

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الآلية والكهروتقني
Département D'Automatique & Electrotechnique



Mémoire de Master

Filière: Automatique

Spécialité :

Automatique et systèmes

présenté par :

BOUMEDJADJI Chafika

&

ROUABHIA Fella

Télécommande d'un poste HTA(MT)/BT par wifi

Proposé par :Mr RAHMANI.M & Mr BRADAI.R

Année Universitaire :2020-2021

Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remerciant Allah qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes. Nous souhaitons ici les en remercier.

Nous tenons d'abord à remercier notre promoteur Mr. Bradai.R , de nous avoir suivies tout au long de notre travail Les conseils qui nous a prodigué, la patience, la confiance qui nous a témoigné un grand merci pour lui.

Nous exprimons notre gratitude et tout notre respect à notre Co-promoteur Mr Rahmani.M qui nous a permis de bénéficier de son encadrement.

Nos remerciements s'étendent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous n'oublions pas dans nos remerciements tous les membres des personelles de 'entreprise SONELGAZ ,Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici notre sincère reconnaissance.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de plusieurs années d'étude à ma plus belle certitude la plus gentille maman du monde qui est toujours disponible pour moi et que j'aime trop et à mon chéri papa, celui qui s'est sacrifié pour me voir réussir qu'allah les gardent pour moi.

A mes très chères sœurs Loubna, Hind, Sabrina, Ihsene.

A mes chers frères Ilyes et Anis.

Ainsi à mes amies proches Yasmine et Maroua.

A mon binôme Fella, à toute sa famille, à mes chères amies et à mes proches.

Chafika

Dédicaces

Louanges à Allah qui m'a doté de force, de patience, de courage et de persévérance durant tout le long de mon cursus universitaire et qui m'a gratifié de la maman la plus merveilleuse qui soit, qui a toujours fait passer la vie et le bonheur de ses enfants avant le sien. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour et ma considération pour tous les sacrifices que tu as consentis pour mon instruction et mon bien-être.

A mon père

Pour le soutien, les conseils et les encouragements qu'il m'a apportés, d'avoir instillé en moi l'importance du savoir depuis ma tendre enfance, pour le témoignage quotidien de son courage, qui m'a porté à ne jamais baisser les bras.

A Mes chères sœurs Iméne, Lamiaa, Hadjer, aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.

A Mes tantes, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A toutes mes amies sans exceptions.

A mon binôme Chafika, à toute sa famille

Fella

ملخص:

تم تخصيص هذا العمل لتطوير نظام لمساعدة نظام SCADA الموجود بالفعل على محطات توزيع / SONELGAZ MV / LV. في الواقع ، سيتم دمج نظامنا لإكمال مراقبة المحطات غير الخاضعة لـ SCADA. من ناحية ، و تحديد الأعطال عن بُعد وتحميل محطة قريبة بواسطة WIFI من ناحية أخرى. كما يضمن النظام المقترح حماية الأفراد المتدخلين في الاستغلال.

سيتم دمج عملنا بشكل مشترك على الهاتف و ARDUINO .

كلمات المفاتيح ، الهاتف، ، ARDUINO ; WIFI ; SONELGAZ ; MT/BT ; SCADA

Résumé : Ce travail est consacré a l'élaboration d'un système permettant de venir aide au système SCADA déjà en place sur les postes de distribution MT/BT de SONELGAZ. En effet, notre système sera intégré pour compléter la surveillance des postes non soumis au SCADA d'une part, et définir les défauts a distance et faire le délestage d'un poste à proximité par WIFI d'autre part. Aussi le système proposé assure la protection du personnel intervenant dans l'exploitation.

Notre travail sera intégré conjointement sur telephone et ARDUINO.

Mots clés : SCADA ; MT/BT ; SONELGAZ ; WIFI ; ARDUINO, téléphone

Abstract : This work is devoted to the development of a system to help the SCADA system already in place on SONELGAZ MV / LV distribution stations. Indeed, our system will be integrated to complete the monitoring of stations not subject to SCADA. on the one hand, and define the faults remotely and load shedding of a nearby station by WIFI on the other hand. Also the proposed system ensures the protection of the personnel intervening in the exploitation.

Our work will be integrated jointly on telephone and ARDUINO.

Keywords: SCADA; SONELGAZ; MV/LV; WIFI;telephone;ARDUINO.

Liste des acronymes et abréviations

BT :Basse Tension

GPRS: General Packet Radio Service.

GSM : Groupe Spécial Mobile.

HMI : Homme Machine Interface.

HSE : Hygiène, Sécurité, Environnement.

HT : Haute Tension.

HTA : Haute Tension < 50 kV .

HTB : Haute Tension > 50 kv.

KVA : kilovoltampère.

MT :Moyenne Tension.

MVA : Méga Voltampère.

PC : Poste de Commandement.

RDC : La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre.

RTC : Réseau téléphonique commuté.

SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition.

SONELGAZ : Société nationale de l'électricité et du gaz.

THT : Très Haute Tension.

Tables des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I :	
I.1 Introduction.....	4
I.2. Présentation du l'entreprise (SONELGAZ).....	4
I.3. Présentation de l'entreprise d'accueil.....	5
I.3.1. Missions et objectifs	5
I.4. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre RDC	5
I.5. L'organigramme de La direction de la société de distribution de Blida	6
I.6. Les réseaux électriques.....	8
I.6.1. Définition.....	8
I.6.2. Les différents réseaux électriques.....	8
I.6.2.1. Le réseau de transport et d'interconnexion THT.....	8
I .6.2.2. Réseau de répartition HT.....	9
I.7. Réseau de distribution.....	9
I.7.1. Réseau de distribution moyenne tension MT (ou HTA).....	10
I.7.2. Réseau de distribution à basse tension BT.....	10
I.8. Fonctionnement du réseau électrique.....	11
I.9. Conclusion	13
Chapitre II :	
II.1. Introduction.....	15
II.2. Définition du système SCADA.....	16
II.3. Historique d'un systèmes SCADA.....	16
II.4. Le système Micro SCADA (Blida).....	17
II.5. Télécommunication avec le poste de conduite	17
II.6. Les postes électriques.....	18
II.6.1. postes de transformation.....	18

Tables des matières

II.6.2. Postes HTB/HTA (postes sources)	19
II.6.3. Postes de distribution HTA/BT.....	20
II.6.3.1. Fonction des postes HTA/BT	21
II.6.3.2. Types de postes HTA/BT.....	22
II.6.4. Postes de type urbain raccordés en souterrain	24
II.6.5. Equipements des postes électriques.....	25
II.7. Fonctionnalités des postes sur réseaux HTA	29
II.8. Besoins et contraintes	29
II.8.1. Qualité de l'énergie électrique	30
II.8.2. Normes et réglementation	31
II.9. Différents types de postes HTA/BT.....	32
II.9.1. Réseaux de distribution publique.....	32
II.9.1.1. Poste de structure.....	32
II.9.1.2 Postes HTA/BT.....	34
II.9.2.3. Réseaux privés.....	36
II.10. Conclusion.....	36
Chapitre III :	
III.1. Introduction	39
III.2. Choix de l'application MIT INVERTOR	39
III.3. Protocole du travail	40
III.3.1. Création de l'application	40
III.3.2. Partie réalisation	44
III.3.2.1. ARDUINO WIFI ESP 8266.....	44
III.3.2.2. La plaque d'essai.....	46

Tables des matières

III.3.2.3. Module Relais 4 Canaux 5V pour Arduino NO OU NC	46
III.3.2.4. Les leds	47
III.3.3. Description du circuit réalisé.....	48
III.3.4. Explication du câblage.....	49
III.3.5. Schéma de câblage.....	49
III.3.6. Le programme.....	50
III.4. conclusion.....	54
Conclusion générale.....	55
Références	56

Liste des figures

Figure I.1 : Organigramme de La direction de la société de distribution de Blida.....	(6)
Figure I.2 : La direction de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre (RDC).....	(7)
Figure I.3 : <i>Schéma de description de réseaux électriques</i>	(11)
Figure I.4 :Le schéma illustré d'un réseau électrique montrant que l'électricité produite, transportée et distribué à des niveaux de tensions différentes.....	(12)
Figure II.1 : Architecture d'un système SCADA.....	(16)
Figure II.2 : Le cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT.....	(19)
Figure II. 3 : Schéma d'un poste HTB/HTA.....	(20)
Figure II.4 : Poste de distribution HTA/BT.....	(21)
Figure II. 5:Poste HTA/BT (DP).....	(22)
Figure II .6 :Poste sur poteau ditH61.....	(23)
Figure II.7 :Types de poste HTA/BT.....	(24)
FigureII.8 :Poste HTA/BT de type urbain raccordé en souterrain.....	(25)
Figure II .9 :Des parts au niveau de poste source SIDI KBIR.....	(26)
Figure II. 10 : Disjoncteur HTA (30 kV).....	(26)
Figure II.11 :Parafoudre à moyenne tension.....	(27)
Figure II.12 : schéma de postes d'éloignement.....	(32)
Figure II.13. partie 1 :.....	(33)
Figure II.14. partie 2 :.....	(33)
FigureII .15. schéma Postes HTA/BT sur réseaux aériens.....	(34)
Figure II.16.shéma d'un Poste HTA/BT sur réseaux souterrains	(35)
Figure II.17.shéma d'un Poste en coupure d'artère	(35)
Figure III.1 :Logo de l'application.....	(40)
Figure III.2 :Photo présentant l'accès au site lors de la création de l'application.....	(40)
Figure III.3 : Interface présentant le suivis des étapes de la création de l'application.....	(41)
Figure III.4 :interface présentant la nomination de notre projet.....	(41)
Figure III.5 :Interface présentant l'accès à la page designer.....	(42)
Figure III.6 : <i>Interface présentant le choix des adresses pour les boutons</i>	(43)
Figure III.7 :interface représentant l'application.....	(44)

Figure III.8 : Le module NodeMCU Lolin ESP8266.....	(45)
Figure III.9 : Plaque D'essais 400PTS.....	(46)
Figure III.10. Module relais 4 canaux.....	(47)
Figure III.11 :Des leds.....	(48)
Figure III.12 : Schéma réelle du circuit électronique.....	(48)
Figure III.13.Communication entre le programme et le circuit.....	(49)
FigureIII.14 : schéma du Câblage de réalisation.....	(50)
FigureIII.15 : Interface 1 du programme ARDOUINO de notre simulation.	(51)
FigureIII.16 : Interface 2 du programme ARDOUINO de notre simulation.....	(52)
FigureIII.17 : Interface 3 du programme ARDOUINO de notre simulation.....	(53)
FigureIII.18 :Communication entre application et câblage.....	(54)

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : les principaux effets et les remèdes correspondants aux phénomènes haute fréquence.....	(30)
Tableau II.2 : les principales normes de référence.....	(31)

Introduction générale

Dans un contexte de développement et de progression, le groupe industriel énergétique Algérien SONELGAZ est obligée d'automatiser de plus en plus les installations de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et de gaz afin d'améliorer la supervision des stations et des unités entrant dans ce contexte.

Cette automatisation renferme la supervision qui présente la notion du dialogue Homme Machine, qui permet de visualiser en temps réel l'évolution de l'état du bon fonctionnement d'un système automatisé ou d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celles des fonctions de conduite et de contrôle réalisées avec des interfaces. La supervision et le contrôle à distance de la distribution d'électricité est une solution idéale pour l'exploitation, afin de minimiser le nombre de défauts et réduire le temps de maintenance et de déplacement. il devenait de plus en plus nécessaire d'augmenter l'investissement de l'entreprise sur le réseau électrique et de réfléchir à des solutions adéquates en termes de planifications et de modernisation de l'exploitation de ce réseau. Parmi les solutions importantes, on cite la surveillance et le contrôle du réseau de distribution ; une solution très efficace qui assure la surveillance de ce dernier par le système SCADA (supervisory control and data acquisition), le travail a été fait dans le but de montrer la faisabilité de télécommander une poste (MT/BT) électrique à travers un support de télécommunication WIFI et ARDWINO.

Le but du projet est d'assurer la continuité et la qualité de service tel que la supervision et le contrôle de réseau, et minimiser les incidents et les coupures électriques rendant ainsi la confiance et la satisfaction des clients de SONELGAZ.

L'ensemble de ce travail est réparti comme suit :

- Le premier chapitre permettra la familiarisation avec l'environnement du lieu de notre ainsi projet que la présentation des généralités sur les réseaux électriques.

Le second chapitre aura pour rôle la présentation des systèmes SCADA ,et les postes de transformation électrique qui représente l'élément principale d'un réseau électrique.

- Le troisième chapitre est le dernier est consacré aux étapes de conception, de programmation et de la supervision du système de contrôle réalisé par la commande ARDWINO.

CHAPITRE I

Structure de réseaux HT et leurs éléments existants

I.1.Introduction :

L'être humain dépend aujourd'hui de l'électricité pour ces besoins quotidiens, dans tous les domaines. Il est donc nécessaire de produire l'électricité de manière efficace et continue. Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu construire des centrales électriques capables de produire de l'électricité en grande quantité. Une fois le courant produit, il doit être amené jusqu' au consommateur. En Algérie, ce service est assuré par la SONELGAZ qui est une société nationalisée à cet effet.

I.2. Présentation du l'entreprise SONELGAZ :

De l'époque EGA (Electricité et Gaz d'Algérie), fournisseur historique d'électricité et de gaz, à l'émergence d'un Groupe énergétique de premier plan au niveau national, reconnu et notoire à l'échelle du continent africain et du bassin méditerranéen, Sonelgaz (Société Algérienne de l'Electricité et du Gaz) a écrit durant cinquante années l'une des plus belles pages du développement économique et social de l'Algérie.

Grâce à son parcours et ses réalisations, à ses hommes et ses femmes et aux valeurs qui les animent, génération après génération, Sonelgaz a mené sans relâche et avec abnégation sa noble mission de service public.

« Joyau de la République », pour paraphraser un ancien ministre, le Groupe Sonelgaz est au cœur du développement économique et social du pays.

Présente partout sur le territoire national, jusque dans les zones les plus éloignées, en assurant un taux de pénétration d'électricité de plus de 99 %, un taux de pénétration de gaz de plus de 60 %, taux les plus élevés au monde, Sonelgaz a contribué à améliorer la qualité de vie des familles algériennes leur permettant d'entrer résolument dans le monde moderne.

Sensible à son environnement, consciente de sa dimension sociale, Sonelgaz a de tout temps adopté une attitude de proximité et une démarche citoyenne ; elle a soutenu massivement les initiatives, encourageant les talents et valorisant l'esprit associatif par le mécénat et le sponsoring.[1]

I.3. Présentation de l'entreprise d'accueil :

La société de distribution de l'Electricité et du Gaz de centre RDC ,est une société par actions, filiale du groupe SONEGAS, elle a été créée en Janvier 2006, elle dispose d'un réseau d'électricité d'une longueur très important et un réseau de gaz aussi important, soit :

- 28 542 Km en HTA.
- 31 115 Km en BT.

