

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière Électronique  
Spécialité Instrumentation

présenté par

KASMI Athmane

&

FELLAG Mohammed

# Télécommande et supervision d'un poste de transformation électrique

Proposé par : Mme BOUGHERIRA Nadia & Mr. RAHMANI Maamar

Année Universitaire 2018-2019

# **Remerciement**

*Tous d'abord, nous aimerions remercier dieu le tout puissant, de nous avoir donnée la force et la patience de pouvoir mener ce travail à terme.*

*On tient à exprimer notre profonde gratitude à Mme BOUGHERIRA Nadia, notre promotrice qui a dirigé notre travail ; ces conseils et ces commentaires précieux nous ont permis de surmonter nos difficultés et de progresser dans ce projet.*

*Nos remerciements vont aussi à notre encadreur Mr RAHMANI MAAMAR chef de service SCADA et à tout le personnel qu'on a contacté durant notre travail au sein du SONEGAS « DD » de BLIDA.*

*Nous remercions aussi les enseignants qui nous ont suivis de notre cursus universitaire et particulièrement nous remercions aussi l'ensemble des membres du jury.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents, nos familles et à tous nos amis (es) et à tous ceux qui nous ont soutenus et encouragés tout au long de notre formation.*

Enfin, je témoigne toute ma reconnaissance aux membres de ma famille mon épouse F/Z et mes enfants Rayane med, Noufel med et Raithaa pour leur patience et leur soutien inconditionnel tout au long de mes études et en préparant ce travail.

---

**ملخص:** شركات توزيع الكهرباء التي تستخدم أنظمة حديثة لإدارة الشبكات عن بعد من خلال وسائل الاتصال المختلفة، بالنظر إلى تكاليف بعض المعدات، تم هذا العمل لفهم العملية وتطوير حل ممكن بتكلفة أقل من أجل توفير التحكم عن بعد لمحطات المحولات الكهربائية والأعمال الرئيسية التي تديرها الشركة المضيفة وهي SONELGAZ.

**كلمات المفاتيح:** المحطات الكهربائية، التحكم عن بعد، نظام الـ SCADA،

---

**Résumé :** les entreprises de distribution électrique, utilisant des systèmes moderne pour la gestion de réseau à distance moyennant les différents supports de communication, vu les coûts de certains équipements, ce travail à été réalisé pour comprendre le fonctionnement et développer une solution réalisable à basse d'un contrôleur ATmega à moindre cout afin d'assurer la télécommande des postes de transformation électrique et principales ouvrages gérer par l'entreprise d'accueil qui est SONELGAZ.

**Mots clés :** poste électrique ; supporte de communication; SCADA ; Télécommande ; GSM.

---

**Abstract :** electricity distribution companies using modern systems for remote network management through the various communication media, given the costs of certain equipment, this work was done to understand the operation and develop a feasible solution at a lower cost in order to provide remote control of electrical transformer stations and main works managed by the host company which is SONELGAZ.

**Keywords :** electrical post ; communication support ; SCADA ; GSM ; Arduino.

---

## Listes des acronymes et abréviations

**SONELGAZ** : La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz

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

**DD** : la direction de la société de distribution Blida

**HT** : Haute Tension

**HTA** : Haute Tension < 50 kV

**HTB** : Haute Tension > 50kV

**MT** : Moyen Tension (HTA)

**THT** : Très Haute Tension

**BT** : Basse Tension

**TBT**: Très Basse Tension

**KV** : Kilovolt

**MVA**: Méga Voltampère

**KVA** : Kilovolt Ampère

**A** : Ampère

**NF** : Désigne un interrupteur Normalement Ferme

**NO** : Un interrupteur Normalement Ouvert.

**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisition

**IAT**: Interrupteur Aérien Télé commande

**IAT-CT**: IAT-Creux de Tension

**RTU** : Remote Terminal Unit

**IED** : Intelligent Electronic Device

**D.S.P** : Digital Signal Processor

**M.C** : Micro Contrôleur

**GAZ SF6** : Hexafluorure de Soufre

**UHF** : Ultra High Frequency

**VHF** : Very High Frequency

**MHZ** : Mégahertz

**IHM** : Interface Homme Machine

**FCZ** : Frontale Communication Zone

**ITI** : Interface télé commande Intérieure

**PAS** : Poste Asservi Simple

**GSM** : Groupe Spécial Mobile

**GPRS** : General Packet Radio System

**SMS** : Short Message Service

**CSD** : Circuit Switch DATA

**TCP/IP** : Transmission Control Protocol/ Internet Protocol

**DCS** : Distributed Control System

**ASCII** : American Standard Code for Information Interchange

**IEC** : International Electronic Commission

**TCD**: Télé commande Double

**TSD** : Télésignalisations Doubles

**TSS** : Télésignalisation Simple

**AC** : Courant Alternative

**DC** : Courant Continu

# Table des matières

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre 1 Généralités sur les réseaux électriques</b>	
1.1 Introduction.....	3
1.2 Présentation de l'entreprise.....	3
1.2.1 Groupe SONELGAZ .....	3
1.2.2 La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre RDC.....	5
1.2.3 L'organigramme de La direction de la société de distribution de Blida .....	6
1.3 Les réseaux électriques .....	8
1.3.1 Définition.....	8
1.3.2 Les systèmes électriques .....	9
1.3.3 Gammes des tensions utilisées par le groupe SONELGAZ.....	10
1.3.4 Différents types de réseaux électriques.....	10
a Réseaux de transport et d'interconnexion.....	10
b Réseaux de répartition .....	11
c Réseaux de distribution.....	11
1.3.5 Différentes structures du réseau électrique .....	12
a Réseaux à structure radial.....	12
b Réseaux à structure bouclée .....	13
c Réseaux à structure maillée .....	14
1.3.6 Ligne électriques .....	14
a Réseaux HTA aériens .....	14
b Réseaux HTA souterrains.....	16
1.4 Poste de transformation.....	17
1.4.1 Introduction aux postes de transformation .....	17
a Postes de sortie de centrales .....	18
b Postes d'interconnexion .....	18
c Postes de distribution.....	18
1.4.2 Postes HTB/HTA (postes sources) .....	19
1.4.3 Postes de distribution HTA/BT .....	20
1.4.4 Fonction des postes HTA/BT .....	21
a Poste de distribution public(DP) .....	21
b Poste de livraison ou d'abonné (L).....	21

c	Poste mixte (DP/L).....	21
1.4.5	Types de poste HTA/BT .....	22
a	Poste sur poteau dith61.....	22
b	Poste bas simplifié saucepot .....	22
c	Postes de type urbain raccordés en souterrain .....	23
1.4.6	Equipements des postes électriques.....	24
1.5	Conclusion .....	28

## **Chapitre 2   Système de supervision et télé conduit SCADA**

2.1	Introduction.....	30
2.2	Définition du système SCADA.....	31
2.3	Le système Micro SCADA (Blida) .....	32
2.4	Elément du SCADA.....	34
2.4.1	RTU .....	34
2.4.2	Relais de protection.....	35
2.4.3	Equipements télécommande .....	36
a	Disjoncteur .....	36
b	Interrupteur aérien (IAT/ IAT-CT).....	38
2.5	Supports de communication .....	39
2.5.1	Définition.....	39
2.5.2	Différente type de support.....	40
a	Radio (UHF) .....	40
b	Fibre optique .....	41
1.	Définition.....	41
2.	Principe de base de la transmission .....	41
c	GPRS .....	42
1.	Présentation du GPRS.....	42
2.	La commutation de paquets.....	43
2.6	Protocole de communication .....	43
2.6.1	Définition.....	43
2.6.2	Mode d'utilisation défèrent protocole.....	44
a	MODBUS.....	44
b	Le protocole IEC 60870-5-101 .....	45
2.7	Fonctionnement de système .....	46
2.8	Le logiciel SCADA (interface homme machine).....	47

2.9 Les avantages de système .....	48
2.10 Conclusion .....	49
<b>Chapitre 3 Conception et réalisation pratique</b>	
3.1 Introduction.....	51
3.2 Présentations du système de commande.....	52
3.2.1 Opérateur .....	52
3.2.2 Support de communication GSM .....	52
3.2.3 Etage de poste de transformation.....	53
3.3 Présentation des différents étages.....	54
3.3.1 Partie de commande .....	54
a Critère de Choix de matériel du système : .....	54
b Présentation de l'arduino.....	55
1. Définition.....	55
2. Logiciel IDE.....	57
c Module GSM SIM800I .....	58
1. Définition.....	58
2. Commande AT .....	59
d Module Relais.....	59
3.3.2 Partie commandée « cellules » .....	61
3.4 Résumé du programme de commande du système .....	67
3.5 Expérimentation .....	68
3.5.1 Schéma structurel.....	68
3.5.2 Schéma électrique.....	68
3.5.3 Simulation avec une LED .....	70
3.5.4 Application direct sur le mécanisme .....	72
3.6 Conclusion .....	75
<b>Conclusion générale</b> .....	76
<b>Annexes</b> .....	77
<b>Bibliographie</b> .....	81

