	Incendie		
		Déplacement enroulements	-court – circuit	Entrave la circulation d'huile		

Tableau **IV-3-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023						
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	-Effet sur le système	Détection	Action corrective

Regroupement De compteur Electrique basse tension	Comptage de l'énergie électrique consommée pour facturation	surcharge	La charge électrique qui dépasse la puissance mise à la disposition des abonnés	Perte d'alimentation électrique	Par caméra électrique thermographe infrarouge	-Maintenance préventive régulière - inspections périodiques -un personnel habilité -l'utilisation des disjoncteurs magnéto thermique chez les abonnés et des fusibles pour éliminer les risque de défaillance de regroupement électrique à BT
		Défaut isolement	Isolation électrique défectueuse des câbles ou des connexions	Panne d'équipement		
		Mouvais connexion	Les fils électrique ne sont pas correctement connectés	-Incendie -Chute tension		

Tableau **IV-4-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
Compteur	Mesure la quantité d'électricité utilisée par abonné	Défaillance mécanique	-Chocs physique -vieillissement	-bloquer le compteur - s'arrête complètement De fonctionner	Par caméra thermographe infrarouge	-vérifier les connexions
		Défaillance communication	-dysfonctionnement des composants électroniques	-Défaillance de mesure Défaillance de compteur à communiquer correctement avec les autres systèmes		-vérifier alimentation électrique - Vérifier réglage de compteur
		Défaillance de mesure	-erreur de calibrage Dérive des composants électronique	Le compteur peut afficher des mesures incorrectes		-contactez un professionnel
		Défaillance d'affichage	Pannes de composant d'affichage	Difficile la surveillance de la consommation	Caméra thermographe infrarouge	

				d'énergie		
		Défaillance d'alimentation	Problèmes d'alimentation électrique	Le compteur ne pas fonctionner correctement en raison d'une alimentation instable		

Tableau **IV-5-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
IAT (interrupteur aérien télécommandé)	Commander l'ouverture ou la fermeture d'une liaison électrique	Défaillance mécanique	-Rupture des composants internes -Mouvais fonctionnement des mécanismes de commutation	-L'interrupteur reste bloque -perturber l'alimentation électrique -panne de surcharge de réseau électrique	Par camera thermographe infrarouge	-vérifiez les connexions -vérifier les réglages -remplacer les batteries - vérifiez les fusibles ou disjoncteurs -Effectuez des tests de continuité
		Défaillance électrique	-Surtension -court –circuit -surcharge -mouvais fonctionnement des circuits interne	-une perte de continuité électrique -une étincelle -surchauffe des composants - mettre en danger la sécurité des personnes et des équipements		
		Défaillance de la commande	Dysfonctionnement du transmetteur ou du récepteur	-l'opérateur ne peut pas contrôler l'interrupteur à distance		

Tableau **IV-6-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
ICAM (interrupteur Aérien à commande mécanique)	utilisé pour ouvrir ou fermer installation aérienne dans un réseau de distribution	Défaut de fabrication	Processus de fabrication de l'interrupteur peuvent entrainer des problèmes dès le départ	- Des pannes permanentes ou intermittentes -Des courts- circuits -une impossibilité de contrôler le circuit électrique	Par caméra thermographe infrarouge	-Maintenance préventive régulière - inspections périodiques par un personnel habilité pour diagnostiquer les problèmes liés à l'ICAM défectueux - vérifiez l'alimentation électrique -Vérifiez les écrous et les boulons -vérifiez lesconnexions
		Ne ferme pas	-surcharge -court – circuit -les écrous et les boulons ouvert - fusibles défectueux	-Incendie -couper l'alimentation électrique		
		Usure mécanique	-L'humidité - les variations de	-Une réduction de la durée de vie de l'interrupteur ou		

			température -La corrosion	une défaillance -des pannes intermittentes		

Tableau **IV-7-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
Connecteurs	Relier les appareils électriques ou des composants	Serrage de connexions	-Desserrage des bornes ou des fils électriques -mauvais serrage	-vibrations - surchauffe - coupure de courant	Par caméra thermographe infrarouge	-Maintenir des connexions électrique de haute qualité et de surveiller régulièrement leur l'état pour prévenir ces défaillances -éviter la surcharge électrique -Vérification régulière d'installation électrique
		Corrosion	-L'humidité - les variations de température	- générer de la chaleur - causer des problèmes de fonctionnement de systèmes électrique - incendie		
		Mauvaise isolation	Les connexions électriques ne sont pas correctement isolées	- Incendie -courts –circuits - Des fuites de courants - Des pannes électriques		

Tableau **IV-8-** Analyse des modes de défaillance et leurs effets de Mai 2023

Elément	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet sur le système	Détection	Action corrective
Cellule arrivée	Transfer l'énergie électrique	Court-circuit	Les composants de la cellule d'arrivée peuvent dysfonctionnement	-Interruption - Qualité d'alimentation électrique réduite -Retards ou perturbation Risque pour la sécurité incendie	Par caméra thermographe infrarouge	-Vérification des connexions électrique –réparation ou remplacer par des nouveaux fonctionnelles -Entretien générale - maintenance

		Surcharge	-D'erreurs de manipulation de configuration ou de maintenance effectuées -températures élevées -humidité -exposition à des produits chimiques corrosifs Endommager la cellule d'arrive	-incendie -Explosion - Des fuites de courants - Des pannes électriques		préventive

Conclusion Générale

Conclusion générale :

L'étude d'expertise d'une installation électrique à l'aide d'une caméra thermographique permet de détecter les éventuels problèmes de surchauffe ou de mauvais fonctionnement des équipements électriques .grâce à cette technologie, il est possible de visualiser les différences de température et d'identifier les zones potentiellement défectueuses.