I.3.1. Missions et objectifs :

L'entreprise a pour missions principales :

- L'exploitation et la maintenance du réseau de distribution de l'électricité et du gaz.
- Le développement des réseaux électricité et gaz permettant le raccordement des nouveaux clients.
- La commercialisation de l'électricité et du Gaz De Centre <<RDC>>, met en œuvre un programme d'investissement dans un double objectif :
 - Celui de développer ses réseaux et de répondre à la demande.
 - Celui de la modernisation de son exploitation et de sa gestion.[2]

I.4. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre

abreviation:

Créée en Janvier 2018(changement d'organigramme), elle dispose d'un réseau électricité d'une longueur très important, en moyenne et Basse Tension (HTA/BT), et d'un réseau gaz d'aussi important. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre (RDC) a pour mission :

L'exploitation et la maintenance du réseau de distribution de l'électricité et du gaz.

- Le développement des réseaux électricité et gaz permettant le raccordement des Nouveaux clients. La commercialisation de l'électricité et du gaz, dans les meilleures conditions de Sécurité, de qualité de service au moindre coût.*La Société de Distribution de l'électricité et du Gaz De Centre «RDC », met en œuvre un programme d'investissement dans un double objectif :
 - Celui de développer ses réseaux et de répondre à la demande.

CHAPITRE I :Structure de réseaux HT et leurs éléments existants

- Celui de la modernisation de son exploitation et de sa gestion.

Dans ce cadre, le bureau de conduite centralisée (SCADA) constitue un projet structurant pour l'amélioration de la conduite des réseaux et de l'amélioration de la qualité de service [3].

I.5. L'organigramme de la direction de la société de distribution de Blida :

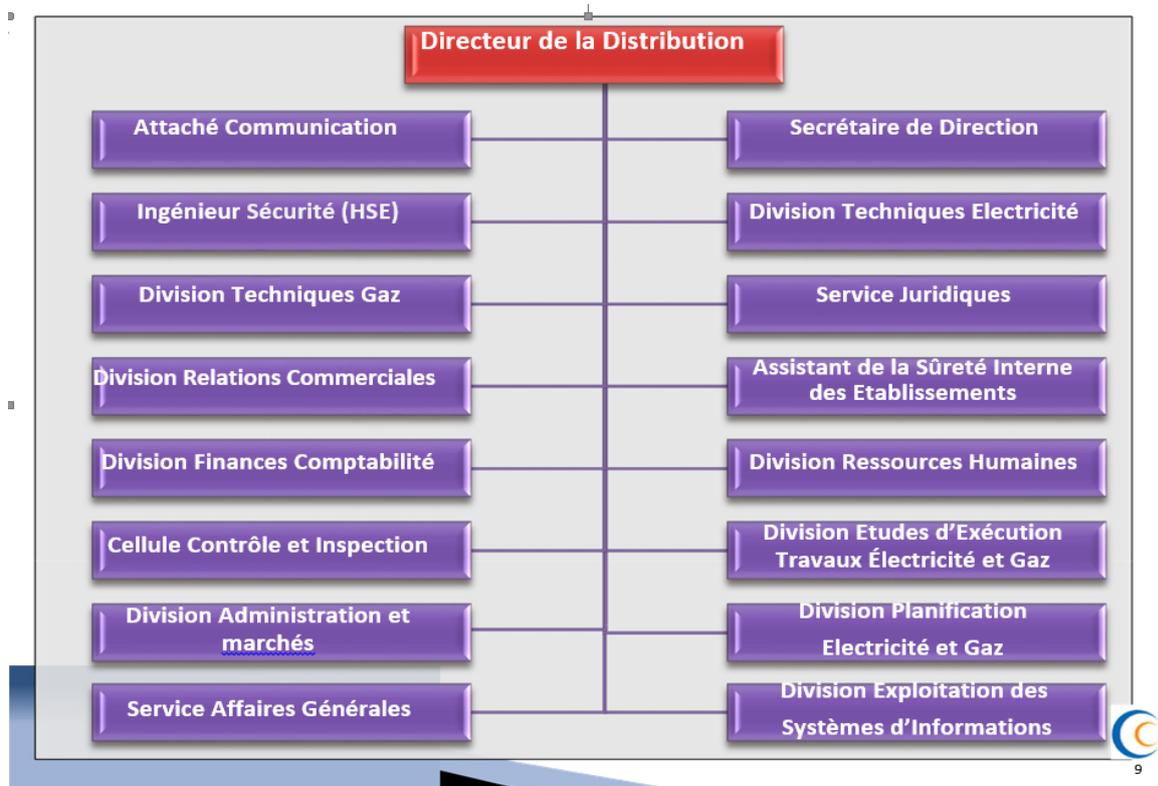


Figure I.1 :Organigramme de la direction de la société de distribution de Blida.

- ❖ La direction de la société de distribution de Blida contient plusieurs divisions lesquelles se complètent entre eux se compose de :
 - **Le directeur** : c'est le premier responsable pour gérer l'entreprise économique et Financial, et prend tous les décisions administratives.
 - **Secrétariat** : c'est l'intermédiaire entre le directeur et le personnel et aussi les clients. Il s'occupe de la réception des plaintes des clients et les transmettre au

CHAPITRE I :Structure de réseaux HT et leurs éléments existants

directeur.

- **Attaché juridique** : son rôle axé sur la défense les intérêts de l'entreprise de manière le recours à la justice s'il y a des plaintes contre elle ou bien a déposé une plainte contre les clients par Ex : vol d'électricité et le gaz.
- **L'ingénieur de sécurité** : effectue une étude de l'environnement de travail afin de bien équiper le personnel pour assurer sa sécurité.
- **Division ressource humain** : cette section est d'une grande importance en raison de sa relation avec les autres divisions mais aussi avec la clientèle.
- **Division technique électrique** : cette section étudie le réseau électrique afin d'améliorer la qualité des services et de la maintenance.
- **Division études et exécution des travaux** : faire l'étude des demandes des clients et d'exécution (réalisation le raccordement l'électricité et le gaz).
- **Division relation commercial** : cette section d'une grande importance en raison de sa relation avec les autres divisions et aussi il possède des tâches techniques et gestionnaires.[4]



Figure I.2. La direction de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre (RDC).

I.6. Les réseaux électriques :

I.6.1. Définition :

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Il est constitué des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

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

I.6.2. Les différents réseaux électriques :

Le réseau électrique est structuré en plusieurs niveaux, Il ne suffit pas de produire le courant électrique dans les centrales, il faut aussi l'amener en différentes tension et puissance jusqu'à l'utilisateur final.

I.6.2.1. Le réseau de transport et d'interconnexion THT :

Les réseaux de transport et d'interconnexion ont principalement pour mission :

- De collecter l'électricité produite par les centrales importantes et de l'acheminer par grand flux vers les zones de consommation (fonction transport).
- Gérer la répartition de l'offre en orientant la production en fonction de la répartition géographique et temporelle de la demande (fonction d'interconnexion nationale).
- Gérer des flux d'énergie entre les pays en fonction d'échanges programmés ou à titre de secours (fonction interconnexion d'internationale)

CHAPITRE I :Structure de réseaux HT et leurs éléments existants

Parmi les caractéristiques de ce réseau :

- La tension est 150 kV, 225 kV et dernièrement 400 kV.
- Neutre directement mis à la terre.
- Des pylônes souvent métalliques, les hauteurs de 10 à 90 m, distants de quelques centaines de mètres.

I .6.2.2. Réseau de répartition HT :

Les réseaux de répartition ou réseaux Haute Tension, ont pour rôle de répartir l'énergie issue du réseau de transport au niveau régional. Leur tension est supérieure à 63 kV.

Ces réseaux sont constitués par des lignes aériennes en grande part, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de Kilomètres.

Ces réseaux alimentent d'une part les réseaux de distribution à travers des postes de transformation HT/MT et d'autre part, les utilisateurs industriels dont la taille nécessite un raccordement à cette tension (supérieure à 60 MVA).

- La tension est 63 kV ou 90 kV.
- Neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre,
 - o Limitation courant neutre à 1500 A pour le 90 kV.
 - o Limitation courant neutre à 1000 A pour le 63 kV.[5]

I.6.2.3. Réseau de distribution :

Les réseaux de distribution sont alimentés à partir des réseaux de répartition. Ils commencent à partir des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension (inférieures à 63 kV) jusqu'aux postes de répartition HTA/HTA.

Le poste de transformation HTA/BT constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique.

Il existe deux sous niveaux de tension :

I.7. Réseau de distribution moyenne tension MT (ou HTA) :

Les réseaux de distribution MT permettant l'acheminement de l'énergie électrique des réseaux de répartition aux points de moyenne consommation. Ces points de consommation sont :

- Soit du domaine public, avec accès aux postes de distribution publique HTA/BT.
- Soit du domaine privé, avec accès aux postes de livraison aux abonnés à moyenne consommation, tels que les hôpitaux, les bâtiments administratifs, les petites industries...etc.

➤ **Les spécificités de ce réseau :**

- HTA (ou MT) : 30 et 10 kV le plus répandu.
- Neutre à la terre par une résistance.
- Limitation à 300 A pour les réseaux aériens.
- Limitation à 1000 A pour les réseaux souterrains.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.
- Supports ou poteaux en béton ou en bois, des hauteurs de 10 à 14 m et distants d'une centaine de mètres.

I.7.1. Réseau de distribution à basse tension BT :

C'est le réseau qui nous est en principe familier puisqu'il s'agit de la tension 220/380 V en Algérie. Nous le rencontrons dans nos maisons via la chaîne : compteur, disjoncteur, fusibles (micro disjoncteurs).

La finalité de ce réseau est d'acheminer l'électricité du réseau de distribution MT aux points de faible consommation dans le domaine public avec l'accès aux abonnés BT.[6]

Il représente le dernier niveau dans une structure électrique illustré en Figure (1.3) .

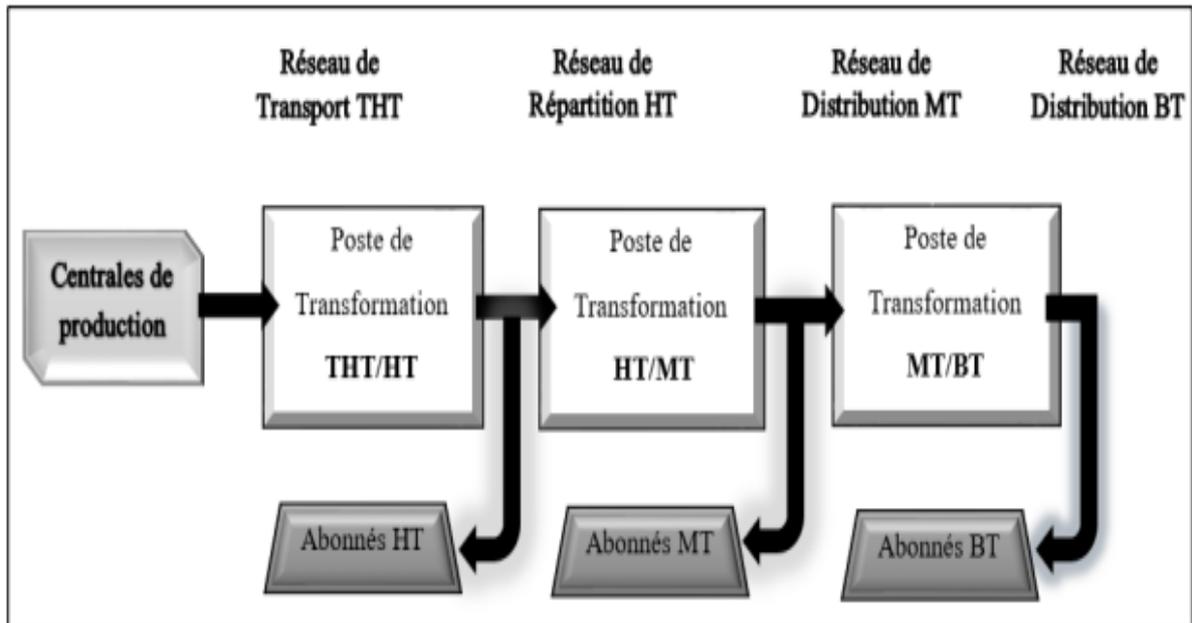


Figure I.3 :Schéma de description de réseaux électriques.

I.8. Fonctionnement du réseau électrique :

Les réseaux électriques ont pour fonction d'interconnecter les centres de production tels que les centrales hydrauliques , thermiques, nucléaire, éoliennes...,avec les centres de consommation(villes, usines...).

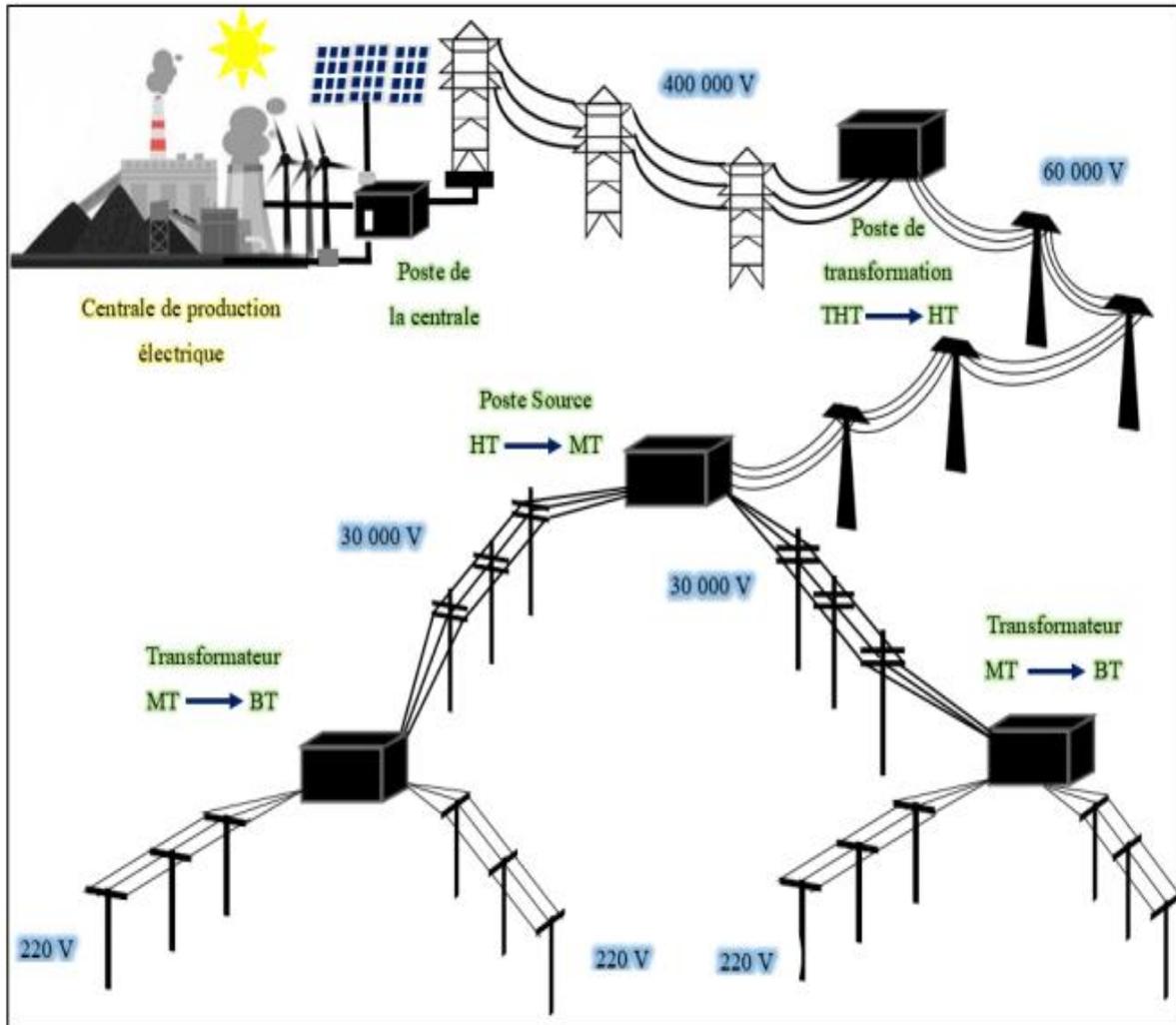


Figure I.4 : Le schéma illustré d'un réseau électrique montrant que l'électricité produite, transportée et distribuée à des niveaux de tensions différentes.