# Liste des figures

## Chapitre 1

<b>Figure 1.1.</b> Direction générale « SONELGAZ ».....	4
<b>Figure 1.2.</b> L'organigramme du groupe « SONELGAZ ».....	5
<b>Figure 1.3.</b> Organigramme de La direction de la société de distribution de Blida.....	6
<b>Figure 1.4.</b> Organigramme de la division technique électricité.....	7
<b>Figure 1.5.</b> La direction de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre (RDC).....	8
<b>Figure 1.6.</b> Réseau électrique.....	9
<b>Figure 1.7.</b> Les différentes parties d'un réseau électrique.....	10
<b>Figure 1.8.</b> Structure du réseau radial.....	13
<b>Figure 1.9.</b> Structure du réseau radial bouclée.....	13
<b>Figure 1.10.</b> Structure du réseau maillée.....	14
<b>Figure 1.11.</b> Réseau HTA aérienne en Simple dérivation.....	15
<b>Figure 1.12.</b> Réseaux HTA souterrains en double dérivation .....	17
<b>Figure 1.13.</b> Réseaux HTA souterrains en Coupure d'artère.....	17
<b>Figure 1.14.</b> Le cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT.....	19
<b>Figure 1.15.</b> Schéma d'un poste HTB/HTA.....	20
<b>Figure 1.16.</b> Poste de distribution HTA/BT.....	21
<b>Figure 1.17.</b> Poste HTA/BT (DP).....	21
<b>Figure 1.18.</b> Poste sur poteau ditH61.....	22
<b>Figure 1.19.</b> Types de poste HTA/BT.....	23
<b>Figure 1.20.</b> Poste HTA/BT de type urbain raccordé en souterrain.....	24
<b>Figure 1.21.</b> Des départs au niveau de poste source SIDI KBIR.....	25
<b>Figure 1.22.</b> Disjoncteur HTA (30 kV).....	25
<b>Figure 1.23.</b> Parafoudre à moyenne tension.....	26

## Chapitre 2

<b>Figure 2.1.</b> Architecture d'un système SCADA.....	31
<b>Figure 2.2.</b> Architecture Micro SCADA.....	33
<b>Figure 2.3.</b> Unité terminale distante (RTU).....	34
<b>Figure 2.4.</b> Chaîne de protection.....	35
<b>Figure 2.5.</b> Type des relais.....	36
<b>Figure 2.6.</b> Disjoncteur de la haute tension.....	37
<b>Figure 2.7.</b> Disjoncteur a gaz SF6.....	38
<b>Figure 2.8.</b> Interrupteur aérien IAT/IAT-CT.....	39
<b>Figure 2.9.</b> Architecture de communication par UHF.....	40
<b>Figure 2.10.</b> Structure d'une fibre optique.....	41
<b>Figure 2.11.</b> Schéma d'une ligne de transmission par fibre optique.....	41

<b>Figure 2.12.</b> Principe de la télé conduit.....	46
<b>Figure 2.13.</b> Vue à l'aide de SCADA.....	47

### Chapitre 3

<b>Figure 3.1.</b> Schéma synoptique de système.....	52
<b>Figure 3.2.</b> Vue à l'intérieure et l'extérieure de poste.....	53
<b>Figure 3.3.</b> Vue générale d'équipement de post.....	54
<b>Figure 3.4.</b> Vue en plan de poste.....	54
<b>Figure 3.5.</b> La carte Aruidno UNO.....	55
<b>Figure 3.6.</b> Description de la carte Arduino UNO.....	56
<b>Figure 3.7.</b> Interface d'environnement de développement intégré lors de l'exécution.....	57
<b>Figure 3.8.</b> Le Module GSM Sim800l.....	58
<b>Figure 3.9.</b> Câblage GSM sim800l avec Arduino Uno.....	59
<b>Figure 3.10.</b> Module relais 5V-2 canaux.....	60
<b>Figure 3.11.</b> Câblage de relais avec Arduino Uno.....	61
<b>Figure 3.12.</b> Photo réel cellules commandés.....	61
<b>Figure 3.13.</b> Description d'une cellule préfabriquée.....	62
<b>Figure 3.14.</b> Interrupteur-sectionneur.....	63
<b>Figure 3.15.</b> Vue à l'intérieure d'interrupteur.....	63
<b>Figure 3.16.</b> Mécanisme en face arrière.....	65
<b>Figure 3.17.</b> Mécanisme en face avant.....	65
<b>Figure 3.18.</b> Module relais de 12V de la gamme Schneider.....	65
<b>Figure 3.19.</b> Organigramme de programme.....	67
<b>Figure 3.20.</b> Schéma structurel de montage.....	68
<b>Figure 3.21.</b> Schéma électrique de montage.....	69
<b>Figure 3.22.</b> Message envoyé.....	70
<b>Figure 3.23.</b> Le message reçu.....	71
<b>Figure 3.24.</b> L'envoi et la réception de message de confirmation.....	71
<b>Figure 3.25.</b> Câblage des éléments.....	72
<b>Figure 3.26.</b> Réception de message.....	73
<b>Figure 3.27.</b> Mécanisme (disjoncteur) en état ouvert.....	73
<b>Figure 3.28.</b> Réception de message.....	74
<b>Figure 3.29.</b> Mécanisme en état fermé.....	74

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1.</b> Tableau des gammes de tension.....	10
<b>Tableau 2.1:</b> Postes télé conduite par UHF .....	40
<b>Tableau 2.2 :</b> Postes commandes par fibre optique .....	42

# Introduction générale

---

Dans le but de faire un système visant la performance, les opérateurs économiques font recours aux technologies nouvelles, dont la complexité des installations nécessite de plus en plus la mise place d'organes automatisé qui permettent le contrôle des ressources et l'obtention d'un fonctionnement efficace motivé. Par la baisse du cout de fonctionnement du système de supervision, de contrôle et de surveillance des réseaux de distribution d'électricité .connue sous l'application SCADA utilisé par l'entreprise d'accueil SONELGAZ.

Cette motivation est traduite par la réalisation d'un système a base d'unité de traitement ARDUINO pour assurer la télécommande d'un poste de transformation électrique qui représente l'élément principale d'un réseau électrique.

Notre travail sera structuré en trois chapitres comme suit :

Dans le premier chapitre nous allons faire une présentation générale de l'entreprise. Ainsi nous allons présenter des généralités sur les réseaux électriques et les postes électriques. Le deuxième chapitre sera consacre à la présentation de système SCADA, le troisième chapitre simulation et la réalisation d'intervenir sur le réseau.

***Chapitre 1***  
**Généralités sur les  
réseaux électriques**

# Chapitre 1 Généralités sur les réseaux électriques

---

## 1.1 Introduction

L'énergie électrique est de nos jours, un élément incontournable dans la vie quotidienne de pratiquement tous les habitants de la planète. C'est une forme d'énergie facilement transportable, et pratique à convertir en d'autres formes : mécanique, thermique, ...etc.

Elle représente jusqu'à 45% des énergies primaires, en Algérie, comme dans la majorité des pays développés.

La consommation de l'énergie électrique est assurée par les points de production, les points de transport, et de distribution. Cette énergie est acheminée aux points de consommation quasi exclusivement par des réseaux électriques. L'importance de ces points dans nos sociétés est donc aujourd'hui tout à fait centrale, et semble ne pouvoir que prendre de l'ampleur à l'avenir.

## 1.2 Présentation de l'entreprise

### 1.2.1 Groupe SONELGAZ

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

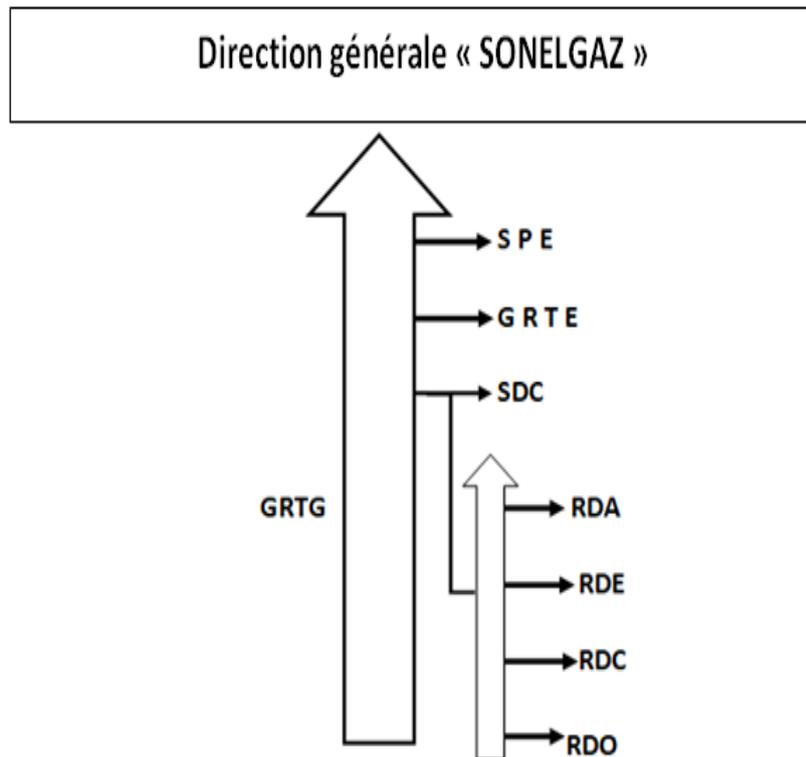
SONELGAZ a contribué à la construction de l'infrastructure économique nationale. Elle a le monopole de la production, du transport, de la distribution, de l'importation et de l'exportation de l'électricité et du gaz manufacturé. Vu la variété des tâches du SONELGAZ, elle est aujourd'hui structurée en groupe industriel composé de 35 filiales, et 5 sociétés de participation.

Grâce à sa ressource humaine formée et qualifiée, le Groupe occupe une position privilégiée dans l'économie du pays en tant que responsable de l'approvisionnement de plus de six millions de ménages en électricité et de trois millions en gaz naturel, soit une couverture géographique de plus de **99%** en taux d'électrification et **60%** pour la pénétration gaz.



**Figure 1.1.** Direction générale « SONELGAZ ».

Ainsi, les filiales métiers de base assurent la production, le transport et la distribution de l'électricité, et du gaz par canalisations. On compte : [1]



*Figure 1.2. L'organigramme du groupe « SONEGAS ».*

- La Société Algérienne de Production de l'Électricité (SPE).
- La Société Algérienne de Gestion du Réseau de Transport de l'Électricité (GRTE).
- L'Opérateur Système électrique (OS), chargée de la conduite du système Production /Transport de l'électricité.
- La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz d'Alger (RDA).
- La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre (RDC).
- La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Est (RDE).
- La Société Algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Ouest (RDO).

### **1.2.2 La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre RDC**

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.