L'analyse des images thermographique obtenues permet de prendre des mesures préventives pour éviter les pannes ou les accidents électrique .En détectant les points chauds, les surcharges ou les mouvais contacts, il est possible d'effectuer des réparations ou des remplacements avant que des incidents ne se produisent.

La caméra thermographique facilite également l'identification des problèmes d'isolation ou de câblage défectueux ' ce qui contribue à la sécurité globale de l'installation électrique .grâce à cette technique non destructive, il est possible d'évaluer l'état de l'installation sans avoir à la démonter.

En conclusion, l'étude d'expertise d'une installation électrique par caméra thermographique est un outil précieux pour évaluer l'état de l'installation, détecter les problèmes potentiels et prendre des mesures préventives pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement de l'installation électrique .cette méthode permet de réduire les risquesd'indécents, d'améliorer l'efficacité énergétique et d'assurer la conformité aux normes de sécurité.

Références bibliographiques

[1] lois N° 88-07 DU 26 janvier 1988 : relative à l'hygiène la sécurité et à la médecine du travail

[2] ISO 45000 : Management de la santé et de la sécurité

[3]AUMAR Fatima, REDOUANE Karima, médecine de travail en Algérie, Quelles missions ?: cas de la wilaya de TIZI –OUZOU mémoire de master, université TIZI-OUZOU

[4] Mr. BOUALAM Hocine, MLLE IBELHOULENE SAMIRA ? Quel roule de service (HSE) dans la prévention et de prise en charge des accidents de travail, mémoire de master année 2017, université béjai

[5] décret N° -02-247 du 07 décembre 2002 : relative aux conditions d'organisation de l'industuction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine prévention des risques professionnels

[6], NF S 72-202:ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre

[7] NF S 18-415:Gants isolants en élastomères pour électriciens

[8] NF S 18-420 : Tapis isolants à base de caoutchouc naturel ou d'élastomère synthèse

[9]ASSOUI ZINEB, RABAHI YASMINE, Evaluation des Professionnels dans un Chantier en Construction d'un Poste de répartition Moyen Tension, Risquesmémoire finale CFA,I.N.S.E.P de Médéa, 2022, page 18-30

[10]Mr. LABED Djamel, production de centralisée et couplage au réseau, thèse doctorat, année 2008

[11] cours de réseaux électrique, Dr. BELILA Hassene université LARBIBE M'HIDI EL BOUAGI

[12]Mokhtari Amine, tajine Y Haya Didi, la protection électrique des réseaux HTB, mémoire de master année 2020/2021, université AIN TEMOUCHENET

[13]http:// www .exoco –lmd . Com. / réseaux –électrique / architectures –des –réseaux – électrique –power –system-design/ ? action = délatta : 5939

[14] http : //stydylibfr .com./doc/439271/table-des-mati %C3%A8res---e

[15]https:/ www.techno-science .net /glossaire –définition/reseau-electrique-page-2.html.

[16] Cours Réseaux Electriques, Universitaire NOUR EL BACHIR Baydh année 2017/2018

[17]Dr. AOUZELLAGE LAHACANI Nrimanen, réseau électrique, polycopiée de cours UEF 3111.(3eme année licence ELT).

[18]http://biblio –univ-autnarivo.mg /pds/ Ramasami sata madrasa-EPSSPA-ING- 15pdfs .
[19] ABBASSI KARIMA, protection des réseaux électrique HTA au niveau de poste source ps (30/10kv) for Türck cabine mobile CM 220/30kv Tolga Biskra Mémoire de master, 2018 université Biskra
[20] Document la distribution électrique (poste (HTA/BT) .PDF
[2BOUKAROURA Abdelkader, contribution à la modalisation et l'optimation de réseaux de distribution sons incertitudes, thèse doctorat en science, 2021, Oum EL BOUGHI
[22] DAHDJ YASSINE, NOARI RADHWANE, optimation des réseaux de distribution basse tension (étude de cas poste n°571- TIMIMOUNE), Mémoire de master, université Drai ADRAR.
[23] présentation de la nouvelle édition de la norme NF C 14-100, 2008, PDF
[24] C. PRÉVÉ, **« Protection des Réseaux Electriques »**, Edition HERMES, Paris 1998.
[25] C. RUSSELL MASON, **« The Art and Science of Protective Relaying »**, 1956 - New York.
[26] C.CLAUDE& D. PIERRE, **« Protection des Réseaux de Transport et de Répartition »**, Direction de la Production et du Transport d'Electricité (EDF), octobre 2005.
[27] Karim GUENIFI et Rouf DIREM**,** « **Détection, Classification et localisation des défauts dans les réseaux par les techniques intelligents** », projet fin d'étude 2006, ENP Alger
[28]Mr. KELLILE CHERFI Hacene , la direction de distribution Médéa.
[29]MESOUMI SALIHA, RAHMINE FATEHI, Recherche des défauts par technique de la thermo vision dans la domaine électrique, mémoire de master, juin 2019.
[30] ZWINGELSTEIN. G diagnostic des défaillance (théorie pratique pour les systèmes industriels) , traité des nouvelles technologies – série diagnostic et maintenance , Notion de risque .
[31]AMDEC-Moyen –Auteur(s) : Michel, Date de publication : 10 juil. 1999.
[32]Technique de l'ingénieur.
[33]KELADA. J ? 1994 L'AMDEC, Ecole des Etudes Commerciales : centre d'étude en qualité totale.
[34] Zaidi, cours :<<Organisation des méthodes de maintenance >>. Université Larbi Ben M'hidi Oum EL Bouagi, faculté des sciences et sciences appliquées d'Ain Beida.
[35]Dr .GUEMANA Mouloud, cours de maintenance industrielle Année 2014, université YAHYA Fares Médéa.
[36] Fateh IKDOMI , Analyse des risques liés au stockage de GPL Application de la méthode AMDEC cas de centre enfuter –BATNA- mémoire fin d'étude, université de Batna Institut

d’hygiène et sécurité industrielle

ANNEXES1 :