- L'énergie électrique est transportée sur de longues distances dans des lignes électriques (conducteurs de phase, câble de garde, pylônes, isolateurs...) à très haute tension (THT ou HTB), elle est transformée en électricité à la haute tension (HT), elle est ensuite transformée à la tension (MT ou HTA) pour pouvoir être acheminée par le réseau de distribution. Cette transformation intervient dans les postes sources.
- Une fois sur le réseau de distribution, l'électricité haute tension HTA alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants, artisans...), elle est convertie en basse tension (BT) par des postes de transformation avant d'être livrée.

CHAPITRE I :Structure de réseaux HT et leurs éléments existants

- Au final, la qualité de l'alimentation en électricité des utilisateurs du réseau est donc le résultat de la qualité de tout ce parcours.[7]

I.9. Conclusion :

Ce chapitre a été conçu pour familiariser l'environnement de travail en commençant par la présentation de l'entreprise d'accueil, en passant à la description du réseau électrique, leurs types qui sont constitué de différents niveaux de tension, et leurs architectures.

Dans le chapitre prochain nous allons présenter les différents postes électriques et expliqué leur rôle dans le raccordement, la distribution et la transformation de l'énergie électrique d'une haute tension en basse tension.

Chapitre II

Les postes HTA-BT

Chapitre II : les postes HTA-BT

II.1. Introduction

L'appareillage présent sur les réseaux de distribution est principalement destiné à permettre des modifications de schéma d'exploitation. Le besoin de modifier le schéma peut être lié à des situations d'incident, dans lesquelles on cherche à isoler un tronçon défectueux, à des opérations de maintenance, pour lesquelles on réorganise le réseau afin de maintenir l'alimentation de tous les clients, ou encore à une volonté d'optimisation de fonctionnement par répartition des charges.

L'appareillage est donc toujours situé à des points stratégiques du réseau, en fonction du schéma électrique et de la topologie.

C'est l'appareillage qui permet l'exploitation du réseau et, à ce titre, il doit répondre à un certain nombre de fonctions et de critères de sécurité et de disponibilité.

Les manœuvres sont peu fréquentes - quelques unes par an en moyenne - et les contraintes en service sont plus de type diélectriques et liées au vieillissement que liées à une grande endurance mécanique. Les appareillages de protection transformateur, sur les réseaux souterrains, ne manœuvrent quasiment jamais car le taux de défaillance des transformateurs est très faible et il n'y a pas de raison pour couper l'alimentation de la clientèle hors situation d'incident .

II.2. Définition du système SCADA :

SCADA est un acronyme qui signifie le contrôle et la supervision par acquisition de données (en anglais : Supervisory Control and Data Acquisition) permettant la centralisation des données, la présentation souvent semi-graphique sur des postes de « pilotage », le système SCADA collecte des données de divers appareils d'une quelconque installation, puis transmet ces données à un ordinateur central, que ce soit proche ou éloigné, qui alors contrôle et supervise l'installation, ce dernier est subordonné par d'autres postes d'opérateurs, l'allure générale d'un système SCADA est montrée sur la **figure ci-dessous** : [1]

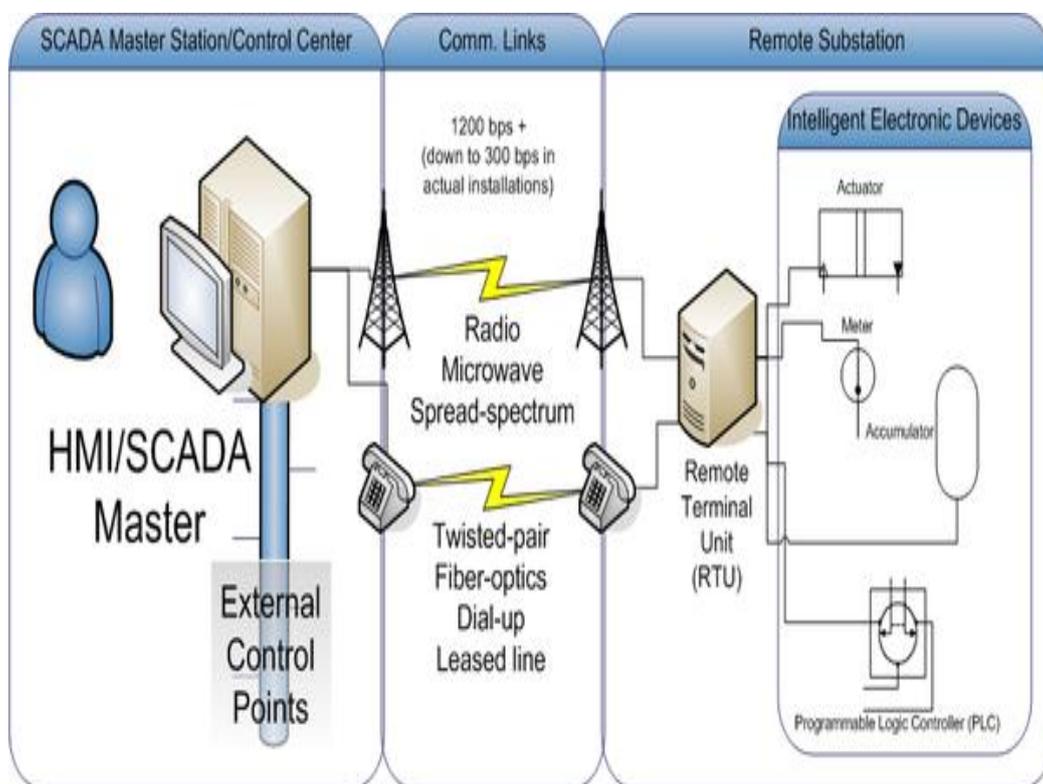


Figure II.1. Architecture d'un système SCADA.

II.3. Historique d'un systèmes SCADA :

Les premiers systèmes SCADA sont apparus dans les années 1960. Pour la première fois il devenait possible d'actionner une commande de terrain (une vanne par exemple) depuis un centre de contrôle à distance, plutôt que par une intervention manuelle sur site.

Chapitre II : les postes HTA-BT

Aujourd'hui, les dispositifs SCADA ont intégré de nombreuses avancées technologiques (réseaux, électronique, informatique...) et sont devenus omniprésents sur les installations à caractère industriel. De ce fait, leur fiabilité et leur protection sont également devenues des enjeux importants.[2]

II.4. Le système Micro SCADA (Blida) :

Le système micro SCADA est un système de télé conduite décentralise des réseaux électriques, qui permet de réduire les temps d'interruption et augmenter la qualité de l'énergie.

Pour cela il y a un matériel et toute une installation avec un mécanisme nécessaire qui permet de télécommandes à distance les interrupteurs de coupure du réseau, et cela à partir d'un pc de commande. Sans avoir à se déplacer, l'exploitant peut en permanence contrôler et intervenir sur le fonctionnement de son réseau suite à un défaut il est possible de changer rapidement le schéma d'exploitation du réseau afin de rendre minimale la partie de réseau non alimentée, et cela en consultant à distance les indicateurs de localisation de défaut Il gère tous les ouvrages importants de la zone d'exploitation ou il est implanté :

- Les postes HTB/HTA.
- Les postes HTA/BT.
- Les postes HTA/ HTA.
- Les interrupteurs aériens télécommandent (IAT/ IAT-CT) . [3]

II.5. Télécommunication avec le poste de conduite :

Le coffret de contrôle commande intégrant des fonctions de télécommunication par (RADIO, GSM/GPRS OU Modem externe, ligne téléphonique RTC) permet la télé conduite de l'interrupteur par un système SCADA.

II.6. Les postes électriques :

II.6.1. postes de transformation :

Un poste de transformation est un élément du réseau électrique servant à la transformation de la tension, il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission, ou de l'abaisser en vue de sa consommation par les utilisateurs (particuliers ou industriels). Les postes électriques se trouvent aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution. On parle généralement de sous-station.

Il existe plusieurs types de postes électriques :

a)-Postes de sortie de centrales :

Dont le but est de raccorder des centrales de production d'énergie électrique au réseau,

b)-Postes d'interconnexion :

Dont le but est d'interconnecter plusieurs lignes électriques HTB.

c)-Postes de distribution :

Dont le but est d'abaisser le niveau de tension pour distribuer l'énergie électrique aux clients résidentiels ou industriels.

On trouve en allant de l'amont vers l'aval :

- des postes THT/HTB.
- des réseaux HTB.
- des postes sources HTB/HTA.
- des réseaux HTA.
- des postes HTA/BT.
- des réseaux BT.
- des consommateurs BT.

Le schéma ci-dessous illustre le cheminement de l'énergie électrique depuis les centrales de production jusqu'aux clients BT.

Chapitre II : les postes HTA-BT

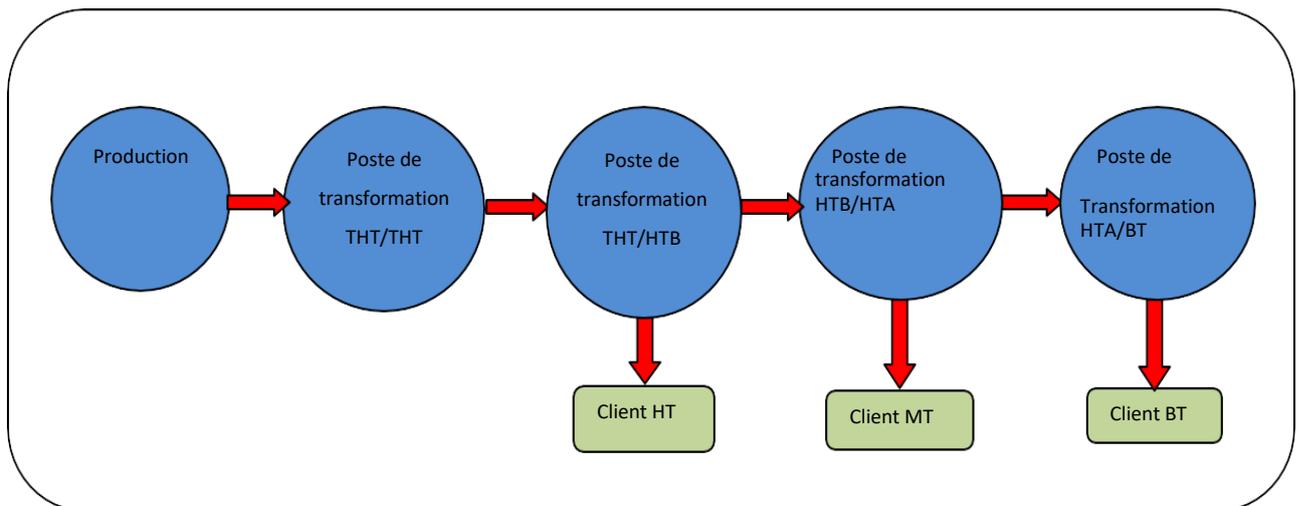


Figure.II.2 : Le cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT.

II.6.2. Postes HTB/HTA (postes sources) :

A la sortie des centrales, les postes de transformation augmentent la moyenne tension produite en très haute tension, pour assurer un transport économique d'énergie électrique.

La tension élevée utilisée pour le transport doit être abaissée dans d'autres postes de transformation HTB/HTA, situés près des grands centres de consommation, donc ces postes sont l'interface entre les réseaux de transport et les réseaux de distribution (Figure.II.3)

Les postes HTB/HTA doivent pouvoir débiter la puissance maximale appelée prévue, même dans le cas d'un simple incident dans les transformateurs. On admet que les transformateurs peuvent être surchargés de 120% pendant 15 min et de 150% pendant 3 min à une température ambiante de 40°C.

Les postes sources HTB/HTA sont constitués de différents équipements à savoir :

- une ou plusieurs travées de lignes HTA[3].
- un ou plusieurs transformateurs.
- des résistances ou des bobines destinées à la mise à la terre (HTA) du neutre de transformateur.
- Des condensateurs de compensation d'énergie réactive et des interrupteurs destinés à mettre en ou hors service les condensateurs.
- Eventuellement des bobines de limitation de courant de court-circuit.

Chapitre II : les postes HTA-BT

- Un ou plusieurs transformateurs HTA/BT servant à l'alimentation des services auxiliaires à courant alternatif [4].
- Une ou plusieurs sources de courant continu.
- Un équipement pour la téléconduite (capteurs + CCN + convertisseurs + radios + RTU).
- Des circuits BT de commande, de contrôle et de protection.

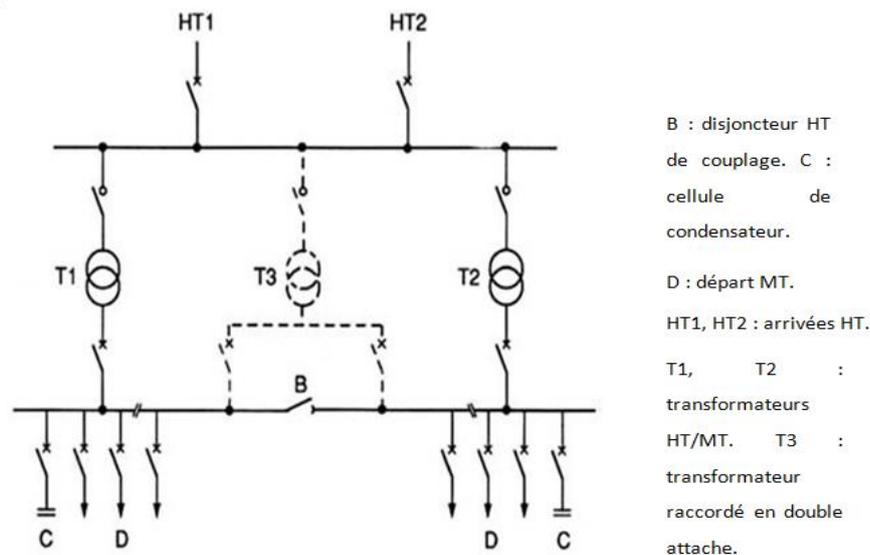


Figure II.3 . Schéma d'un poste HTB/HTA.