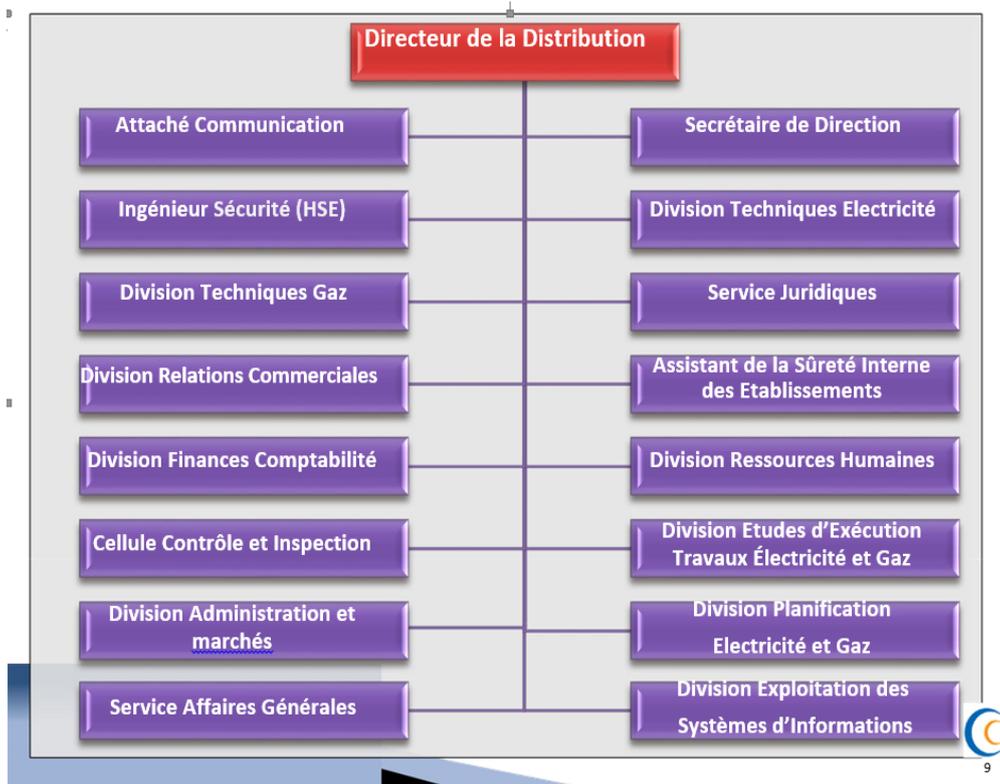
- Le développement des réseaux électricité et gaz permettant le raccordement des Nouveaux clients. La commercialisation de l'électricité et du gaz, dans les meilleures conditions de Sécurité, de qualité de service au moindre coût.

\*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.
- 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.

### 1.2.3 L'organigramme de La direction de la société de distribution de Blida



**Figure 1.3.** Organigramme de La direction de la société de distribution de Blida.

La direction de la société de distribution de Blida contient du plusieurs divisions lesquelles se complété 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 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.

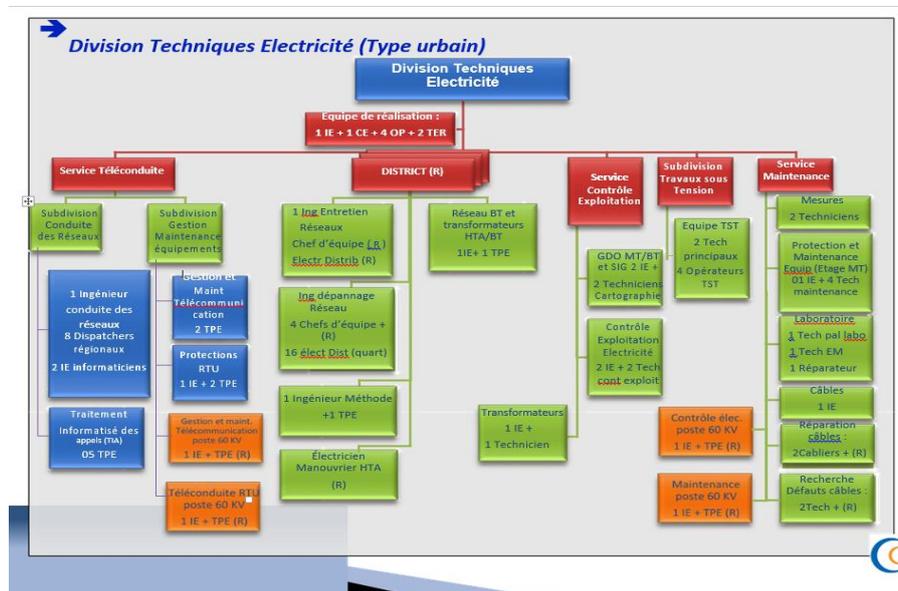


Figure 1.4. Organigramme de la division technique électricité.

- **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.



**Figure 1.5.** La direction de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre (RDC).

## **1.3 Les réseaux électriques**

### **1.3.1 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.



*Figure 1.6.* Réseau électrique.

### **1.3.2 Les systèmes électriques**

La production de l'énergie et de courant électrique dans les centrales nécessite de l'amener jusqu'à l'utilisateur final (consommateur). Ainsi pour atteindre l'adéquation entre la production et la consommation, qui se traduit par la performance économique.

Le système électrique s'appuie sur des réseaux structurés en plusieurs niveaux, ces sont caractérisés par des tensions électriques différents (haut tension « HTB », Moyenne tension « HTA », basse tension « BT »), et équipés de moyen de transformation adaptés.

Le système électrique est aussi constitué des réseaux de transports et de distribution. Partant des centres de production, le réseau de transport alimente des postes sources qui permettent délivrer de l'énergie au réseau de distribution. Ce dernier est constitué des ouvrages distribuant l'énergie vers les installations des consommateurs.

# Un réseau électrique

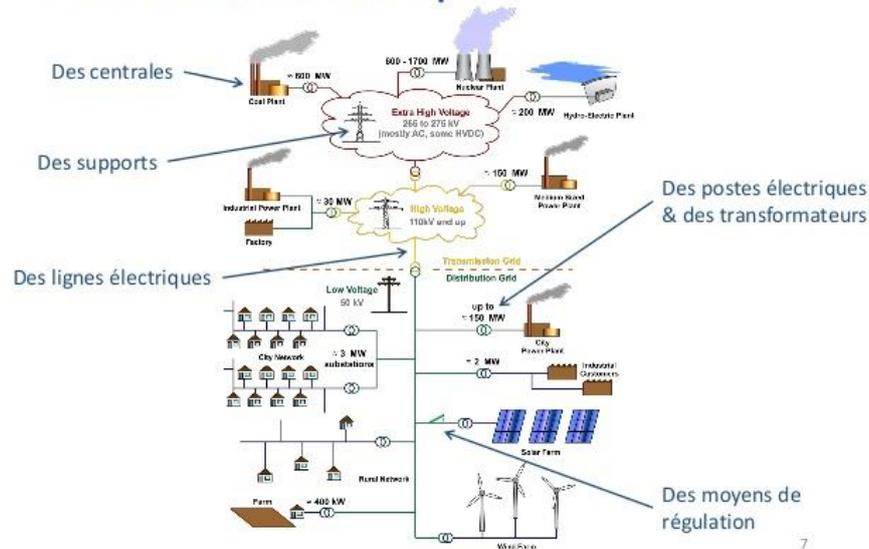


Figure 1.7. Les différentes parties d'un réseau électrique.

## 1.3.3 Gammes des tensions utilisées par le groupe SONELGAZ

La nouvelle norme en vigueur en Algérie (SONELGAZ) définit les niveaux de tension alternative comme suit :

Domaines de Tension		Valeur de la tension composée nominale ( $U_n$ en Volts)	
		Tension Alternatif	Tension Continu
Très Basse Tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$
Basse Tension (BT)	BTB	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Haute Tension (HT)	HTA ou MT	$1000 < U_n \leq 50\ 000$	$1500 < U_n \leq 75\ 000$
	HTB	$U_n > 50\ 000$	$U_n > 75\ 000$

Tableau 1.1. Tableau des gammes de tension. [2]

## 1.3.4 Différents types de réseaux électriques

Les réseaux électriques sont partagés trois types : [3] [4]

### a Réseaux de transport et d'interconnexion

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).

-De permettre une exploitation économique et sûre des moyens de production en assurant une compensation des différents aléas (fonction interconnexion).

### **b Réseaux de répartition**

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

-Ces réseaux sont en grande part constitués des lignes aériennes, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de kilomètres. Leur structure est, soit en boucle fermée, soit le plus souvent en boucle ouverte, mais peut aussi se terminer en antenne au niveau de certains postes de transformation.

-En zone urbaine dense, ces réseaux peuvent être souterrains sur des longueurs n'excédant pas quelques kilomètres.

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

-La tension est 90 kV ou 63kV.

-Neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre.

-Limitation courant neutre à 1500 A pour le 90kV.

- Limitation courant neutre à 1000 A pour le 63kV.
- Réseaux en boucle ouverte ou fermée.

### **c Réseaux de distribution**

Les réseaux de distribution commencent à partir des tensions inférieures à 63 kV et des postes (source) de transformation HTA/BT avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension 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.

▪ **Réseaux de distribution à moyenne tension :**

HTA (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.

▪ **Réseaux de distribution à basse tension :**

BTA (230 / 400 V),

- Réseaux de type radial, maillés et bouclés.