Méthode	Abréviation	Déductive/ inductive	Quantitatif/ Qualitatif/ systématique	Avantages	Limites
AMDEC	**A**nalyse des **M**odes de **D**éfaillances, de leur **E**ffets et de leur **C**riticité	inductive	Quantitatif/ Qualitatif	• Analyse qualitative et quantitative rigoureuse et précise. • Intègre différents notions liées à la sécurité : maintenance, opérabilité, fiabilité. • Démarche inverse de l'arbre des défaillances. • Identifier les modes de défaillance des déférentes parties de se système. • Evaluer les effets de chaque mode de défaillance des composants sur les fonctions du système. • Identifier les modes des défaillances qui auront un effet important à la sécurité la fiabilité. • Proposer des actions correctives. • Point de départ pour d'autres méthodes • Caractère systématique	• Méthode longue et fastidieuse pour système complexes .tout fois la méthode peut méthode peut être arrête à l'analyse qualitative et porte le nom d'AMDE. • Inadaptée pour système très information • Ne permet pas de détecter les défaillances multiples • Difficultés pour déterminer à quel niveau s'arret l'analyse. • Etude Effets des pannes uniques. • Non utilisable en environnement accidentel.
HAZOP	**Has**ard and **Op**erabilityanalysis (analyse de risque et de sécurité de fonctionnement)	Inductive	qualitative	• HAZOP est une méthode préalable dédiée aux industries de procédés. • HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo hydrauliques, • cette méthode présente un caractère systématique et méthodique. • D'aide à la conception • HAZOP est un introduction à d'autre méthodes .	• La méthode HAZOP repose sur la déviation des variables, mais ne prend pas en compte les défaillances, ni les enchainements que peuvent entrainer les déviations de ces variables. • Cette méthode ne représente pas l'installation sous une forme structurée facilement informatisable. • HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances
APR	**A**nalyse**P**réliminaire de **R**isque	inductive	systématique	• APR déterminer les risques associés aux produits ou équipements utilisés.	• L'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchainement des évènements susceptibles de conduite

				• APR tirer les leçons des incidents inclus dans les séminaires. • APR prend en compte les interactions avec l'environnement (risque naturel). • APR analyse les causses et les conséquences de leurs déviations par rapport aux conditions optimales des fonctionnements. • Proposer une analyse de sécurité préliminaire. • Déterminer les points critiques qui devraient faire l'opjet d'études plus approfondies (par les autres méthodes).	à un accident majeur pour des systèmes complexes.
ADD	**A**rbre **D**e **D**éfaillances	déductive	Qualitative/ Quantitatif	• Méthode à caractère systématique. • C'est une méthode donner tous les causes de défaillance. • ADD elle est simple à mettre on œuvre. • ADD examine et évalue les mesures préventives visant à éviter la récurrence de l'évènement ou ses conséquences fâcheuses.	• ADD ne permet pas représentation chronologique des évènements. • ADD méthode binaire que les évènement se produise ou ne se produise pas (il n'ya pas de stade intermédiaire) .
NP	**N**œud **p**apillon	Inductive/d éductive	Qualitative/ Quantitatif	• Le nœud papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partent des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifier. • Le nœud papillon fournit des barrières de sécurité contre les scénarios d'accident et fournit une présentation améliorée. • C'est une combinaison de ADD et ADE.	• Nœud papillon : un outil qui peut être particulièrement couteux .

ANNEXES 2 :

Rapport Mensuel de Maintenance Électricité

Direction de Médéa mois mai 2023

I. ACTIVITE THERMOGRAPHIE :

DATE ET LIEU D'INTERVENTION	NOM DU DEPART	TypeD'ouvrages Inspectés	Anomaliesconstates	Nbr eD' anomalies Constatées	Nombre d'anomalies Par degré d'urgence			Nombred'anomalies Prise enCharge			Mesures Prises
					er 1 DEGRE	2 eme DEGRE	3 eme DEGRE	er 1 DEGRE	2 eme DEGRE	3 eme DEGRE	
14/05/2023 ABF	436P269	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	FUSIBLE BT 125A achanger	1	1			1			changer
14/05/2023 ABF	436P473	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 ABF	436P338	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								

14/05/2023 ABF	436P340	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 ABF	436P505	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
24/05/2023 BS	Bâtiment 05	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite derivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 7	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite derivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 2	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 1	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 3	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 5	Coffret ''C''	R A S								

		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 4	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 9	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 7	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 1	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 2	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 3	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 4	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								

		boite dérivation	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 05	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
		Connecteurs	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 04	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
		Connecteurs	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 05	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
		Connecteurs	R A S								
24/05/2023 BS	Bâtiment 06	Coffret ''C''	R A S								
		Fusible AD 15	R A S								
		Compteurs	R A S								
		boite dérivation	R A S								
		Connecteurs	R A S								
02/05/2023 MED	P633	/	RAS								
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc A4	REGROUPEMENT	RAS								
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2Bloc B2	REGROUPEMENT	RAS								
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc C2	REGROUPEMENT	RAS								