II.6.3. Postes de distribution HTA/BT

Les postes de distribution HTA/BT sont situés dans le voisinage des groupes d'abonnés BT, ils abaissent la tension à une valeur appropriée aux appareils domestiques et industriels, ces postes sont localisés entre le réseau de distribution HTA et le réseau de distribution BT, ils sont caractérisés par [4] :

- Les tensions d'entrées sont : 10 ou 30kV.
- Le réseau de Blida utilise 10kV et 30kV.
- Les tensions de sorties (utilisation) sont : 230/400V.
- Puissance : $S = 100, 150, 250, 400, 630\text{kVA}$.
- Mode d'alimentation :

Chapitre II : les postes HTA-BT

- Souterrain : coupure d'artère
- Aérien : dérivation.
- Une cellule de protection générale par disjoncteur HTA.
- Une cellule de comptage de l'énergie (tension et courant).
- Protection des transformateurs par fusible HTA.
- Tableau Général Basse Tension(TGBT).

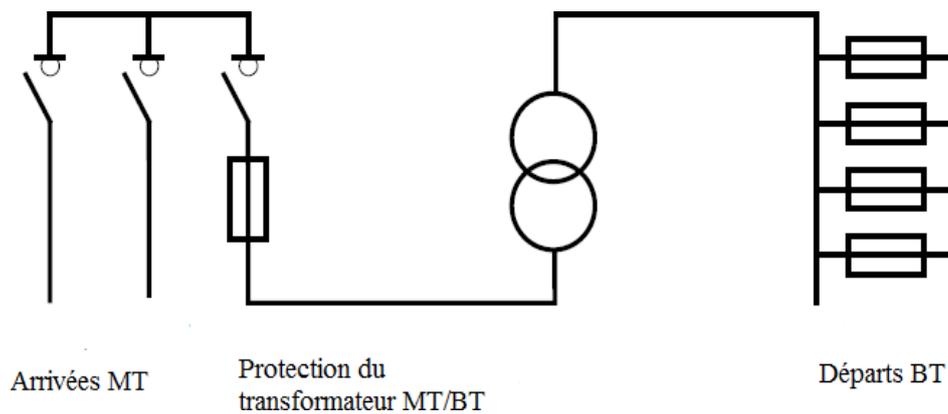


Figure II.4. Poste de distribution HTA/BT.

II.6.3.1. Fonction des postes HTA/BT :

On distingue trois types de poste HTA/BT :

a)-Poste de distribution public(DP)

Il est au service de plusieurs abonnés, l'énergie est délivrée en moyenne tension, il est placé soit dans un bâtiment, soit sur un support.



Figure II.5. Poste HTA/BT (DP).

b)-Poste de livraison ou d'abonné (L)

Il est au service d'un seul utilisateur, l'énergie est délivrée en moyenne tension, il est placé soit dans un bâtiment soit sur un support.

c)Poste mixte(DP/L)

Dans le même bâtiment (ou sur poteau on trouve une installation DP) et une installation pour un seul abonné.

II.6.3.2. Types de postes HTA/BT :

✓ Poste sur poteau ditH61

C'est le poste le plus simple, utilisé dans un réseau aérien. Apparue dans les années 50, son principe de conception est de considérer qu'il fait partie intégrante de la ligne (figure II.6). Sur le même poteau sont supportés l'arrivée HTA (du type à simple dérivation sans organe de coupure), un transformateur apparent et une sortie BT avec un disjoncteur BT en milieu de poteau (Figure II.7.a), ce disjoncteur a un rôle de protection contre les

Chapitre II : les postes HTA-BT

surintensités. Ce type de poste est simple et peu coûteux. Les puissances normalisées du transformateur sont : 63, 100 et 160 kVa[5].



Figure II.6. Poste sur poteau dit H61.

✓ **Poste bas simplifié saucepot**

Généralement préfabriqué, raccordé exclusivement sur des réseaux aériens HTA, ce type de poste (relativement simplifié et compact, 3 m² et 1,50 m de hauteur), permet de délivrer des puissances (160 ; 250 ; 400 kVa) supérieures à celles du H61, dans des conditions encore économiques (*Figure II.6.b*)

La liaison avec le réseau HTA s'effectue par descente aéro-souterraine en câble sec sans organe de coupure, le raccordement au transformateur étant réalisé par prise embrocha blé. L'énergie BT peut être répartie par un ensemble comportant un organe de coupure et jusqu'à quatre départs protégés par fusibles. Ce type de poste remplace les conceptions plus anciennes en maçonnerie traditionnelle (cabines basses), coûteuses et aujourd'hui abandonnées [5].

Chapitre II : les postes HTA-BT

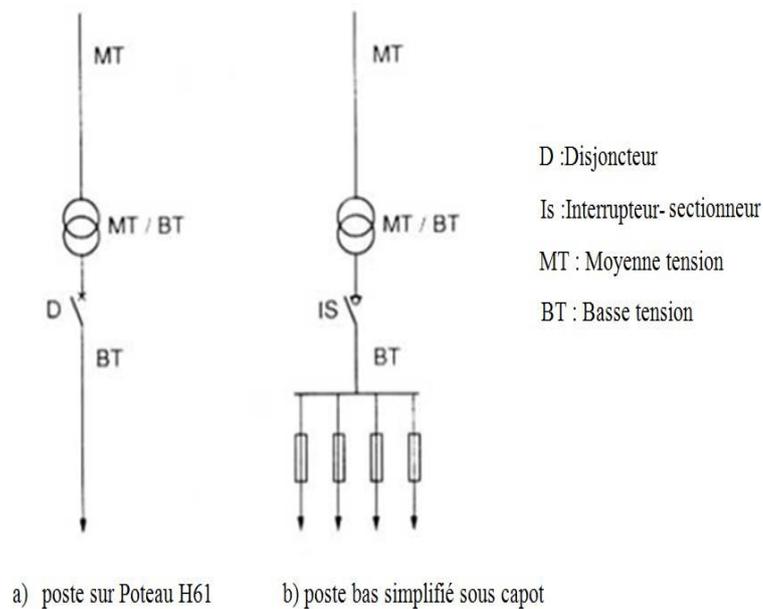


Figure II.7. Types de poste HTA/BT.

II.6.4. Postes de type urbain raccordés en souterrain :

Suivant les contraintes d'environnement rencontrées, diverses solutions sont utilisées pour l'enveloppe du poste : enterrée dans le domaine public, local en immeuble, cabine en maçonnerie traditionnelle ou préfabriquée manœuvrable soit de l'extérieur, soit de l'intérieur.

Du fait des structures de réseau HTA en coupure d'artère ou en double dérivation, ils comportent un appareillage HTA composé en général de deux arrivées MT (MT_1 , MT_2) avec cellules interrupteurs en technique protégée, et une cellule de protection du transformateur avec fusible et éventuellement un interrupteur (Figure II.8.) Le poste est prévu en général pour un seul transformateur, mais dans certains cas, il peut y en avoir plusieurs pour faire face à des charges ponctuelles importantes. Les puissances normalisées de transformateur sont : 250, 400, 630 et 1 000 kVA[5].

En basse tension, la répartition de l'énergie se fait par l'intermédiaire d'un tableau BT comportant, en aval d'un disjoncteur ou d'un interrupteur, quatre ou huit départs protégés par fusibles. Les transformateurs installés dans ces différents postes sont équipés de trois

Chapitre II : les postes HTA-BT

prises de réglage de la tension BT à vide (0 %, $\pm 2,5$ %).

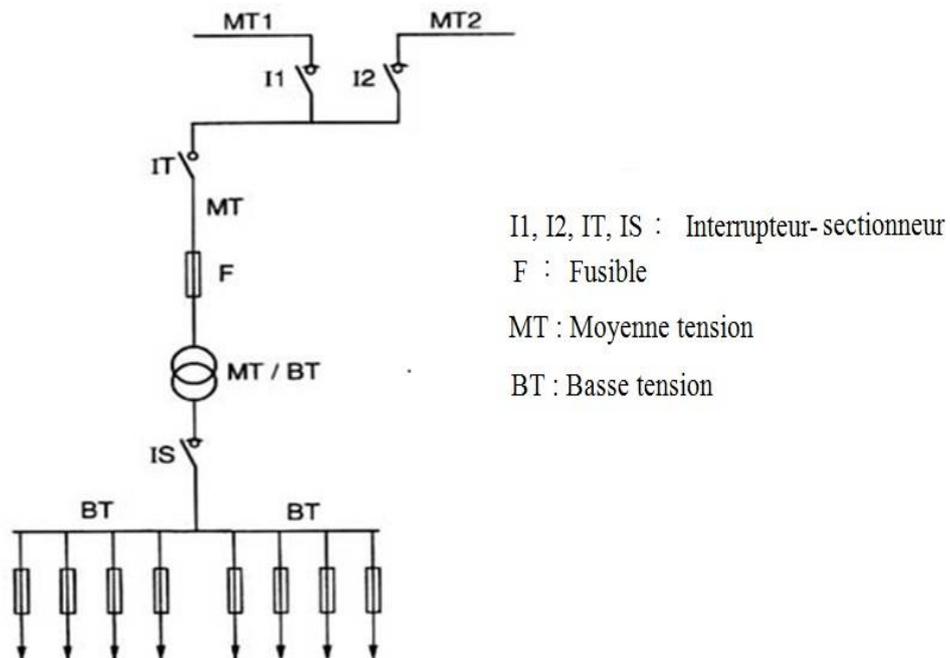


Figure II.8. Poste HTA/BT de type urbain raccordé en souterrain.

II.6.5. Equipements des postes électriques :

- **Départ** : c'est un ensemble d'appareils de connexion reliant électriquement une ligne, un câble ou un transformateur aux jeux de barres[6].

Chapitre II : les postes HTA-BT

ou des réseaux pour entretien, visite, réparation. Il comporte souvent un dispositif de mise à la terre de la ligne à isoler.

- **Interrupteur** : c'est un appareil destiné à ouvrir ou à fermer un circuit électrique plus perfectionné que le sectionneur. Il possède un certain pouvoir de coupure, en général il peut couper sous tension nominale un courant d'une intensité nominale. Certains interrupteurs sont susceptibles de remplir également des fonctions de sectionnement (interrupteur-sectionneur).
- **Parafoudre** : Le parafoudre est installé sur les pylônes d'arrivées ligne. Son rôle est de limiter les surtensions en écouant à la terre le courant defoudre.



Figure II.11. Parafoudre à moyenne tension.

- **Eclateur** : c'est le plus simple dispositif de protection et le moins coûteux et le plus ancien des moyens de protection, il est constitué essentiellement de deux électrodes séparées par un intervalle d'air, l'une reliée au conducteur ou à l'appareil à protéger et l'autre reliée à la terre.
- **Fusible HTA** : Il doit satisfaire aux conditions :
 $1.4 I_t < I_n < I_c / 6$ Avec :
 I_n : courant nominal du fusible.

Chapitre II : les postes HTA-BT

I_t : courant nominal au primaire du transformateur.

I_c : courant primaire du transformateur pour un court-circuit aux bornes de l'enroulement secondaire [7].

- **Transformateurs de puissance** : Ils sont en général à refroidissement naturel, comportant des enroulements en cuivre, le diélectrique utilisé est l'huile (immérgé), ils sont munis sur l'enroulement primaire de prises de réglage permettant une variation de 2,5% ou 5% du rapport de transformateur (le commutateur doit être manœuvré à vide) [7].
- **Jeu de barre** : sont des éléments importants pour l'exploitation d'un réseau. Ce sont les points où se réalisent une concentration d'énergie électrique et l'organisation de l'écoulement de puissance vers diverses lignes.
- **Tableau basse tension** : Les tableaux BT des postes HTA/BT de distribution publique sont destinés à répartir la charge du transformateur suivant un certain nombre de départs BT, ils permettent d'assurer la coupure générale BT, ou de couper et d'isoler individuellement chacun des départs du transformateur.
- **Le tableau HTA** : il est divisé en parties élémentaires appelées unités fonctionnelles. Les principales unités fonctionnelles sont:
 - L'unité fonctionnelle d'arrivée qui assure la liaison entre le transformateur HTB/HTA et le jeu de barre du tableau.
 - L'unité fonctionnelle du départ assurant la liaison entre le jeu de barre du tableau et le réseau de distribution aérien, souterrain ou mixte.
 - L'unité fonctionnelle condensateur assure la liaison entre le jeu de barre du tableau et une batterie de condensateurs.
 - L'unité fonctionnelle tronçonnement de barres et l'unité fonctionnelle pont de barres permettent de relier deux tronçons de jeu de barres
 - L'unité fonctionnelle transformateur de tension permet de disposer des réducteurs de tension sur le jeu de barre HTA.

II.7. Fonctionnalités des postes sur réseaux HTA :

On trouve sur les réseaux de distribution publique ou privée divers postes moyenne tension. Chacun joue un rôle différent en fonction du type de réseau et de son positionnement sur celui-ci. Le poste MT/BT s'adapte à tous les modes d'exploitation et doit pour cela remplir les fonctions suivantes :

- Distribuer une puissance et protéger les départs en BT .
- Isoler le poste du réseau en cas de défaut.
- Gérer le réseau MT en cas de défaut.
- Gérer le réseau MT et le poste par téléconduite Nous pouvons donc classer les postes par rapport aux réseaux sur lesquels ils sont utilisés ainsi que par les fonctions qu'ils remplissent.2.[9]

II.8. Besoins et contraintes :

La réalisation d'un poste HTA/BT implique la connaissance préalable :

- Des besoins à satisfaire (puissance, disponibilité de l'installation, maintenabilité, exploitation,...) ;
- Des normes de référence et des textes réglementaires (niveau de tension, qualité de la fourniture, puissance de court-circuit,...) ;
- Des besoins spécifiques liés aux utilisations (variations de tension tolérées, compensation de l'énergie réactive, immunité des récepteurs aux perturbations, réglementation liée à la sécurité des installations,...) ;
- Des contraintes d'installation et d'environnement.[9]

Chapitre II : les postes HTA-BT

II.8.1. QUALITÉ DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE :

Les réseaux de distribution publique ou privée sont sources de perturbation de caractère continu ou simplement transitoire. Les plus importantes en termes de conception ou d'exploitation de réseau sont :

- Les creux de tension ou ses variations brusques;
- Les surtensions ;
- Les harmoniques, en particulier de rang impair (3, 5,..)
- Les phénomènes haute fréquence ; Le tableau ci-après précise pour chacune d'elles les principaux effets et les remèdes correspondants.[10]

PERTURBATIONS	EFFETS NÉFASTES	REMÈDES
Creux de tension	<ul style="list-style-type: none"> ■ Appel de courant risque de déclenchement ■ Rupture de process ■ Destruction informatique 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Délestage et relestage automatiques ■ Onduleur ■ Onduleur
Surtensions	<ul style="list-style-type: none"> ■ Foudre et surtensions de manoeuvre 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tests de conformité normalisées à fréquence industrielle et/ou de choc (Uimp) ■ Règles de coordination d'isolement (CEI 947)
Courants et tensions harmoniques	<ul style="list-style-type: none"> ■ Échauffement des moteurs ■ Phénomène de résonance 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Surdimensionnement des composants (conducteurs d'alimentation, générateurs,...) ■ Transfo d'isolement
Perturbations Haute fréquence	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rebondissement des contacteurs ■ Rayonnement (émetteur radio) ■ Décharges électrostatiques 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Appareils conformes aux directives européennes ■ Utilisation de filtres haute fréquence ■ Mise à la terre des extrémités des charpentes métalliques et maillage des liaisons équipotentielles ■ Utilisation de fibres optiques sur grandes longueurs