### **1.3.5 Différentes structures du réseau électrique**

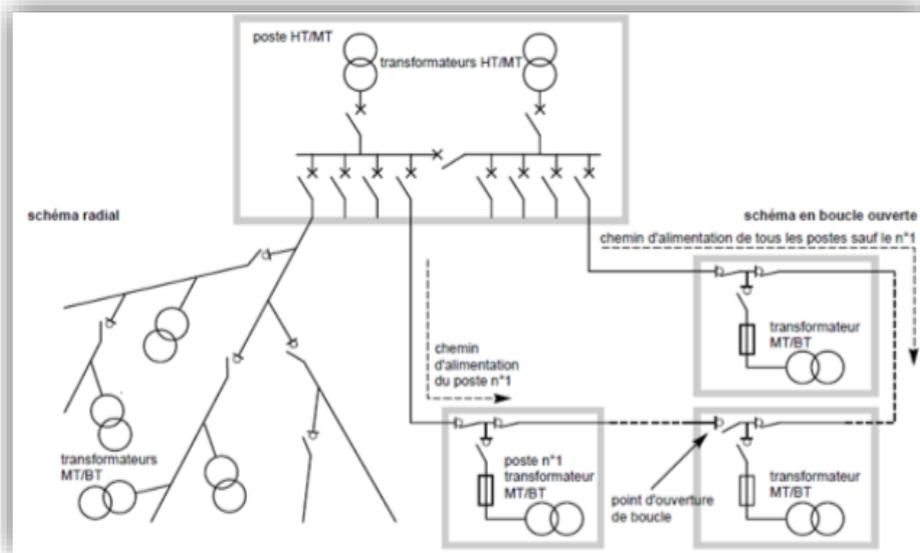
Il existe 3 structures basées sur les qualités de service : [5]

#### **a Réseaux à structure radial**

C'est une structure ultra simple dont le schéma unifilaire est une arborescence, à l'origine se trouve un poste (HTB/HTA) relié à des réseaux de répartition constitués de postes (HTA/BT) qui assure la distribution de l'énergie électrique.

Parmi les avantages de ce type de réseau c'est qu'il est extra simple à étudier et à construire, en cas de défaut il suffit d'ouvrir l'appareille de protection placé en tête de ligne, ainsi dans toutes les branches. L'énergie circule dans un sens bien défini, ce qui permet de protéger et de commander celle-ci d'une façon simple, donc par un matériel peut onéreux.

Toutefois, ce genre de réseau présent des lacunes, en effet il provoque une grande chute de tension comparativement à d'autres distributions. De plus, le réseau radiale ne peut assurer une bonne continuité de service, du fait qu'un incident ou une coupure entraîne la mise hors service du réseau sans aucune possibilité de réalimentation de secours.



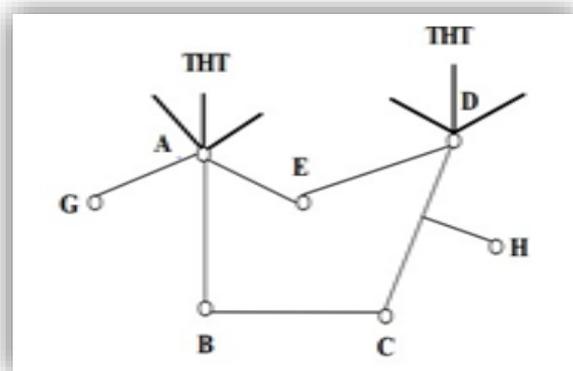
**Figure 1.8.** Structure du réseau radial.

### b Réseaux à structure bouclée

Une structure bouclée se distingue par l'existence d'un certain nombre de boucles fermées, contenant un nombre limité de sources.

L'avantage principal de ce type de réseau est qu'en cas de défaut d'un élément la continuité de service est toujours assurée, car la mise hors tension d'un tronçon bien défini n'entraîne pas des surcharges inadmissibles pour les autres. Fait du rapport de charge cet est donc de fortes sections.

L'inconvénient de ce type de réseau est lié au coup de réalisation et de sa mise en œuvre qui est très importante sans compter le coup des protections.



**Figure 1.9.** Structure du réseau radial bouclée.

### c Réseaux à structure maillée

Les réseaux maillés sont des réseaux où les liaisons forment des boucles réalisant une structure semblable à la maille d'un filet.

Ce type de réseau présente l'avantage d'offrir d'une meilleure sécurité d'exploitation et une continuité de service pour les consommateurs, car en cas de défaut il suffit d'isoler le tronçon défectueux entre les deux nœuds.

Son inconvénient réside au niveau de l'étude de ce type de réseau qui est très complexe, aussi sa réalisation est plus coûteuse par rapport à d'autres types de réseaux électriques.

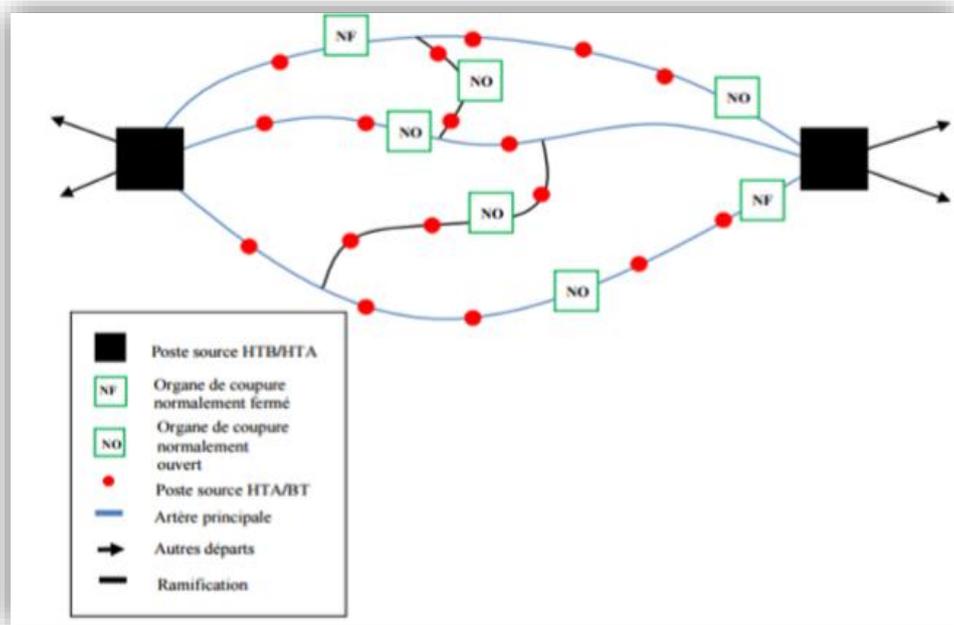


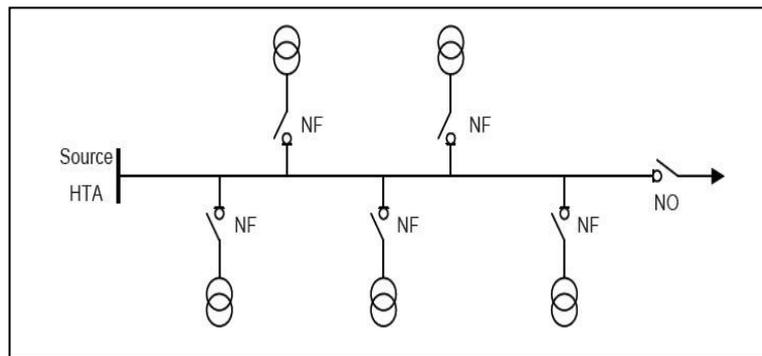
Figure 1.10. Structure du réseau maillé.

## 1.3.6 Ligne électriques [6]

### a Réseaux HTA aériens

Les zones rurales à faible densité de charge sont alimentées par des lignes HTA aériennes en simple dérivation (figure 1.11), traditionnellement moins coûteuses que les câbles souterraines.

Le dimensionnement de ces ouvrages est lié aux chutes de tension maximales admissibles en raison de l'éloignement des charges à desservir.



**Figure 1.11.** Réseau HTA aérienne en Simple dérivation.

\*NF désigne un interrupteur normalement ferme

\* NO un interrupteur normalement ouvert.

✓ **Avantages de réseau aérien :**

- Sont moins coûteuses que les câbles souterrains au point de vue des frais d'installation et de réparation.
- permettent une surveillance aisée de leur état et un repérage facile des accidents et défauts.
- peuvent être réparées très rapidement en cas d'accident ou de défaut.
- peuvent être surchargées en intensité de courant sans trop de danger.

✓ **Inconvénient de réseau aérien:**

- Sont exposées aux surtensions d'origine atmosphérique;
- leur installation donne lieu à de difficiles discussions avec les propriétaires des terrains surplombés;
- soulèvent des problèmes d'esthétique et de respect des sites;
- sont susceptibles d'induire des forces électromotrices perturbatrices ou dangereuses dans les circuits de télécommunication;
- sont susceptibles de produire des perturbations radioélectriques gênant les

réceptions de radiodiffusion et de télévision;

- la rupture de leurs conducteurs est susceptible de présenter des dangers pour les personnes, les animaux.
- Selon certains scientifiques, les champs électriques et magnétiques peuvent exercer une influence néfaste sur la santé.

#### **b Réseaux HTA souterrains**

Les zones urbaines ou mixtes à forte densité de charge sont alimentées par des câbles HTA enterrés en double dérivation (figure I.12) ou en coupure d'artère (figure I.13).

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 notable du surcoût lié à cette technique. De plus, une volonté politique croissante de qualité environnementale tend à la réduction de l'impact visuel des ouvrages.

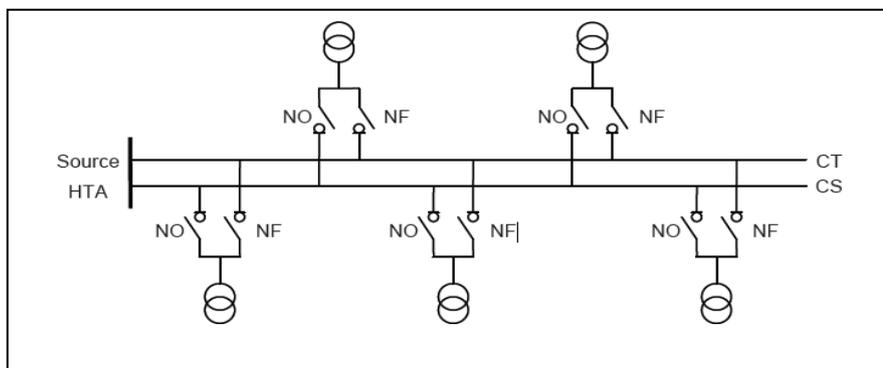
##### ✓ **Avantages de réseau souterrain:**

- Constituent la seule solution possible dans les agglomérations denses.
- sont soustraites aux surtensions d'origine atmosphérique.
- ne causent pas d'interférences avec les circuits de télécommunications et les réceptions de radiodiffusion et télévision.
- seule solution possible pour traverser de larges fleuves ou des bras de mer lorsque la distance franchir dépasse 3 km.