02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc E1	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc A2	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc A1	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	400LOG POL/URBAI DP2 Bloc B1	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	P829	/	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 37	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 39	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 01	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 33	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 35	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 05	REGROUPEMENT	RAS									
02/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 03	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	P830	/	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 7	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 9	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 11	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	P831	/	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 13	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 15	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 17	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	270 LGTS Bloc 19	REGROUPEMENT	RAS									
03/05/2023 MED	P40	Tableau de distribution	Départ 2: Changement fusible BT phase 02	1	1			1			Changement fusible	
03/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 155	REGROUPEMENT	RAS									

03/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 153	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 157	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 49	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 45	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 149	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	TENIET EL HADJAR Bloc 48	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	257	/	RAS								
04/05/2023 MED	ORAC TAKBOU Bloc 49	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	ORAC TAKBOU Bloc 50	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	ORAC TAKBOU Bloc 50b	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	ORAC TAKBOU Bloc 53	REGROUPEMENT	RAS								
04/05/2023 MED	P 550	Tableau de distribution	Départ 2: Point chaud sur la phase 02	1	1			1			serrage cosse
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 51	REGROUPEMENT	RAS								
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 53	REGROUPEMENT	RAS								
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 55	REGROUPEMENT	RAS								
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 57	REGROUPEMENT	RAS								
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 59	REGROUPEMENT	RAS								
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 61	REGROUPEMENT	RAS								

08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 63	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 65	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P2 Bloc 67	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	P 549	/	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 77	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 75	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 73	REGROUPEMENT	RAS									
08/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 71	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 69	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 67	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 81	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 83	REGROUPEMENT	Point chaud au port fusible [T18] .	1	1			1			NFOR MER	
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 85	REGROUPEMENT	Point chaud au port fusible [T16] .	1			1			1	NFOR MER	
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 87	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	380+100 LOG TEH P1 Bloc 89	REGROUPEMENT	Point chaud au port fusible [T17] .	1			1			1	NFOR MER	
09/05/2023 MED	P862	/	RAS									
09/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 9 Bloc B 6	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 9 Bloc B 7	REGROUPEMENT	RAS									

09/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 9 Bloc B 8	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 9 Bloc B9	REGROUPEMENT	RAS									
09/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 9 Bloc B10	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	P863	/	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B1	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B2	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B3	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B4	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B5	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 10 Bloc B6	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	864	/	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A3	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A4	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A5	REGROUPEMENT	RAS									
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A6	REGROUPEMENT	RAS									

10/05/2023 MED	865	/	Nécessiter entretintgénéral.	1	1			1			Programmé
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A1	REGROUPEMENT	RAS								
10/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc A2	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	P858	/	Nécessiter entretintgénéral.	1	1			1			Programmé
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 5 Bloc C6	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 5 Bloc C7	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 5 Bloc C8	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 5 Bloc C9	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 5 Bloc C10	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	P861	/	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 8 Bloc C1	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 8 Bloc C2	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 8 Bloc C3	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 8 Bloc C4	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 8 Bloc C5	REGROUPEMENT	RAS								
11/05/2023 MED	857	/	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 4 Bloc D1	REGROUPEMENT	RAS								

15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 4 Bloc D2	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	P854		RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 1 Bloc E5	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 1 Bloc E6	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 1 Bloc E7	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL 1 Bloc E8	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	P880	/	RAS								
15/05/2023 MED	P879	/	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F7	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F8	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA A SOCIAL Bloc F9	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F10	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F11	REGROUPEMENT	RAS								
15/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F12	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	P877	Tableau de distribution	Départ 1: Changement fusible BT de la phase 01	1	1			1			Changement fusible
16/05/2023 MED	P878	/	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F1	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F2	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F3	REGROUPEMENT	RAS								

16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F4	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F5	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc F6	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	P874	/	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G4	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G5	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	P875	/	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G1	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G2	REGROUPEMENT	RAS								
16/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G3	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	P876	Tableau de distribution	Départ 1: Changement fusible BT phase 01	1	1			1			Changement fusible
17/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G6	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G7	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	P873	/	RAS								
17/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G8	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G9	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	AIN DJERDA SOCIAL Bloc G10	REGROUPEMENT	RAS								
17/05/2023 MED	P868	/	RAS								
17/05/2023 MED	P888	/	RAS								
17/05/2023 MED	P859	/	RAS								

17/05/2023 MED	P860	Tableau de distribution	Départ 1 : Point chaud sur la phase 03	1		1			1		Serrage
17/05/2023 MED	P904	/	RAS								
17/05/2023 MED	P905	Tableau de distribution	Départ 3 : Changement fusible BT phase 01.	1	1			1			Changement fusible
18/05/2023 MED	P887	/	RAS								
18/05/2023 MED	P891	/	RAS								
18/05/2023 MED	P890	/	RAS								
18/05/2023 MED	P889	Tableau de distribution	Départ 2 : Point chaud sur la phase 01	1		1			1		Serrage
18/05/2023 MED	P921	/	RAS								
18/05/2023 MED	P923	/	RAS								
18/05/2023 MED	P924	/	RAS								
18/05/2023 MED	P926	/	RAS								
18/05/2023 MED	P718	Tableau de distribution	Départ 2 : Point chaud sur la phase 02	1		1			1		Serrage
18/05/2023 MED	P612	/	RAS								
18/05/2023 MED	P779	/	RAS								
18/05/2023 MED	P300	/	RAS								
22/05/2023 MED	P949	Tableau de distribution	Départ 2 : Point chaud sur la phase 02	1		1			1		Serrage
22/05/2023 MED	P954	/	RAS								
22/05/2023 MED	P706	/	RAS								
22/05/2023 MED	P474	Tableau de distribution	Départ 3 : Changement fusible BT de la phase 01	1	1			1			Changement fusible
22/05/2023 MED	P121	/	RAS								
22/05/2023 MED	P787	Transfo DP MT/BT	Fuite d'huile, à vérifier.	1	1			1			Programmé
22/05/2023 MED	P02	/	RAS								
22/05/2023 MED	P529	/	RAS								
22/05/2023 MED	P626	Les Cellules	Amorçage sur les poupée MT cellule départ et protection	1	1			1			
22/05/2023 MED	P791	Les Cellules	Amorçage sur toutes les cellules	1	1			1			
22/05/2023 MED	P652	/	RAS								
22/05/2023 MED	P534	/	RAS								