Tableau II.1[10] : Les principaux effets et les remèdes correspondant aux phénomènes haute fréquence

Chapitre II : les postes HTA-BT

II.8.2. NORMES ET RÉGLEMENTATION :

Si le poids des réglementations et habitudes locales reste important dans le cas des postes HTA/BT, la normalisation internationale, s'appuyant sur les publications CEI, s'impose de plus en plus dans tous les pays. Par ailleurs l'évolution vers des solutions clés en mains (postes préfabriqués) se confirme de jour en jour. Le tableau ci-après mentionne les principales normes de référence en la matière :[10]

NORMES GÉNÉRIQUES	<ul style="list-style-type: none"> ■ CEI 529 Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP) ■ CEI 695 Essais relatifs du feu ■ CEI 1000 Compatibilité électromagnétique (CEM) ■ CEI 1330 Postes préfabriqués haute tension/basse tension 						
							
NORMES SPÉCIFIQUES	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> Appareillage MT ■ CEI 694 Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension </td> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> Transformateur MT/BT ■ CEI 78 Transformateurs de puissance (de type immergé) </td> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> Appareillage BT ■ CEI 439-1 • ensemble d'appareillage à basse tension • Ensembles de série et ensembles dérivés de série </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;"> ■ CEI 298 Appareillages sous enveloppe métallique </td> <td style="padding: 5px; vertical-align: top;"> ■ CEI 728 Transformateurs de puissance de type sec </td> <td></td> </tr> </table>	Appareillage MT ■ CEI 694 Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension	Transformateur MT/BT ■ CEI 78 Transformateurs de puissance (de type immergé)	Appareillage BT ■ CEI 439-1 • ensemble d'appareillage à basse tension • Ensembles de série et ensembles dérivés de série	■ CEI 298 Appareillages sous enveloppe métallique	■ CEI 728 Transformateurs de puissance de type sec	
Appareillage MT ■ CEI 694 Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension	Transformateur MT/BT ■ CEI 78 Transformateurs de puissance (de type immergé)	Appareillage BT ■ CEI 439-1 • ensemble d'appareillage à basse tension • Ensembles de série et ensembles dérivés de série					
■ CEI 298 Appareillages sous enveloppe métallique	■ CEI 728 Transformateurs de puissance de type sec						

Tableau II.2 : Les principales normes de référence [10]

II.9. Différents types de postes HTA/BT

II.9.1. RÉSEAUX DE DISTRIBUTION PUBLIQUE :

II.9.1.1. POSTE DE STRUCTURE :

Les postes de structure répondent à la fonction de gestion du réseau manuelle ou télécommandée, ils ne disposent pas de transformateur. Placés sur le réseau ils abritent des appareils de coupure HTA servant à :

- Fractionner les artères pour faciliter la recherche des défauts,
- Isoler des tronçons pour permettre des opérations d'exploitation. On distingue plusieurs types :

✓ **Postes d'étoilement** : Ils permettent à partir de l'artère des extensions dans plusieurs directions pouvant être isolées les unes par rapport aux autres par des interrupteurs – sectionneurs.

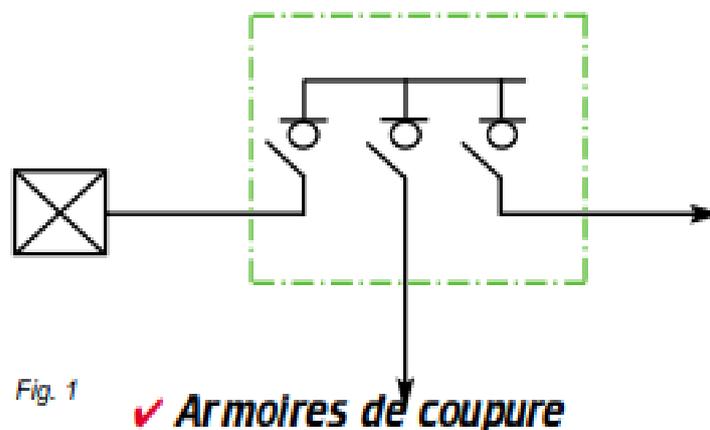


Figure II.12 schéma de postes d'étoilement.

Positionnées sur les artères elle permettent de tronçonner celles-ci en deux parties :

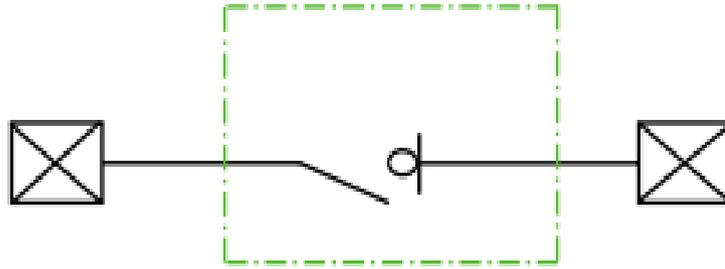


Fig. 2

Figure II.13. partie 1

. Dans certains cas à cette fonction est associée une dérivation permettant un départ en antenne raccordé par prises embrochables.

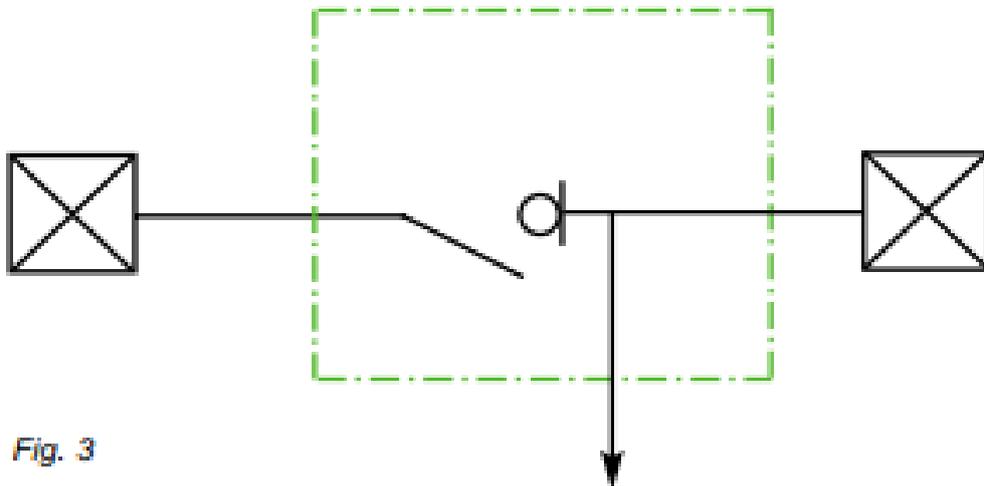


Fig. 3

Figure 2.14. partie 2.

Chapitre II : les postes HTA-BT

II.9.1.2. POSTES HTA/BT :

Les postes HTA/BT répondent à la fonction de distribution de la puissance BT et de protection des départs BT. Équipés d'appareillages de coupure HTA ils assurent la gestion du réseau en manuel ou télécommandé. On distingue plusieurs types :

✓ Postes HTA/BT sur réseaux aériens

Généralement ils sont proposés sans appareillage de coupure HTA, cette fonction étant réalisée en amont sur le réseau. Ils sont composés d'un transformateur sur poteau et d'un coffret BT.[12]

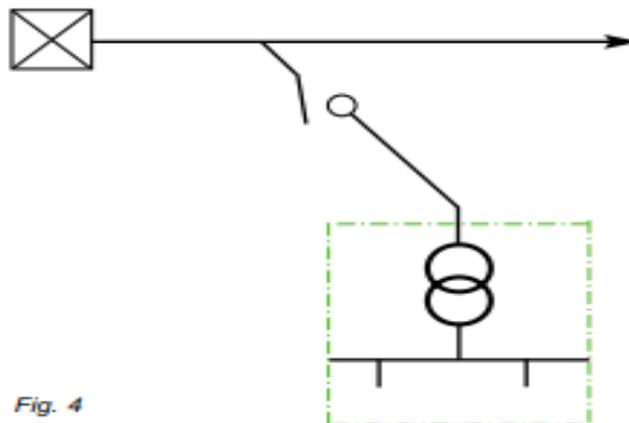


Figure 2.15. schéma Postes HTA/BT sur réseaux aériens.

✓ Postes HTA/BT sur réseaux souterrains :

- **Postes socles A** : l'identique du précédent ils sont généralement proposés sans appareillage de coupure HTA. Ils sont composés d'un transformateur et d'un coffret BT. L'ensemble est monobloc pouvant être installé avec ou sans génie civil spécifique (dalle de propreté, cuvelage,...) [10]

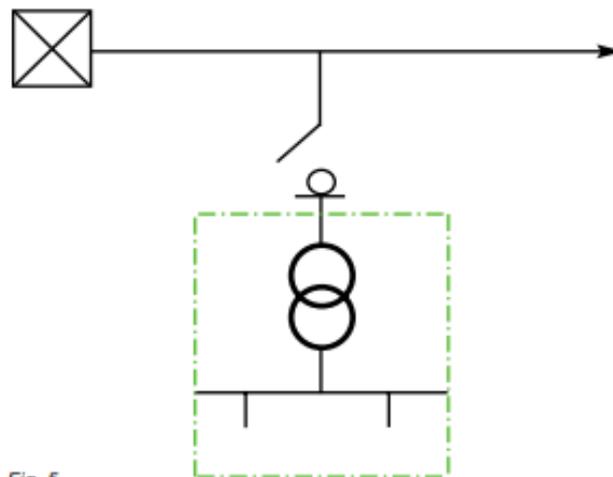


Fig. 5

Figure II.16. schéma d'un Poste HTA/BT sur réseaux souterrains .

➤ Postes en coupure d'artère :

Ils sont composés d'un transformateur, d'un tableau BT et généralement de deux interrupteurs sectionneurs pour manœuvrer l'artère et d'un interrupteur fusible ou disjoncteur en protection du transformateur. L'ensemble est le plus souvent regroupé en une cabine préfabriquée.[10]

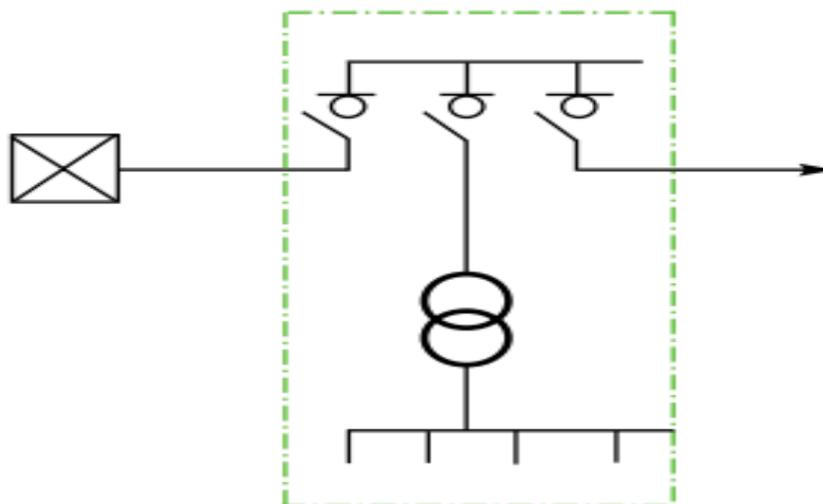


Fig. 6

Figure II.17. schéma d'un Poste en coupure d'artère .

Chapitre II : les postes HTA-BT

II.9.2.3. RÉSEAUX PRIVÉS

**Les postes assurent la répartition de l'énergie électrique entre les différents point d'utilisation d'une installation industrielle ou tertiaire nécessitant une puissance importante.

On distingue plusieurs types :

- Postes HTA/BT alimentés à partir du réseau distribution publique,
- Postes HTA/BT alimentés à partir du réseau de distribution publique et d'une source autonome d'énergie.

Ils sont composés d'un transformateur, d'un tableau BT adaptés aux contraintes spécifiques du réseau : process industriel, exploitation, généralement de deux interrupteurs sectionneurs pour manœuvrer l'artère et d'un interrupteur fusible ou disjoncteur en protection du transformateur et en arrivée de la source autonome éventuelle. En complément : le comptage HTA, BT, les automatismes de transfert de source d'alimentation. L'ensemble est le plus souvent regroupé en une cabine préfabriquée.[10]

II.10.Conclusion

L'évolution des postes HTA/BT s'est accélérée au cours des dernières années du fait :

- De la montée des exigences des utilisateurs en matière de sécurité des personnes (personnels d'exploitation et public);
- De l'évolution des réseaux de distribution moyenne tension (notamment à travers la mise en souterrain des réseaux aériens et par le développement de modes de distribution " allégés " - réseaux HTA biphasés - pour l'électrification des zones rurales);
- Du développement de la téléconduite;
- De l'évolution du contrôle-commande de l'appareillage et des postes suite à l'introduction du relaying numérique. Les contraintes économiques, auxquelles sont de plus en plus confrontés les Distributeurs d'Énergie et les utilisateurs, mettent encore plus que par le passé l'accent sur :
- L'amélioration de la disponibilité de l'énergie qui se traduit par :

Chapitre II : les postes HTA-BT

- un développement soutenu de la téléconduite des réseaux HTA et de la gestion intégrée des installations HTA/BT;
- des exigences croissantes en matière de fiabilité et de maintenabilité des matériels et des ouvrages ;
- La réduction du coût complet des ouvrages, portant non seulement sur l'investissement d'origine, mais incluant également toutes les phases du cycle de vie des ouvrages (exploitation, entretien, maintenance, modifications,..., voire recyclage ou élimination en fin de vie). Ainsi le poste HTA/BT est de plus en plus au centre des préoccupations tant des concepteurs que des utilisateurs. [7]

Chapitre III

Réalisation du projet et principe de fonctionnement

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons expliquer en détail les différentes tâches réaliser afin d'atteindre l'objectif de notre stage, qui consiste à la télécommande d'un poste MT/BT par WIFI à l'aide d'une application dans le but est celui de faciliter l'intervention au niveau de la panne ou l'exploitation de ces postes ainsi que protéger l'agent de SONELGAZ contre les accidents électriques(incendies, les choques électriques).

Pour la réalisation de la solution proposée, l'usage de certains outils est nécessaire pour avoir un résultat d'un système riche et fiable, comme c'est important de choisir une méthode de travail. Les outils utilisés sont présentés dans ce qui suit.

III.2. Choix de l'application MIT INVERTOR :

App Inventor pour Android est une application développée par *Google*. Elle est actuellement entretenue par le Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Elle simplifie le développement des applications sous Android et le rend accessible même pour les novices et ceux qui ne sont pas familiers avec les langages de programmation. Elle est basée sur une interface graphique similaire à Scratch et à celle de StarLogo TNG. Grâce à son interface entièrement graphique et à l'absence totale de ligne de code.