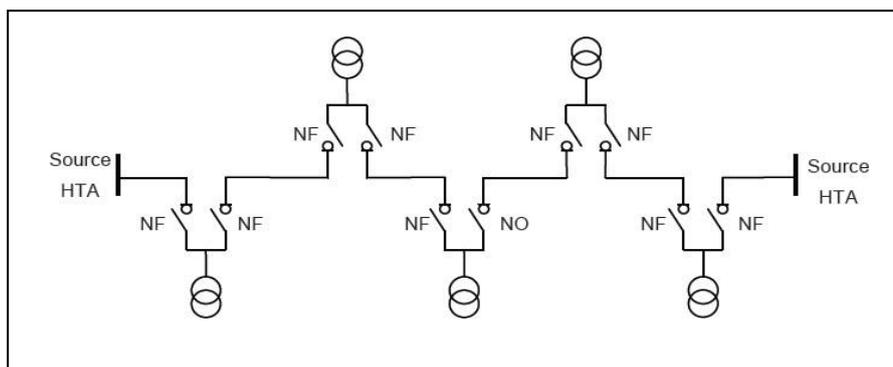
##### ✓ **Inconvénients de réseau souterrain :**

- Sont d'un coût beaucoup plus élevé que celui des lignes aériennes. La différence est d'autant plus grande que la tension est plus élevée.

- le repérage des défauts y est délicat et lent.
- les réparations sont coûteuses et parfois malaisées.
- leurs armures et gaines doivent être protégées contre les effets de corrosion dus aux courants vagabonds.
- risquent d'être détériorés en cas de mouvements de terrains (particulièrement à craindre dans les régions minières).
- leur isolement est susceptible d'être détérioré par élévation de température des conducteurs en cas de surcharge.



**Figure 1.12.** Réseaux HTA souterrains en double dérivation.



**Figure 1.13.** Réseaux HTA souterrains en Coupure d'artère.

## 1.4 Poste de transformation

### 1.4.1 Introduction aux 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: [7]

**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, permettant le secours mutuel entre deux réseaux de deux pays ou inter régions dans le cadre d'échange d'énergie ou en cas d'incident.

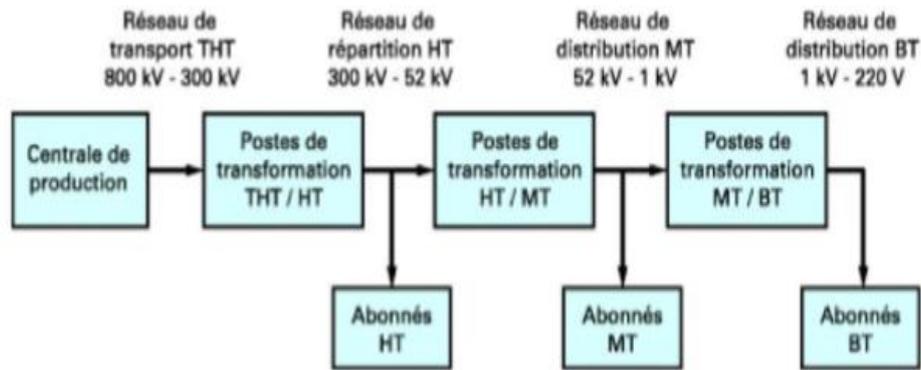
**c Postes de distribution**

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/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.



**Figure .14.** Le cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT.

### 1.4.2 Postes HTB/HTA (postes sources)

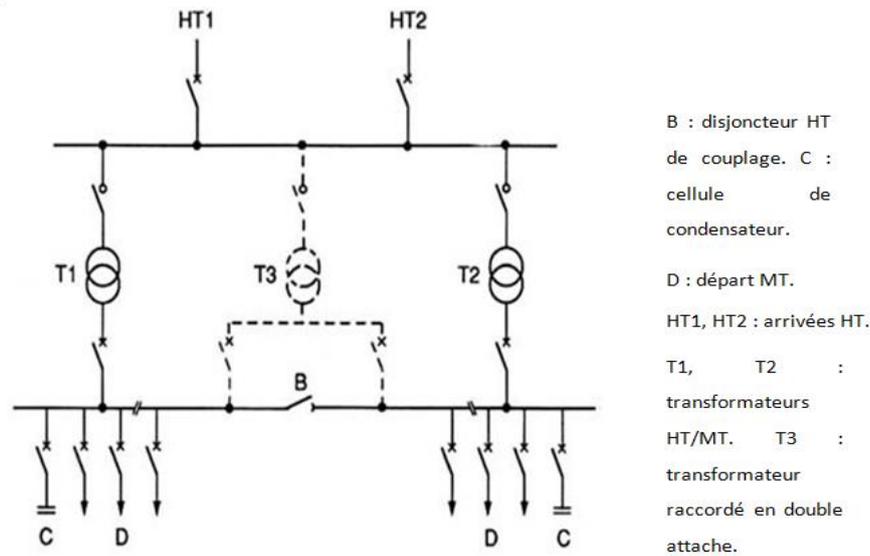
Les postes de transformation augmentent la moyenne tension produite en très haute tension, pour assurer un transport économique d'énergie électrique.

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 (Fig. I.15) [8].

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

- une ou plusieurs travées de lignes HTA.
- 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.
- Un ou plusieurs transformateurs HTA/BT servant à l'alimentation des services auxiliaires à courant alternatif.
- Une ou plusieurs sources de courant continu.
- Un équipement pour la télé conduite (capteurs + CCN + convertisseurs + radios + RTU).

- Des circuits BT de commande, de contrôle et de protection.

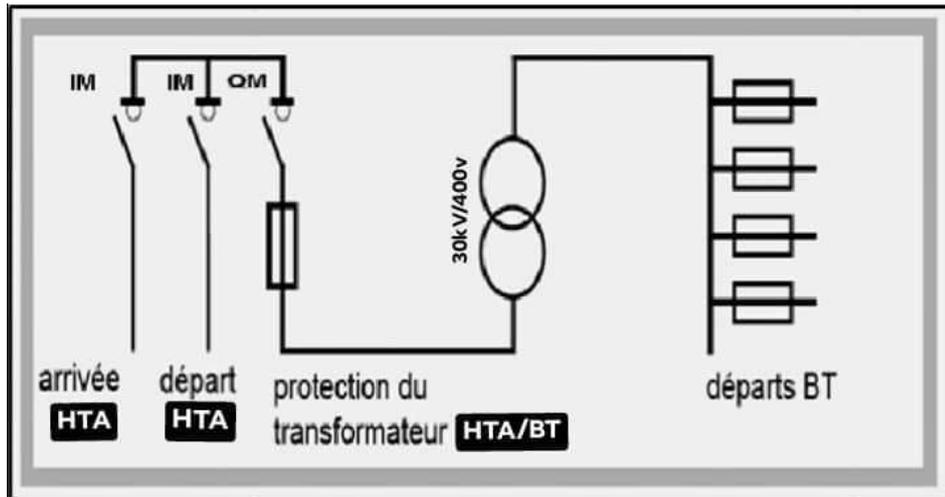


**Figure 1.15.** Schéma d'un poste HTB/HTA.

### 1.4.3 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: [8]

- 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:
  - 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 1.16.* Poste de distribution HTA/BT.

#### 1.4.4 Fonction des postes HTA/BT [7]

##### 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 1.17.* 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.

## 1.4.5 Types de poste HTA/BT

### a Poste sur poteau dit H61

C'est le poste le plus simple, utilisé dans un réseau aérien. Apparu dans les années 50, son principe de conception est de considérer qu'il fait partie intégrante de la ligne (figure 1.18). 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 1.19.a), ce disjoncteur a un rôle de protection contre les surintensités. Ce type de poste est simple et peu coûteux. Les puissances normalisées du transformateur sont : 63, 100 et 160 kVA.

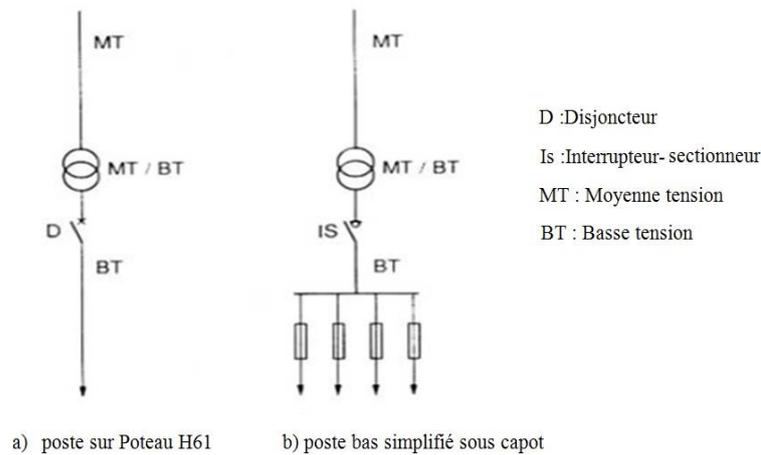


*Figure 1.18.* Poste sur poteau dit H61.

### b Poste bas simplifié saucet

Généralement préfabriqué, raccordé exclusivement sur des réseaux aériens HTA, ce type de poste (relativement simplifié et compact, 3 m<sup>2</sup> 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 1.19.b).