23/05/2023 MED	P356	Tableau de distribution	Départ 1 : Point chaud sur la phase 02	1		1			1		Serrage
23/05/2023 MED	P82	/	RAS								
23/05/2023 MED	P82	/	RAS								
23/05/2023 MED	P06	Tableau de distribution	Départ 3: Changement fusible BT phase 01	1	1			1			Changement fusible
23/05/2023 MED	P618	/	RAS								
23/05/2023 MED	P677	/	RAS								
23/05/2023 MED	P197	Tableau de distribution	Départ 1: Changement fusible BT phase 01	1		1			1		Changement fusible
23/05/2023 MED	P932	/	RAS								
23/05/2023 MED	P498	/	RAS								
23/05/2023 MED	P545	/	RAS								
23/05/2023 MED	P422	/	RAS								
23/05/2023 MED	P183	/	RAS								
23/05/2023 MED	P624	/	RAS								
24/05/2023 MED	P947	/	RAS								
24/05/2023 MED	P175	/	RAS								
24/05/2023 MED	P751	Tableau de distribution	Départ 1: Changement fusible BT phase 02	1		1			1		Changement fusible
24/05/2023 MED	P555	/	RAS								
24/05/2023 MED	P894	/	RAS								
24/05/2023 MED	P598	/	RAS								
24/05/2023 MED	P360	/	RAS								
24/05/2023 MED	P185	/	RAS								
24/05/2023 MED	P103	Tableau de distribution	Départ 2: Changement fusible BT phase 02	1		1			1		Changement fusible
24/05/2023 MED	P246	/	RAS								
24/05/2023 MED	P714	/	RAS								
24/05/2023 MED	P247	/	RAS								
24/05/2023 MED	P661	/	RAS								
29/05/2023 MED	P783	/	RAS								

29/05/2023 MED	P436	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P194	/	RAS								
29/05/2023 MED	P447	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P193	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P589	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P207	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P206	/	RAS								
29/05/2023 MED	P205	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P642	/	RAS								
29/05/2023 MED	P204	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
29/05/2023 MED	P196	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
30/05/2023 MED	P53	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
30/05/2023 MED	P825	/	RAS								
30/05/2023 MED	P45	/	RAS								
30/05/2023 MED	P934	/	RAS								
30/05/2023 MED	P591	Tableau de distribution	Départ 3 : Changement fusible BT de la phase 01	1	1			1			Changement fusible
30/05/2023 MED	P93	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
30/05/2023 MED	P85	/	Nécessiterentretintgéneral.	1	1			1			Programmé
30/05/2023 MED	P522	/	RAS								
30/05/2023 MED	P628	/	RAS								
30/05/2023 MED	P683	/	RAS								
30/05/2023 MED	P405	/	RAS								
30/05/2023 MED	P596	/	RAS								
07/05/2023 KEB	P188	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								

		Transfo MT/BT	serrage cosse CU 35 °C BT	2		2			2		REGLER LE 07/05/2023
		Tableau de distribution	départ3 : cosse bemeteaux phase 2 mauvais serrage 40 °C ou changement	1		1			1		REGLER LE 07/05/2023
07/05/2023 keb	P042	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
07/05/2023 keb	P800	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
07/05/2023 keb	P801	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	serrage cosse CU 32 °C BT	4		4			4		REGLER LE 07/05/2023
		Tableau de distribution	départ 2 : cosse en CU mauvais serrage 30 °C	1		1			1		REGLER LE 07/05/2023
14/05/2023 KEB	P861	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 KEB	P862	Arrivée	/								
		Départ	/								

		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 KEB	P863	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	serrage cosse CU 30 °C	4		4			4		serrage effectue le 14/05/2023
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 KEB	P864	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
14/05/2023 KEB	P865	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P866	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P867	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								

17/05/2023 KEB	P868	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	serrage cosse CU 35 °C	4		4			4		serrage effectue le 17/05/2023
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P869	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	serrage cosse CU 35 °C +fuite d'huile au niveau poupées	3		3			3		serrage effectue le 17/05/2023
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P870	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P871	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P872	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								

17/05/2023 KEB	P873	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P874	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
17/05/2023 KEB	P875	Arrivée	/								
		Départ	/								
		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	p 385	Arrivée	entretien général								
		Départ	entretien général								
		App protection Transfo	entretien général								
		Transfo MT/BT	vérifier fuite d'huile sur transfo								
		Tableau de distribution	entretien général								
16/05/2023 BERR	p 496	Arrivée	à vérifier le raccord des résistances								
		Départ	à vérifier le raccord des résistances								
		App protection Transfo	à vérifier le raccord des résistances								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 514	Arrivée	poste coupée non-paiement								
		Départ	/								