Google publie l'application le 15 décembre 2010 et met fin à son activité le 31 décembre 2011. Dès l'été 2011, Google travaille sur un projet similaire Blockly, développé cette fois en JavaScript. Depuis le retrait de Google, c'est le centre d'études mobiles au MIT qui gère le support technique de cette application sous le nouveau nom "MIT App Inventor". [1]

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement



Figure III.1. :Logo de l'application.

III.3. Protocole du travail :

III.3.1. Création de l'application :

Voilà les les différents étapes lors de la création de l'application :

Etape 1 :création d'un compte gmail pour accéder à l'application.

Etape 2 :accéder sur le site MIT APP INVERTOR.

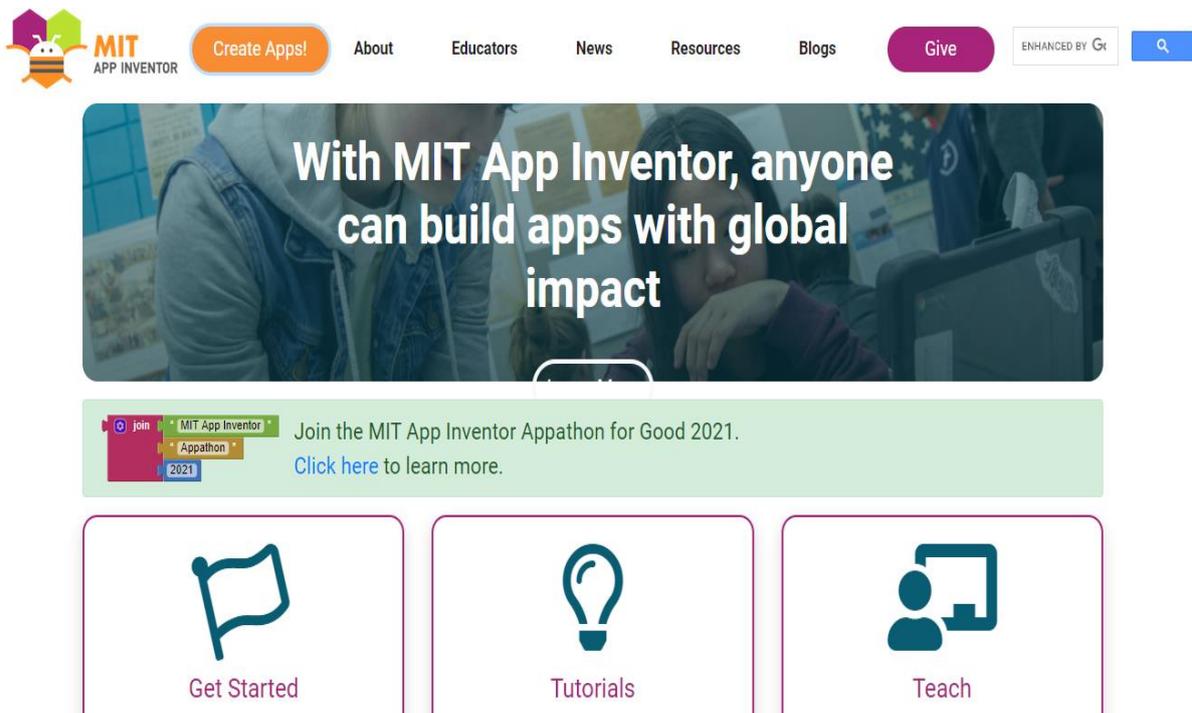


Figure III.2 :Photo présentant l'accès au site lors de la création de l'application.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

Etape3 :création d'un nouveau projet en choisissant (POSTE MT BT WIFI) comme nom .

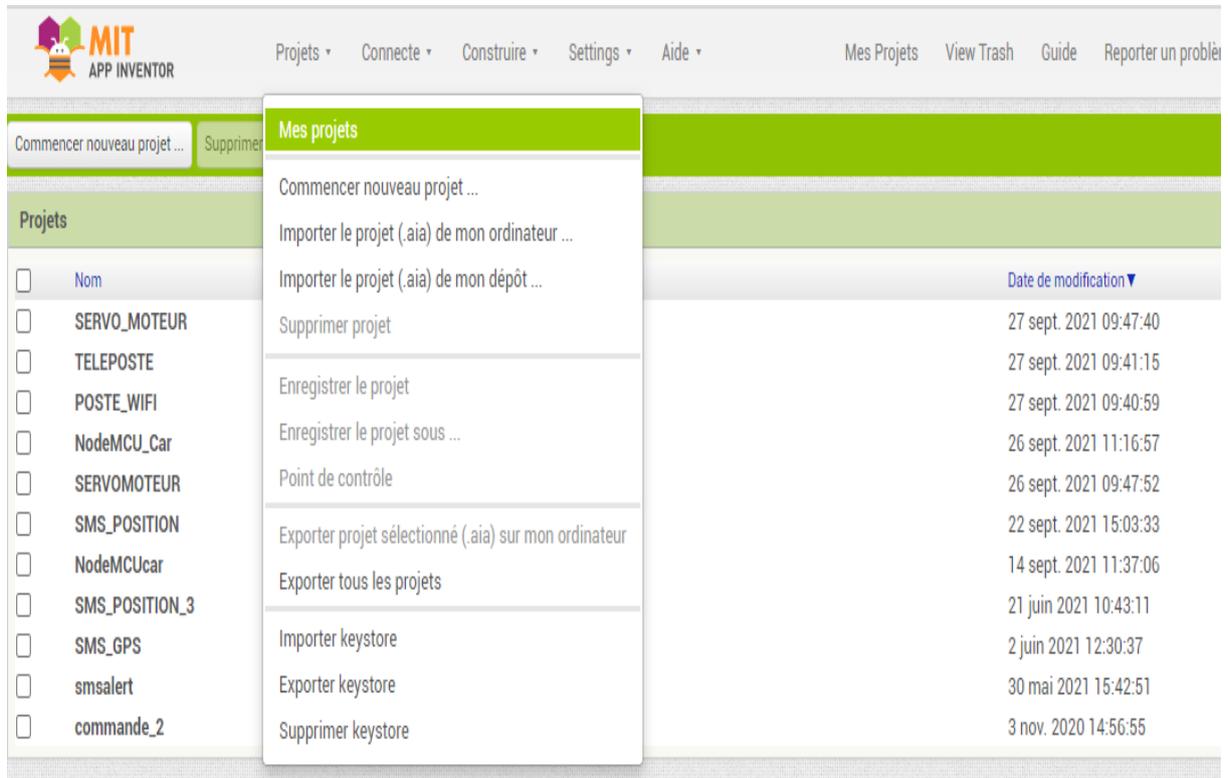


Figure III.3 : Interface présentant le suivis des étapes de la création de l'application.

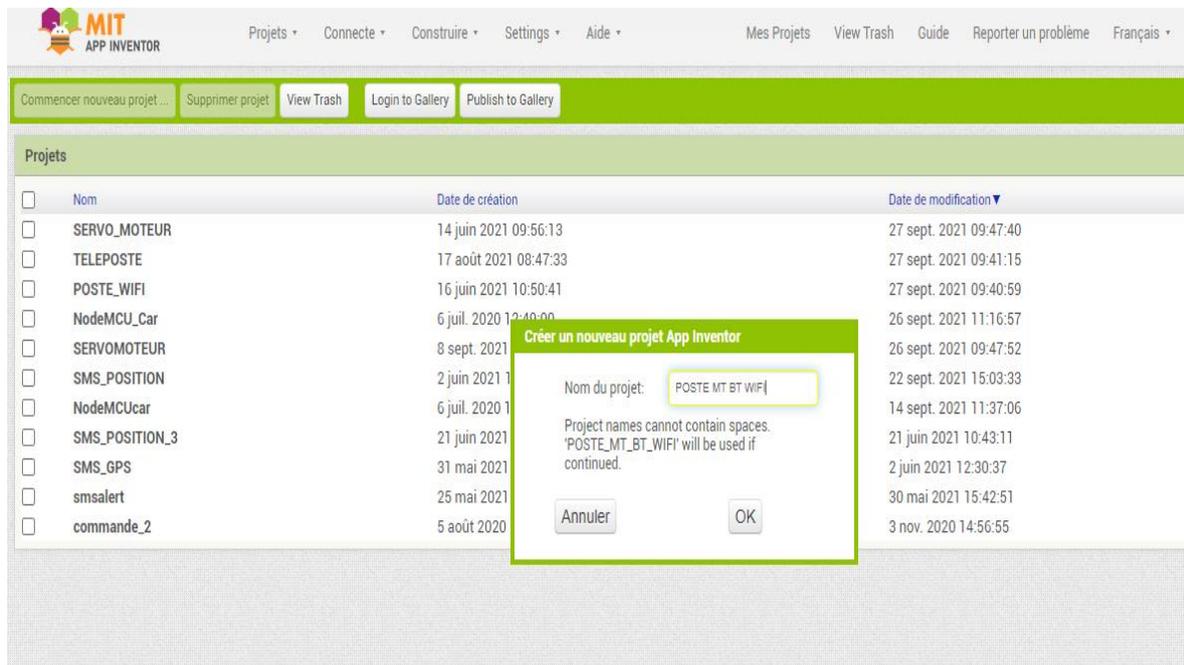


Figure III.4 :interface présentant la nomination de notre projet.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

Etape4 : l'accès à la page designer pour commencer la création de l'application.

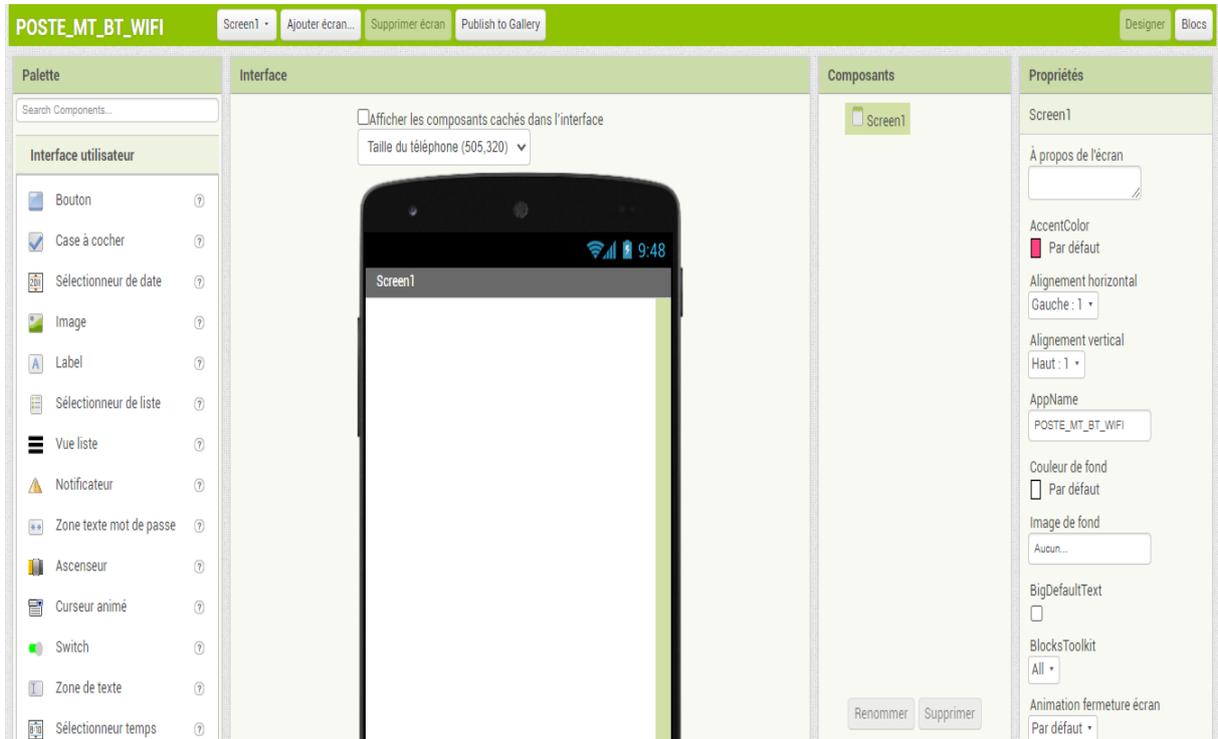


Figure III.5 :Interface présentant l'accès à la page designer.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

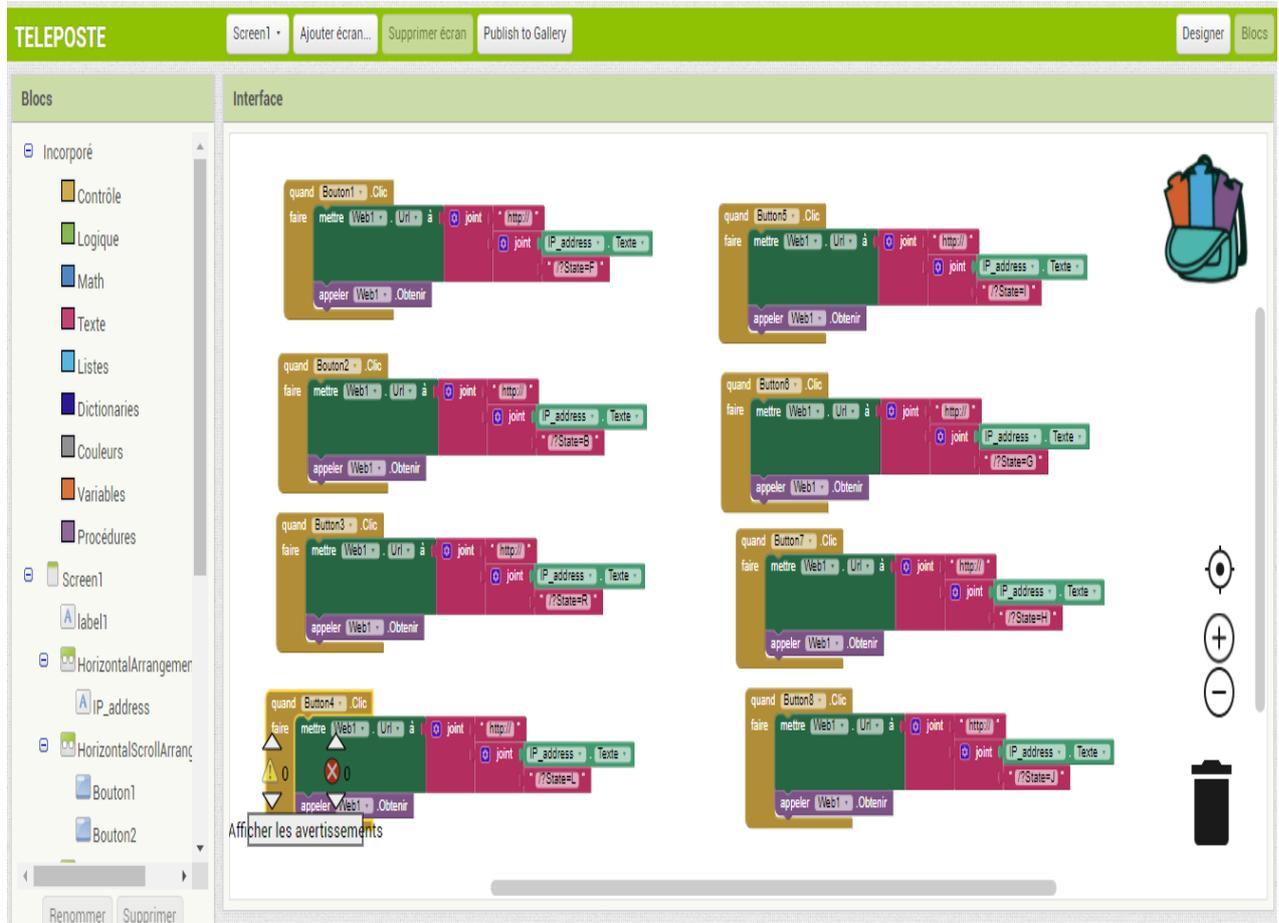


Figure III.6 : Interface présentant le choix des adresses pour les boutons.