La liaison avec le réseau HTA s'effectue par descente aiéro-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.



**Figure 1.19.** Types de poste HTA/BT.

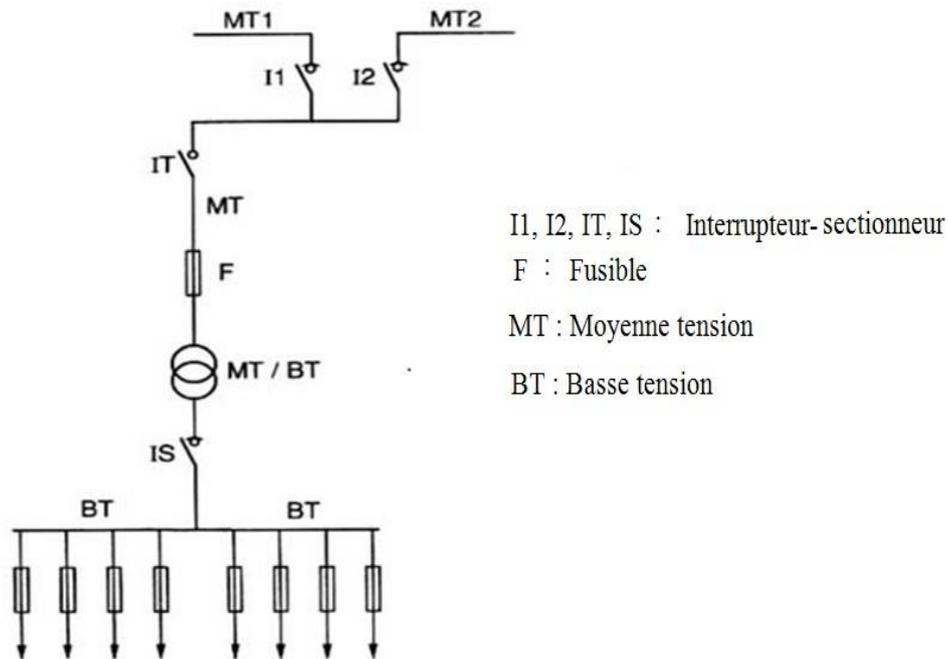
### c Postes de type urbain raccordés en souterrain

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 1.20). 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.

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



**Figure 1.20.** Poste HTA/BT de type urbain raccordé en souterrain.

### 1.4.6 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.



**Figure 1.21.** Des departs au niveau de poste source SIDI KBIR.

- **Câble** : c'est un élément essentiel du réseau, sa fonction est le transit de l'énergie électrique. Sa durée de vie dépend des conditions auxquelles il est soumis.
- **Disjoncteur** : c'est un appareil de protection qui assure l'élimination des défauts survenant dans les circuits qu'ils protègent.



**Figure 1.22.** Disjoncteur HTA (30 kV).

- **Sectionneur** : il est utilisé pour effectuer à vide des manœuvres d'isolement des lignes 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 écoulant à la terre le courant de foudre.



**Figure 1.23.** 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** : pour la protection
  
- **Transformateurs de puissance** : Ils sont en général à refroidissement naturel, comportant des enroulements en cuivre, le diélectrique utilisé est l'huile (immergé), 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).

- **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.

## **1.5 Conclusion**

A travers ce chapitre nous avons présenté les postes sources (HTB/HTA) et les postes de distributions (HTA/BT) qui sont l'interface entre les réseaux de distribution HTA et BT et sont au cœur de la distribution électrique de puissance, au plus près des utilisateurs de l'énergie électrique en basse tension. Comme on a présenté les différents équipements de ces postes.

## ***Chapitre 2***

# **Systeme de supervision et télé conduite SCADA**

# Chapitre 2 Système de supervision et télé conduit

## SCADA

---

### 2.1 Introduction

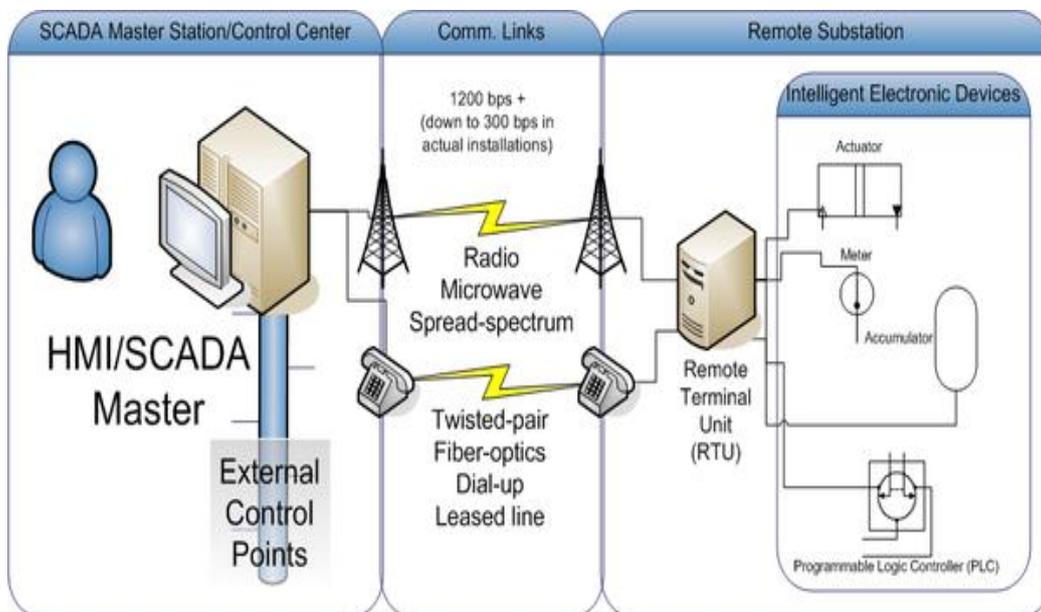
Les premiers systèmes SCADA sont apparus dans les années 1960. Pour la première fois il devenait possible d'actionner une commande de terrain (une vanne par exemple) depuis un centre de contrôle à distance, plutôt que par une intervention manuelle sur site.

Aujourd'hui, les systèmes 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.

En Algérie le premier système SCADA a été installé dans les années 2000 au niveau de la société de distribution (Blida), Dans ce chapitre nous allons présenter une description architecturale, ainsi que leur interface avec le matériel du procédé, la fonctionnalité, la réalisation et le développement des équipements, et aussi les avantages de ce système.

## 2.2 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 : [9] [10] .



**Figure 2.1.** Architecture d'un système SCADA.

## **2.3 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 implante :

- Les postes HTB/HTA
- Les postes HTA/BT
- Les postes HTA/ HTA
- Les interrupteurs aériens télécommandent (IAT/ IAT-CT)

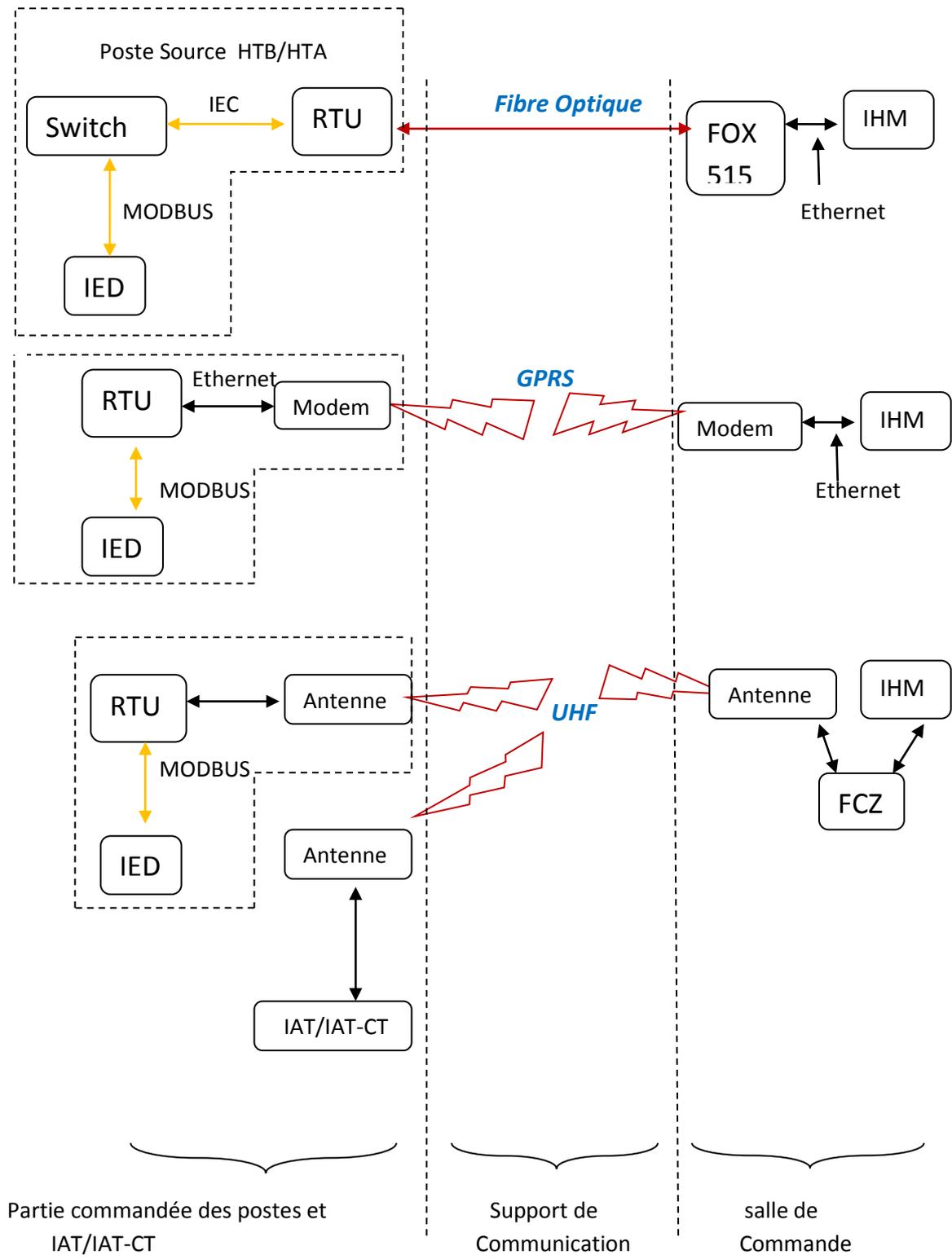


Figure 2.2. Architecture MICRO SCADA Blida.