		App protection Transfo	/								
		Transfo MT/BT	entretien général								
		Tableau de distribution	/								
16/05/2023 BERR	p 602	Arrivée	à vérifier le raccord des résistances								
		Départ	à vérifier le raccord des résistances								
		App protection Transfo	à vérifier le raccord des résistances								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 337	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 470	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 491	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 122	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 389	Arrivée	RAS								

		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 467	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 121	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 294	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
16/05/2023 BERR	P 489	Arrivée	à vérifier le raccord des résistances								
		Départ	à vérifier le raccord des résistances								
		App protection Transfo	à vérifier le raccord des résistances								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
31.05.2023 Cité Dumez TABLAT	poste 83	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
31.05.2023 Cité	POSTE 82	Arrivée	RAS								

Dumez TABLAT		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
31.05.2023 Cité Dumez TABLAT	POSTE 81	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
31/05/2023 DP TABLAT	poste 153	Arrivée	RAS								
		Départ	RAS								
		App protection Transfo	RAS								
		Transfo MT/BT	RAS								
		Tableau de distribution	RAS								
10/05/2023 MED	P 346	Transformateur MT/BT 250 KVA	Transformateur sur chargé, grave (la cuve 145°) + Fuite d'huile grave.	1			1			1	
			Liaison BT très faible et chauffé, 88°	1			1			1	
		Tableau de distribution	Point chaud sur la phase 01 + 02 + 03 supérieur (serrage cosse et boulon)	1			1			1	
			Départ 02 : Phase 03 grillé, 88° (sur chargé)	1			1			1	
		Port Fusible MT	Les fusibles MT très chauffés, 90°.	1			1			1	
		Arrivée L'extérieur	Les entrées ALSOM Cassés	1			1			1	
09/05/2023 MED	P 629	Cellule départ P484	Point chaud au niveau tête d'extrémité sur la phase 01 coté mure, (30 cm inférieur de la cosse), Câblier.	1			1			1	
09/05/2023 MED	P 671	Transformateur MT/BT	Fuite d'huile sur la phase 02 BT	1			1			1	
09/05/2023 MED	P 05	Transformateur MT/BT	Liaison BT très faible (75 mm2)	1		1			1		
09/05/2023 MED	J 879		IACM Shunté	1							
09/05/2023 MED	J 3217		IACM Shunté	1							
10/05/2023 MED	IACM P37		La phase 01 shunté	1							

08/05/2023 MED	P 621	Cellule Départ 36 (ULUSOY)	Amorçage sur la poupée milieu.	1			1			1	
08/05/2023 MED	Poste HTM	Arrivée Transfo N°1	RAS								
		Arrivée Transfo N°2	RAS								
		Émergence Départ TAMEZGUIDA	RAS								
		Émergence Départ Ain DJERDA	RAS								
		ÉmergenceDépart GHRIB	RAS								
		Émergence Départ MEDEA 01	RAS								
		Émergence Départ ONA	RAS								
		Émergence Départ MEDEA 02	RAS								
		Émergence Départ MEDEA 03	RAS								
		Émergence Départ MEDEA 04	RAS								
08/05/2023 MED	P 539	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 778	LYCEE 200/800 D/SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 779	DRAA ESAMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 954	DRAA ESAMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 300	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	IACM P300	DRRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 612	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	Émergence 612	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	IACM P612	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 718	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	p 260	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	Émergence 457	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	J 955	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	E 419	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P 711 ACC	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	IACM P711	DRAA SMAR	RAS								
08/05/2023 MED	P706	DRAA SMAR	RAS								

08/05/2023 MED	P 69 ACC	MEDEA	RAS									
08/05/2023 MED	02 suppurts BT du P69	MEDEA	RAS									
09/05/2023 MED	J 877	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E 105	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	J 775	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E 139	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	J 3120	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	J 935	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E 106	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	J 826	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E 308	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E 131	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	E	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	Émergence P05	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	IACM P05	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	P 827	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	Émergence P827	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	P482	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	Émergence P482	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	P484	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	Émergence P484	TAMEZGUIDA	RAS									
09/05/2023 MED	J 802	TAMEZGUIDA	RAS									
11/05/2023 MED	Émergence 457	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 955	DRAA SMAR	RAS									
11/05/2023 MED	E 419	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 998	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 620	DRAA SMAR	RAS									

10/05/2023 MED	Nouveau ITACT	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 934	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 24	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 424	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	IACM P424	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 11	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 32	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 10	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 26	DRAA SMAR MEDEA	RAS									
10/05/2023 MED	P 120	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 12	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 28	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 13	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	Nouveau ITACT	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 14	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 873	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 37	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 21	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	P 243	DRAA SMAR MEDEA	RAS									
10/05/2023 MED	J 804	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 954	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 23	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	Émergence P532	DRAA SMAAR	RAS									
10/05/2023 MED	IACM P346	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	Émergence P346	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	J 952	DRAA SMAR	RAS									
10/05/2023 MED	E 19	DRAA SMAR	RAS									