Après la création de l'application, On l'installe sur téléphone pour la télécommande de poste HTA(MT)/BT.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

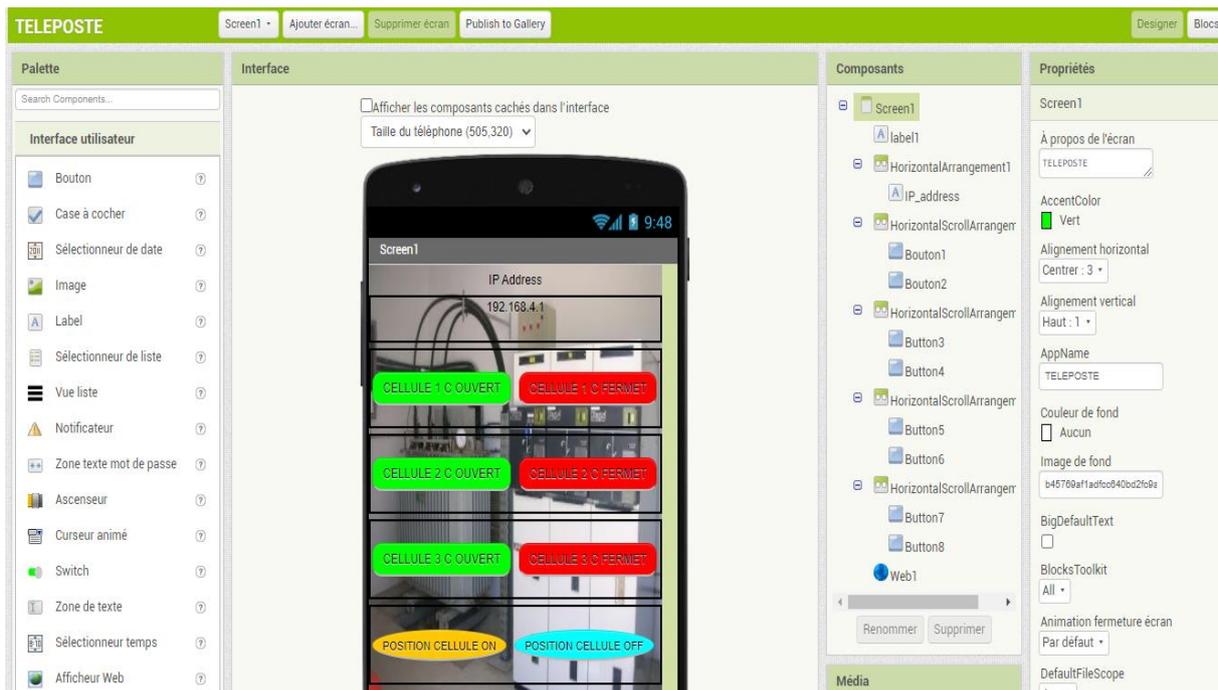


Figure III.7 :interface représentant l'application.

III.3.2. Partie réalisation :

Les composants utilisés sont suivants :

III.3.2.1. ARDUINO WIFI ESP 8266 :

La carte NodeMcu est basée sur la très connu SoC ESP8266 de Expressif. Il fournit un point d'accès WIFI et un microcontrôleur et utilise le langage de programmation LUA. Nous y trouvons :

- des E/S similaire à l'Arduino
- une API événementielle pour les applications réseau.
- 10 GPIOs D0 à D10, PWM, communications I2C et SPI, 1-Wire et un ADC A0 dans une seule carte.
- un réseau Wifi utilisable en point d'accès ou client, pour héberger un serveur web ou se connecter à internet pour recevoir ou envoyer des données.
- carte excellente et économique pour l'Internet des Objets (IoT).[2]

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

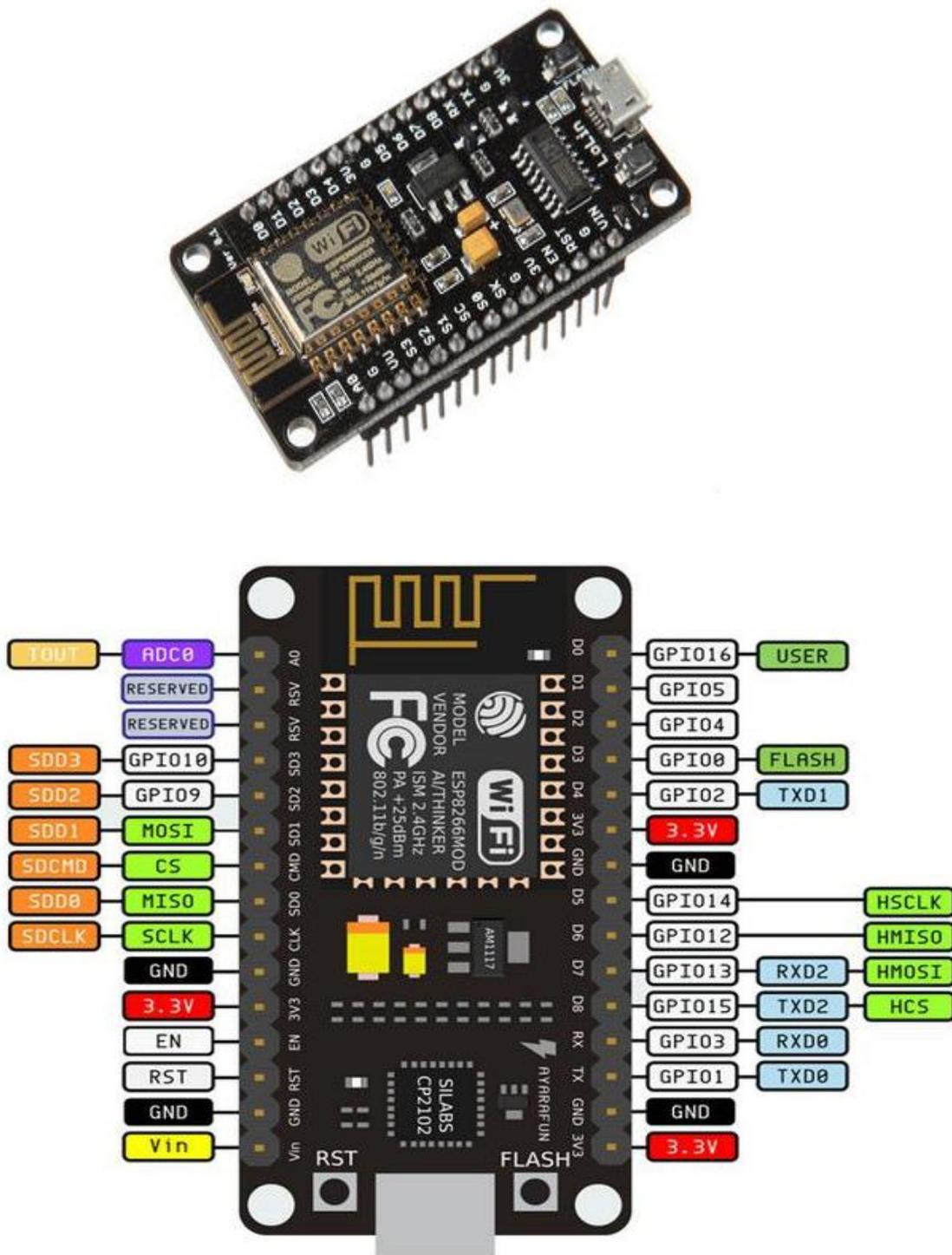


Figure III.8 : Le module NodeMCU Lolin ESP8266.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

III.3.2.2. La plaque d'essai :

La **plaque d'essai** (ou breadboard) est un très bon moyen pour tester un montage sans effectuer aucune soudure et s'assurer rapidement qu'il n'y a pas d'erreur dans notre montage.

Une plaquette ou plaque d'essai sans soudures est un outil pédagogique indispensable pour découvrir l'électronique. Son principal avantage est de permettre de réaliser des montages rapidement sans souder aucuns composants. Il est donc possible de réutiliser les composants [3].

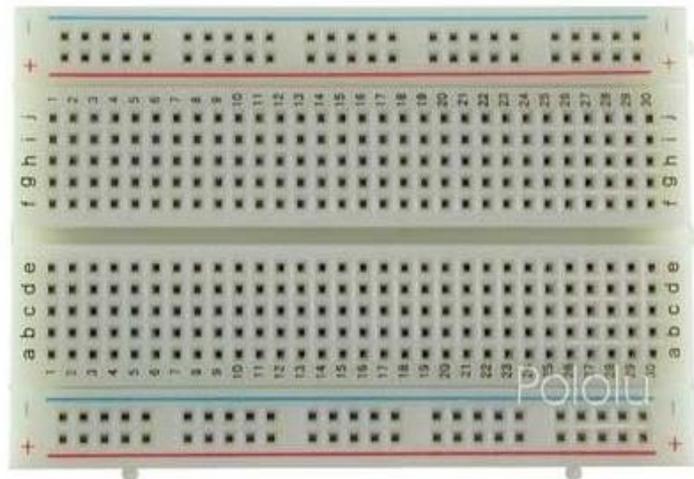


Figure III.9 : Plaque D'essais 400PTS.

III.3.2.3. Module Relais 4 Canaux 5V pour Arduino NO OU NC :

Chaque relais est relié à un connecteur de sortie 3 broches. La broche Commun, au milieu et de chaque côté les broches NC et NO qui sont tour à tour reliées au Commun en fonction de l'état du relais.

Ce module peut donc être utilisé pour piloter des moteurs, des pompes, des solénoïdes, des électro-aimants, des rubans leds, des lampes et beaucoup d'autres choses encore.

- ✓ 4 leds sont présentes pour indiquer le bon fonctionnement de la carte.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

- ✓ La tension de fonctionnement pour alimenter la carte relais est 5V.
- ✓ Les broches pour alimenter la carte relais sont indiquées VCC (pour 5V) et GND.
- ✓ Lorsque la carte est correctement alimentée une led rouge avec la mention "power led" s'allume.
- ✓ Pour piloter les relais, 4 broches indiquées IN1 IN2 IN3 et IN4 sont présentes. Le niveau logique Haut sur ces broches est prévue pour être en TTL 5V mais fonctionne aussi en 3.3V [4]

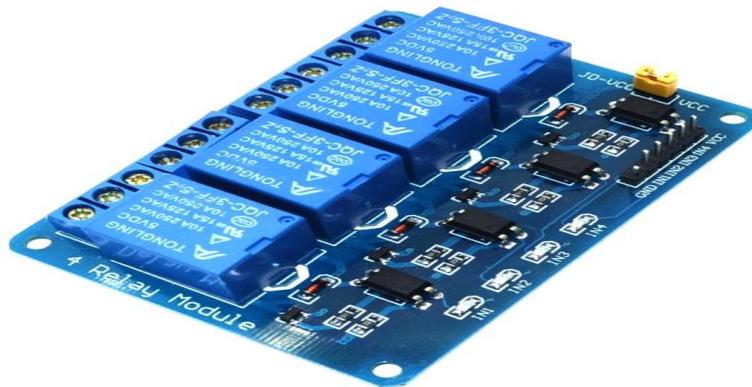


Figure III.10. Module relais 4 canaux.

III.3.2.4. Les leds :

Qu'est-ce que ça veut dire LED ?

D'abord **LED**, ça veut dire Light-Emitting Diode en anglais. En français, on devrait dire DEL, pour Diode Électroluminescente. La LED **est** un composant électronique qui émet de la lumière lorsqu'il **est** traversé par de l'électricité.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

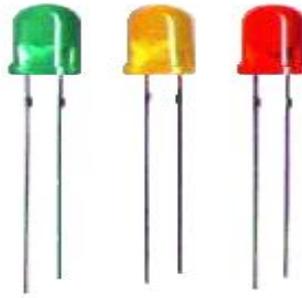


Figure III.11 :Des leds.

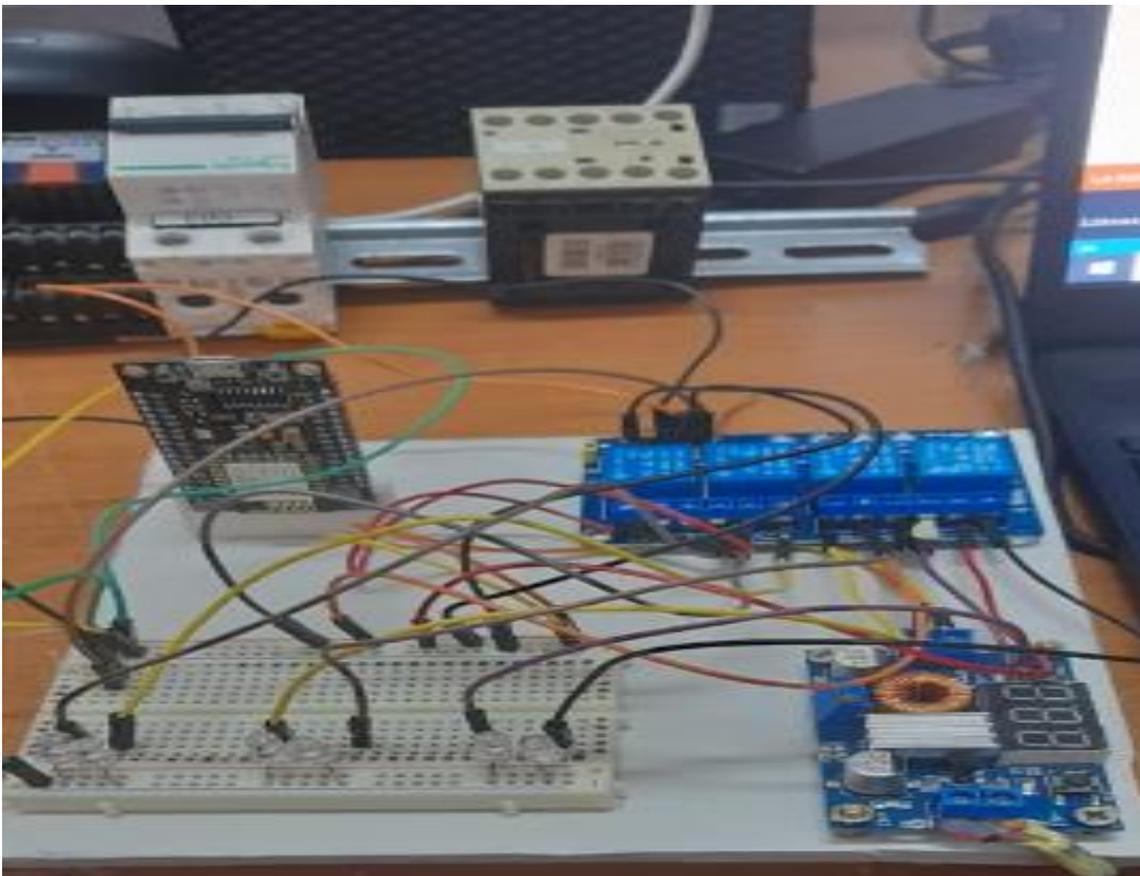


Figure III.12 : Schéma réelle du circuit électronique.