## 2.4 Élément du SCADA

### 2.4.1 RTU

Une unité terminale distante (Remote Terminal Unit) C'est une entité d'acquisition de données et de commande généralement à base de microprocesseur (actuellement on utilise des automates programmables). Il sert à contrôler et superviser localement l'instrumentation d'un site éloigné et transférer les données requises vers la salle de contrôle principal ou parfois à d'autres RTU. Il se compose de contrôleur, des cartes d'entrées et sorties (analogique, tout ou rien, impulsions) et des modules de communication [11] [12].



**Figure 2.3.** Unité terminale distante (RTU).

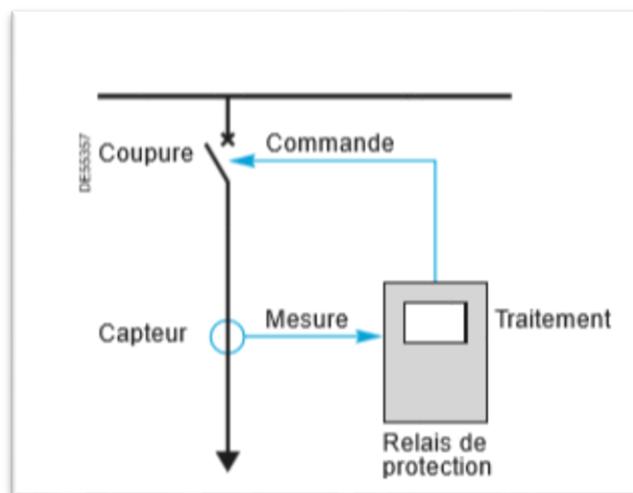
Les différents fonctions du RTU est :

- Conduite du poste
- Acquisition des données
- Traitement des défauts / Maintenance
- Signalisation des défauts
- Supervision des protections

## 2.4.2 Relais de protection

An anglais IED (Intelligent Electronic Device) sont des relais de protection des appareils qui reçoivent un ou plusieurs informations (signaux) à caractère analogique (courant, tension, puissance, fréquence, température, ...etc.) et le transmettent à un ordre binaire (fermeture ou ouverture d'un circuit de commande) lorsque ces informations reçues atteignent les valeurs supérieures ou inférieures à certaines limites qui sont fixées à l'avance.

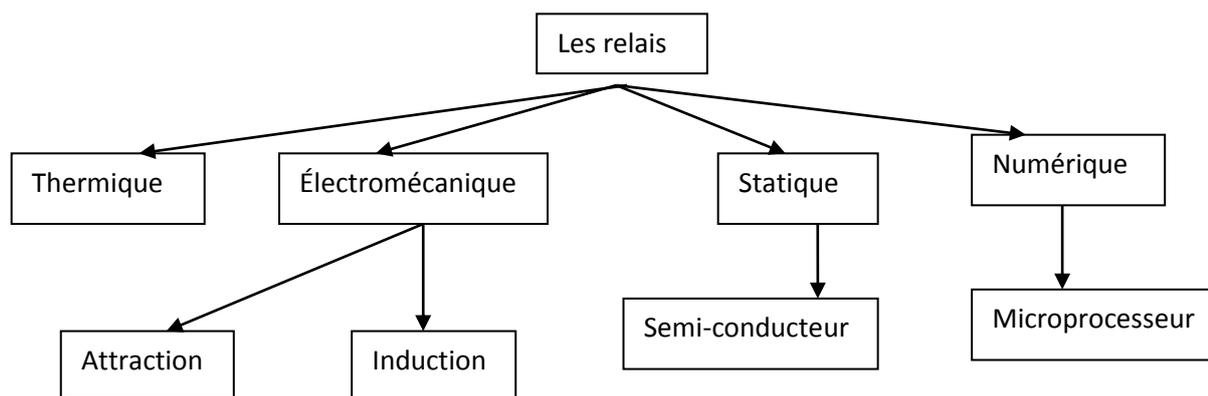
Le rôle des relais de protection est de détecter tout phénomène anormal pouvant se produire sur un réseau électrique tel que le court-circuit, variation de tension. ...etc. Un relais de protection détecte l'existence de conditions anormales par la surveillance continue, détermine quels disjoncteurs ouvrir et alimente les circuits de déclenchement [13].



**Figure 2.4:** Chaîne de protection.

Les relais de protection électrique sont classés en 4 types :

- Les relais électromécaniques.
- Les relais thermique.
- Les relais statique.
- Les relais numériques



**Figure 2.5.** Type des relais.

## 2.4.3 Equipements télécommande

### a Disjoncteur

Un disjoncteur est destiné à établir, supporter et interrompre des courants, sous sa tension assignée. Dans les conditions normales et anormales du réseau. Il est très généralement associé à un système de protection (relais), qui détecte le défaut et envoie des ordres au disjoncteur pour éliminer automatiquement le défaut ou pour remettre en service un circuit lorsque le défaut a été éliminé. Sa fonction principale est d'interrompre le flux de courant détecté lors d'un défaut. Le principe de base de tous les disjoncteurs est d'essayer de détecter le passage du courant par la valeur zéro et d'interrompre le flux de courant à ce moment, le disjoncteur ne réussit pas souvent à interrompre le courant durant la première tentative, plusieurs cycles de la fréquence fondamentale du courant sont nécessaires pour une interruption complète du flux de courant, ce qui affecte la vitesse du disjoncteur. Les disjoncteurs rapides utilisés dans la HT sont d'un cycle, par contre ceux utilisés dans la BT prennent 20 à 50 cycles pour ouvrir. De plus pour distinguer entre un défaut permanent et un défaut temporaire le concept d'auto-enclenchement est utilisé. Quand le disjoncteur déclenche il reste ouvert un certain temps ensuite il ferme automatiquement. Cette action permet au relais de vérifier si le défaut continue d'exister, et dans ce cas de déclencher de nouveau. Si le défaut a disparu, le relais ne fonctionne pas et la ligne va rester en service.

- Déclencheur thermique : Protection contre les surcharges.
- Déclencheur magnétique instantané ou à retard : Protection contre les courts-circuits.
- Protection différentielle contre les défauts de mode commun (protection des personnes).
- Déclencheur électronique instantané ou à retard.

Le disjoncteur HT est caractérisé essentiellement par la technique utilisée pour la coupure :

- Les disjoncteurs à l'huile.
- Les disjoncteurs à air comprimé.
- Les disjoncteurs utilisant le gaz SF6.



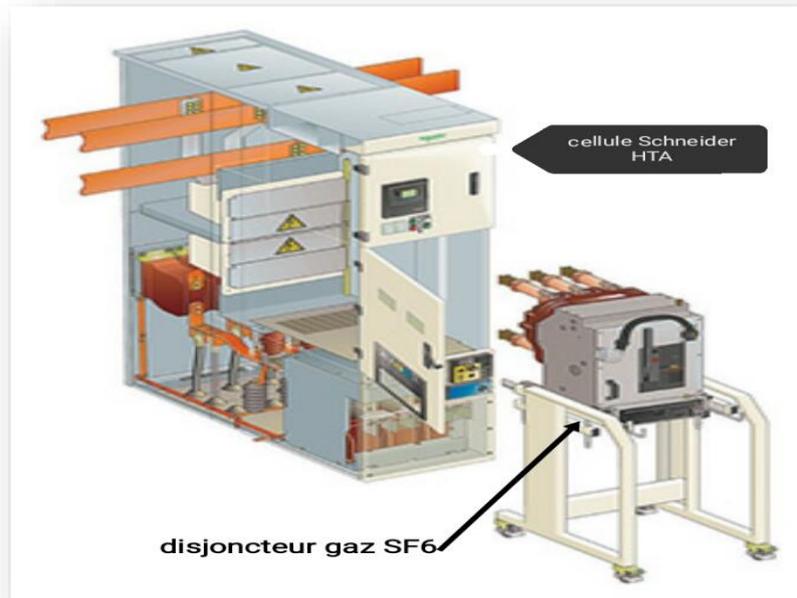
**Figure 2.6** Disjoncteur de la haute tension.

### **Disjoncteur gaz sf6 :**

La mise au point de nouvelles générations de disjoncteur SF6 (hexafluorure de soufre) très performantes a entraîné dans les années 1970 la suprématie des appareils SF6 dans la gamme 7,2 kV à 245 kV et le seul type qui est utilisé par notre société ( la DD de Blida ) . Sur le plan technique, plusieurs caractéristiques des disjoncteurs SF6 peuvent expliquer leur succès:

- La simplicité de la chambre de coupure qui ne nécessite pas de chambre auxiliaire pour la Coupure.
- L'autonomie des appareils apportée par la technique auto-pneumatique (sans compresseur de gaz).
- La possibilité d'obtenir les performances les plus élevées, jusqu'à 63 kA.
- Une durée d'élimination de court-circuit court, de 2 à 2,5 cycles en réseau

- La durée de vie d'au moins de 25 ans.
- Faible niveau de bruit.
- Zéro maintenance (régénération du gaz SF6 après coupure).
- Eteint l'arc dix fois mieux que l'air.



**Figure 2.7.** Disjoncteur a gaz SF6.

### **b Interrupteur aérien (IAT/ IAT-CT)**

C'est des interrupteurs tri phases installés dans les réseaux aériens de distribution moyen tension, en zone rurale ou semi urbain, ils sont construits autour d'une coupure en ambiance SF6 sous enveloppe métallique pouvant couper 400 ou 630 A, sous tension jusqu'à 38Kv, et qui est associée avec des coffrets de commande la marque AUGUSTE et une antenne.