10/05/2023 MED	J 728	DRAA SMAR	RAS								
10/05/2023 MED	J 727	DRAA SMAR	RAS								
10/05/2023 MED	E 20	DRAA SMAR	RAS								
10/05/2023 MED	P 166	DRAA SMAR MEDEA	RAS								
10/05/2023 MED	E 619	DRAA SMAR	RAS								
10/05/2023 MED	J 777	DRAA SMAR	RAS								
10/05/2023 MED	Émergence P36	DRAA SMAR	RAS								
11/05/2023 MED	J 3101	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	J 837	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	E 400	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	J 760	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	J 903	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	P 356	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	Émergence P356	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	E 240	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	02 supports BT du P356	BATTI INF	RAS								
11/05/2023 MED	P 652	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	P 135 ACC	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	IACM P135	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	P 626	MEDEA	RAS								
11/05/2023 MED	P 02	MEDEA	RAS								
14/05/2023 MEDEA	P 649	Cellule Transfo DP MT/BT	Point chaud sur la phase 01 + 02 + 03 MT (câble SEC entre le transfo et la cellule protection, coté Transfo, 35 cm supérieur de la cosse).	1			1			1	
14/05/2023 MEDEA	P 910	Transfo DP MT/BT 400 KVA	Fuite d'huile, à vérifier.	1			1			1	
14/05/2023 MEDEA	P 36	Tableau de distribution T1200	point chaud sur la phase 02 +03 supérieur (serrage cosse et boulon de la fixation)	1	1			1			

			Départ 01 : point chaud sur la phase 03 inférieur (serrage boulon de la fixation, 46°)	1		1			1		
15/05/2023	P 989	Transfo DP MT/BT 400 KVA	Fuite d'huile, à vérifier.	1			1			1	
15/05/2023	P 608 ACC	Coffret ''C''	Point chaud sur la phase 01 + 02 supérieur (serrages, 70°)	1			1			1	
16/05/2023	P 791	Cellule Départ 383	Amorçages sur les poupées	1			1			1	
		Cellule Transfo DP MT/BT	point chaud sur la phase 01 MT à droite, (câble SEC entre le transfo et la cellule protection, coté Transfo, 30 cm supérieur de la cosse).équipe câblier	1		1			1		
12/12/2021	P 135 ACC	Transformateur DP MT/BT	Point chaud sur la phase 01 BT (serrage cosse, 45°)	1		1			1		
12/12/2021	P 626	Transfo DP MT/BT 4000 KVA	Fuite d'huile sur la phase 02 BT	1			1			1	
16/05/2023	P 529	Tableau de distribution	point chaud sur les phases 01 + 02 + 03 supérieurs, (serrages cosses + boulons).	1		1			1		
			Départ 03 : serrage boulon de lame de Neutre, 48°	1		1			1		
16/05/2023	P 82	Transfo DP MT/BT 400 KVA	Fuite d'huile grave sur les bornes BT	1			1			1	
18/05/2023	P658	Cellule Arrivée P846	Point chaud au niveau tête d'extrémité sur la phase 01 + 02 coté mure, (35 cm inférieur de la cosse), équipe câblier.	1		1			1		
14/05/2023	P 984		RAS								
14/05/2023	P 985		Vérification les résistances.								
14/05/2023	P 986		RAS								
14/05/2023	Émergence P982		RAS								
14/05/2023	IACM P982		RAS								
14/05/2023	E du P982		RAS								
14/05/2023	P 983		Vérification les résistances.								
14/05/2023	P 988		RAS								
14/05/2023	P 987		Vérification les résistances.								
14/05/2023	P 475		RAS								
14/05/2023	P 575		RAS								

14/05/2023	Émergence P36		RAS								
15/05/2023	J 894		RAS								
15/05/2023	E		RAS								
15/05/2023	J 918		RAS								
15/05/2023	P 995		Vérification les résistances.								
15/05/2023	Émergence P914		RAS								
15/05/2023	P 994		RAS								
15/05/2023	P 914		RAS								
15/05/2023	P 996		Vérification les résistances.								
15/05/2023	P 997		Vérification les résistances.								
15/05/2023	P 998		Vérification les résistances.								
15/05/2023	J 750		Manque cadenas								
15/05/2023	P 999		RAS								
15/05/2023	Émergence P999		RAS								
15/05/2023	P 991		RAS								
15/05/2023	P 990		Vérification les résistances.								
15/05/2023	P 993		Vérification les résistances.								
15/05/2023	P 992		RAS								
15/05/2023			RAS								
15/05/2023	IACM P608		RAS								
15/05/2023	E 06		RAS								
16/05/2023	J 3101		RAS								
16/05/2023	J 837		RAS								
16/05/2023	E 400		RAS								
16/05/2023	J 760		RAS								
16/05/2023	J 903		RAS								
16/05/2023	P 356		RAS								
16/05/2023	Émergence P356		RAS								
16/05/2023	E 240		RAS								
16/05/2023	P356		RAS								

16/05/2023	P 652		RAS								
16/05/2023	IACM P135		RAS								
16/05/2023	02 supports BT du P135		RAS								
16/05/2023	P 06		RAS								
16/05/2023	P 02		RAS								
16/05/2023	Émergence P82		RAS								
16/05/2023	J 853		RAS								
16/05/2023	P 608 ACC		RAS								
16/05/2023	E 68		RAS								
16/05/2023	P 681		RAS								
16/05/2023	IACM P681		RAS								
17/05/2023	P554		RAS								
17/05/2023	P360		RAS								
17/05/2023	P 898										
17/05/2023	Émergence P846		RAS								
17/05/2023	J902		RAS								
17/05/2023	P846		RAS								
17/05/2023	P 898		RAS								
17/05/2023	P 786		RAS								
17/05/2023	J920		RAS								
18/05/2023	P103		RAS								
18/05/2023	P185		RAS								
18/05/2023	P 555		RAS								
18/05/2023	J 833		RAS								
18/05/2023	P 100		RAS								
18/05/2023	IACM p100		RAS								
18/05/2023	P455	Cellule Arrivée	RAS								
18/05/2023	470		RAS								