III.3.3. Description du circuit réalisé

Nous avons utilisé :

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

- ✓ Une carte arduino ESP8266WIF pour faire la commande de 4 relais de 5V.
- ✓ 4 relais de 5V (Compatible avec Arduino) qui permette de piloter les LEDs .
- ✓ Une batterie d'alimentation (5V) .
- ✓ Les LEDs et les fil
- ✓ La plaque d'essai

III.3.4. Explication du câblage :

Pour la télécommande du poste .Premièrement on a alimenté L'ARDUINO avec module relais 4 canaux en utilisant l'alimentation 5V .

Après ,on a raccordé les sorties de L'ARDUINO selon les pin choisies dans le programme ARDUINO.

Voila la figure ci-dessous :

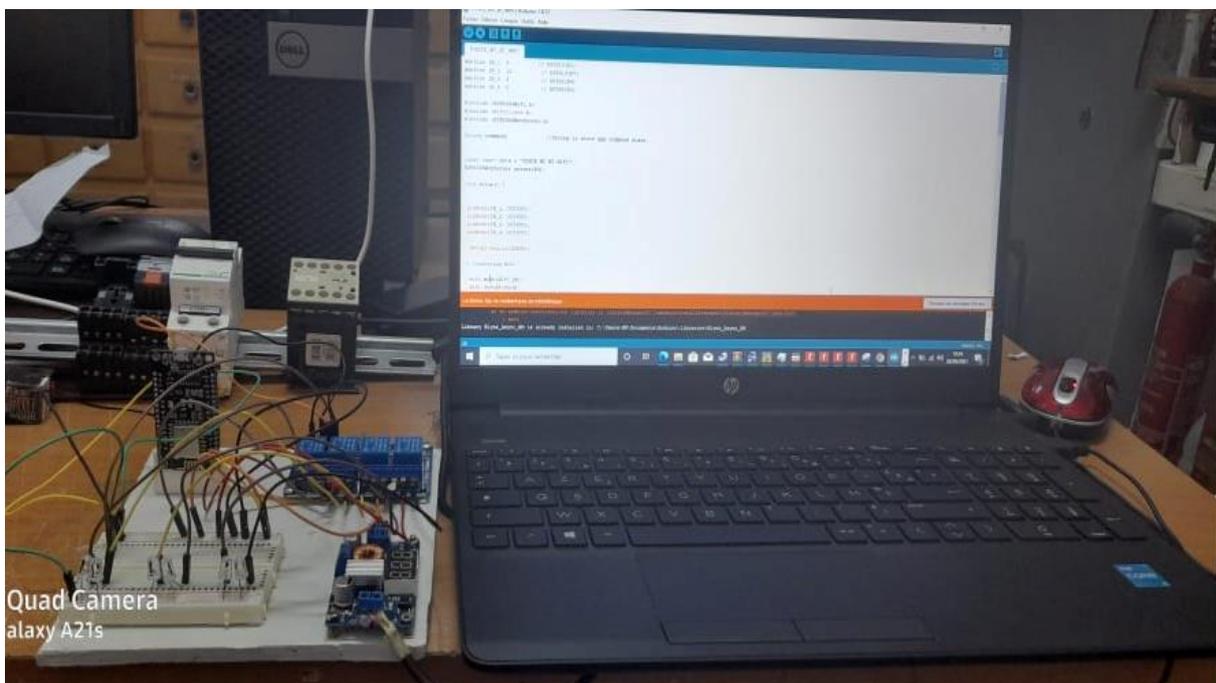


Figure III.13.Communication entre le programme et le circuit.

III.3.5. Schéma de câblage :

Le schéma ci-dessous montre la mise en place du circuit

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

```
POSTE_MT_BT_WIFI$

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
String command;          //String to store app command state.
const char* ssid = "POSTE MT BT WIFI";
ESP8266WebServer server(80);
void setup() {
  pinMode(IN_1, OUTPUT);
  pinMode(IN_2, OUTPUT);
  pinMode(IN_3, OUTPUT);
  pinMode(IN_4, OUTPUT);
  Serial.begin(115200);
// Connecting WiFi
  WiFi.mode(WIFI_AP);
  WiFi.softAP(ssid);
  IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();
  Serial.print("AP IP address:");
  Serial.println(myIP);
// Starting WEB-server
  server.on ( "/", HTTP_handleRoot );
  server.onNotFound ( HTTP_handleRoot );
  server.begin();
}
void cellule1On(){
  digitalWrite(IN_1,HIGH);
}
void cellule1Off(){
  digitalWrite(IN 1. LOW);
```

Figure III.15 : Interface 1 du programme ARDOUINO de notre simulation.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement



```
POSTE_MT_BT_WIFI$
    digitalWrite(IN_1, LOW);
}
void cellule2On() {
    digitalWrite(IN_2, HIGH);
}
void cellule2Off() {
    digitalWrite(IN_2, LOW);
}
void cellule3On() {
    digitalWrite(IN_3, HIGH);
}
void cellule3Off() {
    digitalWrite(IN_3, LOW);
}
void cellule4On() {
    digitalWrite(IN_4, HIGH);
}
void cellule4Off() {
    digitalWrite(IN_4, LOW);
}
void loop() {
    server.handleClient();
    command = server.arg("State");
    if (command == "F") cellule1On();
    else if (command == "B") cellule1Off();
    else if (command == "L") cellule2On();
    else if (command == "R") cellule2Off();
    else if (command == "I") cellule3On();
    else if (command == "G") cellule3Off();
```

Figure III.16 : Interface 2 du programme ARDOUINO de notre simulation.

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

```
        else if (command == "I") cellule3On();
        else if (command == "G") cellule3Off();
        else if (command == "J") cellule4On();
        else if (command == "H") cellule4Off();
    }
}

void HTTP_handleRoot(void) {

    if( server.hasArg("State") ){
        Serial.println(server.arg("State"));
    }
    server.send ( 200, "text/html", "" );
    delay(1);
}
```

FigureIII.17 : Interface 3 du programme ARDOUINO de notre simulation.

Après le câblage du circuit de commande (figureIII.18) et la configuration du programme ARDUINO, L'application qu'on a créé se fonctionne comme suit :

d'abord elle contient 3 cellules (cellule arrivé cellule départ et cellule réserve (soit arrivé, soit départ)).

Deux boutons pour l'état des cellules, Les boutons ont pour la commande.

l'ors de notre arrivé au poste, nous trouvons les LEDs non allumés, il faut connecter par le wifi (code de wifi « poste MT/BT »).

L'application est faite pour les manœuvres d'ouverture et la fermeture pour l'identification des défauts sur la ligne

Pour les LEDs, leurs but est de nous indiquer l'état des disjoncteurs (fermé ou ouvert).

Chapitre III : Réalisation du projet et principe de fonctionnement

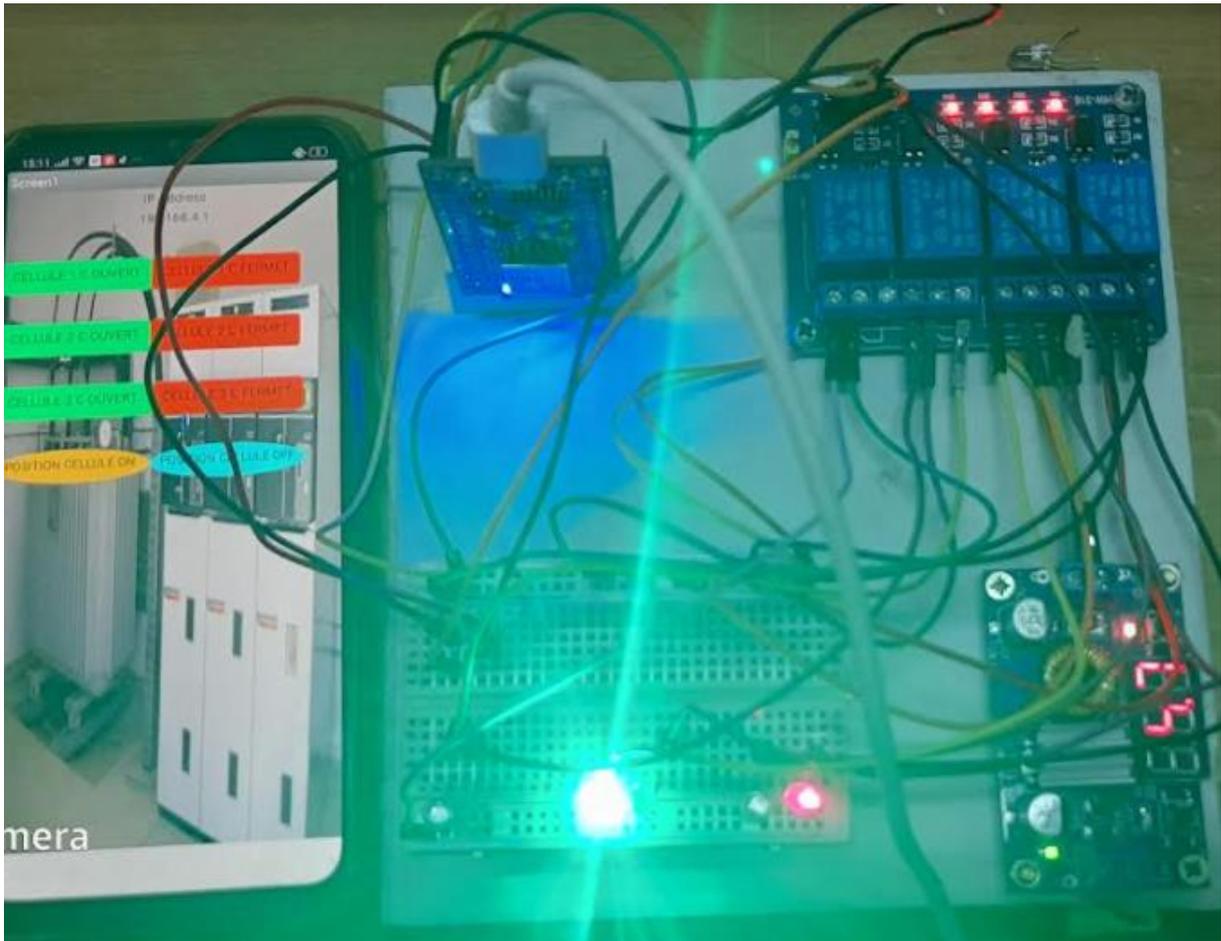


Figure III.18 : Communication entre application et câblage.

III.4. conclusion :

La réalisation à été effectuer par succès. Nous avons pu maitriser quelques logiciels qui sont importants en électronique tels que ARDUINO, MIT INVERTOR.

Conclusion générale

De nos jours, les facteurs temps et distance rencontrent des contraintes de plus en plus sévères. Vu l'importance donnée en industrie et dans la vie moderne à ces facteurs, on se trouve devant l'obligation d'améliorer les méthodes et les outils de communication.

En effet, dans le domaine de l'électricité, les points de production, de transport, et de consommation, sont des sites de haute importance. Par conséquent la technique de télé conduite s'est avérée indispensable et très utile pour la bonne gestion des différentes tâches dans ses points en toute sécurité et délais.

Dans cette optique et dans le souci de se conformer aux standards et lois internationaux dans le domaine d'électricité, la SONELGAZ ainsi que ses filiales de tous types, se sont dotées de systèmes de télé conduite dans leurs différents sites et installations, et cela pour une meilleure maîtrise de leur réseau électrique.

Cette présente étude sur la supervision de réseaux électriques nous a permis d'affiner nos connaissances dans le domaine, et de proposer une solution de télé conduite d'organes de postes MT (cabine mobile) via une application par ARDUINO WIFI .

Ce travail est une simple application dans le domaine de la télé conduite. En perspectives, cette proposition peut être améliorée pour devenir plus autonome, plus pratique, et assez évolutive vu les progrès réalisés dans les technologies de communication actuelles.

Références bibliographique

Référence pour chapitre I

- [1] : PFE de monsieur fellag (**Télécommande et supervision d'un poste de transformation électrique**)
- [2] : https://www.wikiwand.com/fr/R%C3%A9seau_%C3%A9lectrique , Consulté le : 08/03/2020.
- [3] : <https://fr.scribd.com/document/399652153/CHAP1-presentation-Du-Reseau-ElectriqueTerminologie-Et-Concept-de-Base> , Consulté le : 06/05/2020.
- [4] : <https://www.enedis.fr/fonctionnement-du-reseau> , Consulté le : 10/05/2020.
- [5] : https://pmb.univ-saida.dz/butecopac/doc_num.php?explnum_id=243, Consulté le : 05/03/2020.
- [6] : OULMI Sabrina : Étude d'un système de supervision et de contrôle SCADA du réseau électrique de la Sonelgaz SDA, Mémoire de master professionnel, Electronique Industrielle, Université TIZI-OUZOU, 2018.
- [7] : http://www.pap08.eu/fichiers/180418_Sensibilisation_Enedis.pdf , Consulté le : 10/04/2020.

Référence pour chapitre II

- [1]«Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems», National Communications System, Technical Information Buletin 04-1 Octobre 2004.
- [2]IkhlefBoualem «contribution à l'étude de supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA » mémoire magistère université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES 2009.
- [3]David Bailey,Edwinwright «Practical SCADA for Industry», Edition Newnes 2003 /
- [4] John Park, Steve Mackay «Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems», Edition Newnes 2003
- [5] bouchahdanemohamed « coordination de systèmes de protection appliquée au réseau national) thèse doctorat en sciences en électrotechnique université Constantine 1 , année 2013 .
- [6] référence D. Penkov , « localisation des défauts dans les réseaux HTA Présence de génération d'énergie dispersée », Grenoble, France, Mars 2012
- [7] Référence ABB, Manuel de paramétrage et câblage, « Relais de Protection REF 542 plus » Allemagne, aout 2009

Références bibliographique

[8] FellagMohammed «télécommande et supervision d'un poste de transformation électrique »mémoire de master en instrumentation université Blida1,année 2018.

[9] cours de l'Association des Industriels de Matériels d'Équipement Électrique et de l'Électronique Industrielle Associée Web site : www.gimelec.fr

[12] pdf sur les posts HTA-BT web site :www.ac-grenoble.fr

Référence pour chapitre III

[1] Wikipédia

[2] <https://www.arduino.cc/reference/en/>

[3] <https://fr.depositphotos.com/stock-photos/plaque-d'essai.html>

[4] <https://www.lextronic.fr/module-relais-5v-a-4-canaux-40435.html>

[5] wikipédia.