18/05/2023	P175		RAS								
18/05/2023	p656		RAS								
18/05/2023 MED	P498		RAS								
23/05/2023 MED	J 703	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	E 509	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	Émergence P967	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	E 617	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	J 701	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	Émergence P977	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	P 737	DP DAR DHIAF REZARZA	RAS								
23/05/2023	P 442	EP GHEZARZA	RAS								
23/05/2023	E 481	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	P 734	DP REZARZA 3	RAS								
23/05/2023	E 517	SIDI AMAR	RAS								
23/05/2023	E 282	REZARZA	RAS								
23/05/2023	E 205	REZARZA	RAS								
23/05/2023	E 437	REZARZA	RAS								
23/05/2023	J 862	REZARZA	RAS								
23/05/2023	P 470	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	E 325	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	P 527	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	Émergence P12	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	IACM P12	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	E 321	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	J 872	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	E 213	HAMDANIA	RAS								
23/05/2023	J 935	GHEZARZA	RAS								
23/05/2023	IAT (J 872)	HAMDANIA	RAS								
24/05/2023	J 922	MEDEA	RAS								

24/05/2023	J 943	MEDEA	RAS									
24/05/2023	P 770	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	IACM P770	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	E 516	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	E	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	J	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	Comptage	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	J	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	IACM P,,,	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	P,,,	OUEZRA	RAS									
24/05/2023	IACM P408	OUEZRA	RAS									
24/05/2023 MED	P408	OUEZRA	RAS									
28/05/2023 KEB	PS	Émergence Départ A/OUESSARA	RAS									
		Émergence Ohm DJELIL	RAS									
		Émergence Départ KEB 2	RAS									
		Émergence Départ BOUGHAR	RAS									
		Émergence Départ KEB 45	RAS									
		Émergence Départ KEB 1	RAS									
		Émergence Départ ZI	RAS									
		Émergence Départ CEA	RAS									
		Émergence Départ SANEG	RAS									
		Émergence Départ MDN	RAS									
		Transfo 60/30 Arrivé N° 2	RAS									
		Transfo 60/30 Arrivé N° 3	RAS									
		Arrivée Transfo 60/30 N° 1	RAS									
28/05/2023	IACM P901		RAS									

28/05/2023	Émergence P901		RAS								
28/05/2023	E		RAS								
28/05/2023	J		RAS								
28/05/2023	E 482		RAS								
28/05/2023	J 867		RAS								
28/05/2023	J 910		RAS								
28/05/2023	E 683		RAS								
28/05/2023	E 681		RAS								
28/05/2023	IACM P829		RAS								
28/05/2023	Émergence P829		RAS								
28/05/2023	J 693		RAS								
28/05/2023	Émergence P788		RAS								
28/05/2023	P504		RAS								
28/05/2023	IACM P509		RAS								
28/05/2023	P847		RAS								
28/05/2023	IACM P847		RAS								
28/05/2023	E 683		RAS								
28/05/2023	E 482		RAS								
28/05/2023	émergence P19		RAS								
28/05/2023	E 138		RAS								
29/05/2023	émergence P691		RAS								
29/05/2023	J 916		Shunté								
29/05/2023	J3210		RAS								
29/05/2023	E 124		RAS								
29/05/2023	E 245		RAS								
29/05/2023	J 893		RAS								
29/05/2023	J 3215		RAS								
29/05/2023	E		RAS								
29/05/2023 KEB	IACM P532		RAS								

29/05/2023 KEB	E		RAS									
29/05/2023 KEB	P929		RAS									
29/05/2023 KEB	E510		RAS									
29/05/2023 KEB	émergence P5		RAS									
29/05/2023	E		RAS									
29/05/2023	J 3216		RAS									
29/05/2023	J		RAS									
29/05/2023	E		RAS									
29/05/2023	émergence P31		RAS									
29/05/2023	émergence P		RAS									
29/05/2023 KEB	J		RAS									
29/05/2023 KEB	P235		RAS									
29/05/2023 KEB	IACM P235		RAS									
29/05/2023 KEB	J966		RAS									
29/05/2023 KEB	P320		RAS									
29/05/2023	IACM P320		RAS									
29/05/2023	E		RAS									
29/05/2023	J858		RAS									
29/05/2023	E		RAS									
29/05/2023	IACM P321		RAS									
29/05/2023	P321		RAS									
29/05/2023	E266		RAS									
29/05/2023	J722		RAS									

29/05/2023 KEB	J3208		RAS								
29/05/2023 KEB	J852		RAS								
29/05/2023 KEB	E		RAS								
29/05/2023 KEB	E244		RAS								
29/05/2023 KEB	J		RAS								
29/05/2023 KEB	IAT J		RAS								
29/05/2023 KEB	J967		RAS								
30/05/2023 ABF	E 438	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	émergence P511	LYCE 200/800 O/MAREF	RAS								
30/05/2023	E P511	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P511	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	E	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	J 850	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	E 278	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P 204	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	IACM P204	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P478	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P345	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	émergence P345	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P112	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	P106	O/MAREF	RAS								
30/05/2023	IACM P106	O/MAREF	RAS								
30/05/2023 ABF	E 136	O/MAREF	RAS								

25/05/2023 TABLAT	P261	TABLAT	RAS								
25/05/2023 TABLAT	P183	TABLAT	RAS								
25/05/2023 TABLAT	P26	TABLAT	RAS								
25/05/2023 TABLAT	P262	TABLAT	RAS								
25/05/2023 TABLAT	P248	TABLAT	RAS								
25/05/2023 TABLAT	P140	TABLAT	RAS								