Le coffret regroupe dans un encombrement réduit l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la commande d'un interrupteur et à la détection de défaut sur la ligne et d'automatisme et permet de fiabiliser le réseau électrique et réduisant le nombre et durée des coupures.



**Figure 2.8.** Interrupteur aérien IAT/IAT-CT

✓ **Télécommunication avec le poste de conduite :**

Le coffret de contrôle commande intégrant des fonctions de télécommunication par (RADIO) permet la télé conduite de l'interrupteur par un système SCADA.

## **2.5 Supports de communication**

### **2.5.1 Définition**

Nous appelons support de transmission tout moyen permettant de transporter des données sous forme de signaux de leur source vers leur destination.

La transmission des informations nécessite aussi de disposer d'un ou de plusieurs supports matériels. Dans le cas du contrôle-commande des réseaux électriques, les supports utilisés sont :

- Les supports limites (palpables) : la paire torsadée, le câble coaxial, la fibre optique.
- Les supports non limites tels que l'air (ondes électromagnétiques, ondes radios, GPRS).

## 2.5.2 Différente type de support

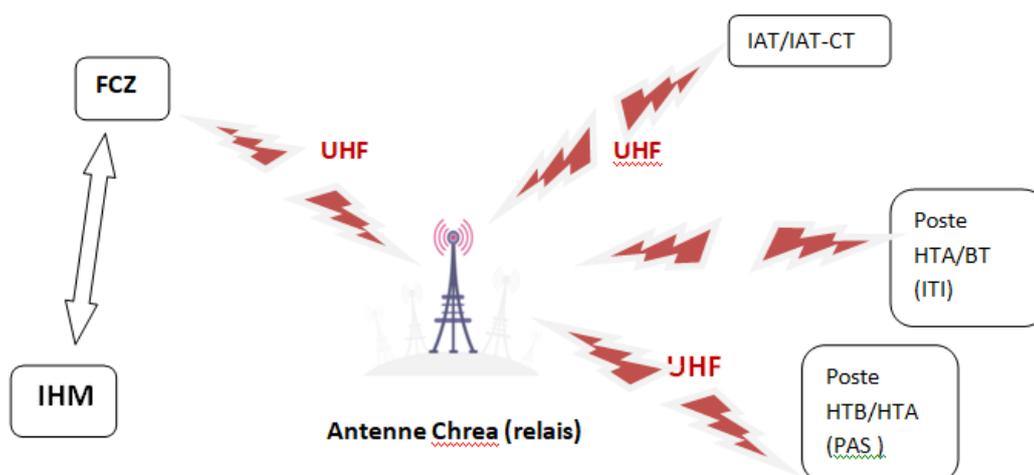
### a Radio (UHF) [15]

La bande uhf (Ultra High Fréquence) est le terme officiel désignant les fréquences de 300 à 3 000 MHz, leur usage s'est développé avec la saturation de la bande VHF pour les applications de radiotéléphonie fixe ou mobile et de télévision, au fur et à mesure de la disponibilité de composants adaptés, en particulier le passage de l'électronique à tubes aux transistors.

SONELGAZ utilise le système UHF pour conduire des postes HTA/BT, des départs et des postes de livraison base tension plus les interrupteurs IAT/IAT-CT (48 interrupteur télécommande parmi 230).

Nom poste	Type de poste	Gamme de tension	N° départ
Boufarik	Source	60KV/30KV	11
		60KV/10KV	11
Bni mered	Source	60KV/30KV	19
Affroune	Source	60KV/30KV	15
Poste(19) (ancien)	source	10KV/10KV HTA/HTA	10
Bni tamou	Source	60KV/10KV	13

**Tableau 2.1.** Postes télé conduite par UHF.



**Figure 2.9 :** architecture de communication par UHF.

## b Fibre optique

### 1. Définition

La fibre optique est un support de transmission permettant d'émettre des milliards d'information à la seconde. Elle est considérée comme une solution concurrentielle aux autres supports de transmission, grâce à sa bande passante élevée et son niveau de perte le plus bas.

Une fibre est un guide d'onde cylindrique et diélectrique. Elle est constituée de deux diélectriques de même axe, le cœur et la gaine, entourés d'une gaine de protection. [16]

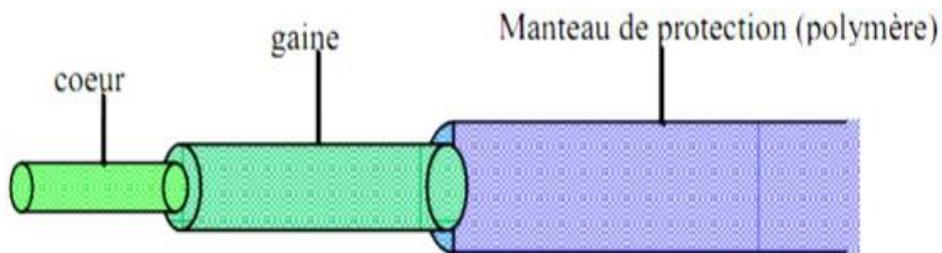


Figure 2.10. Structure d'une fibre optique.

### 2. Principe de base de la transmission

L'intérêt de transmettre l'information de manière optique est d'obtenir des débits de transmission très importants pour les plus grandes distances possibles.

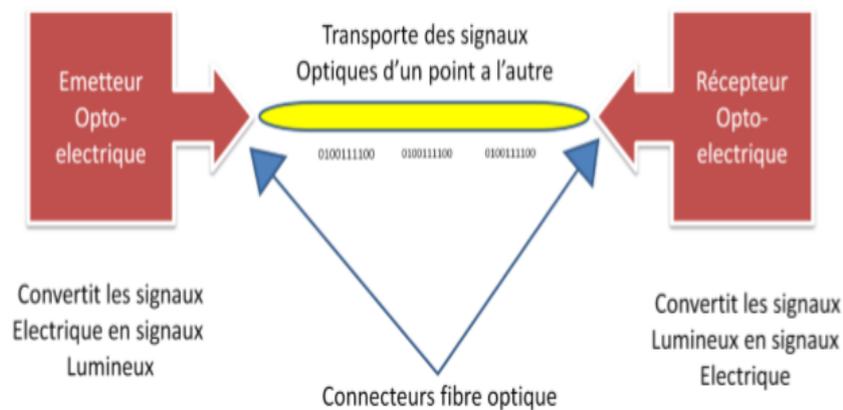


Figure 2.11 Schéma d'une ligne de transmission par fibre optique.

La direction de distribution Blida a réalisé des progrès significatifs dans son système SCADA, avec l'ajout d'un support de transmission la fibre optique, qui est pris en charge en 2012 et qui contrôle actuellement 6 poste source et chaque poste contiens un nombre de départ :

Nom de poste	Type de poste	Game de tension	N° : départ
Boufarik	Source	60KV/30KV	11
Boufarik	Source	60KV/10KV	11
MEFTAH	Source	60KV/30KV	16
Soumàa	Source	60KV/10KV	22
Sidi KBIR	Source	60KV/10KV	20
MARAMAN	Source	60KV/30KV	28

**Tableau 2.2.** Postes commandes par fibre optique.

➤ **Les avantages de la fibre optique peuvent être classés en : [17]**

1. Performances de transmission : Très faible atténuation, très grande bande passante.

Possibilités de multiplexage(en longueur d'ondes).

2. Avantages de mise en œuvre : Très petite taille, grande souplesse, faible poids.

3. Sécurité électrique : Isolation totale entre terminaux, utilisation possible en ambiance explosive ou sous de forte tension.

4. Sécurité électromagnétique : Insensible aux parasites et elle n'en crée pas, inviolabilité presque totale.

5. Avantage économique : Moindre coût, en comparaison avec d'autres supports.

## **c GPRS**

### **1. Présentation du GPRS**

La norme GPRS (General Packet Radio System) spécifie un nouveau support de transmission de données en mode autre que le mode circuit, c'est le mode paquets. Ce mode permet de transporter des données en optimisant l'utilisation des ressources du sous système radio et du sous système fixe. Le GPRS est une technologie orientée paquets à fonctionner sur des réseaux GSM fonctionnant eux en commutation de circuit. Cette technologie (GPRS) est destinée à remplacer les Technologies CSD (Circuit Switched Data) et SMS (Short Message Service) qui est utilisée pour le transport des données sur les réseaux GSM. Le déploiement de GPRS ne nécessitera que la mise en place de nouvelles couches logicielles pour gérer ce mode, ainsi que le déploiement de nouvelles cellules afin de densifier le réseau, condition incontournable si l'on souhaite augmenter le débit des transferts de données.

Le fonctionnement de GPRS à nécessiter d'adapter en second cœur de réseau chez les opérateurs GSM, et de développer une maîtrise des technologies de routage TCP/IP [18].

## **2. La commutation de paquets**

La technologie de transport des données utilisée par GPRS s'appelle la commutation paquets. Bien connue sur les réseaux informatiques, cette technique est en revanche nouvelle pour les réseaux sans fil. Le principal avantage de la commutation de paquets réside dans le fait que les ressources radio ne sont utilisées que lorsque les utilisateurs émettent ou reçoivent des données. Dans le cas de GPRS, le canal de données est partagé entre les utilisateurs au rythme émission/réceptions de données de chacun. Cette technologie permet d'une part d'optimiser l'utilisation des ressources radio et d'atteindre des débits de 171,2 Kbits/s ou de 126,4 Kbits/s en ce qui concerne l'infrastructure du réseau, et d'autre part d'envisager d'autres modes de facturation de l'utilisateur. Ce mode de fonctionnement permet d'utiliser les services protocolaires TCP/IP sur des périphériques portables. [19]

### **➤ Avantage de la commutation par paquets :**

-La commutation de paquets est particulièrement adaptée aux applications générant un trafic sporadique.

-La facturation est alors basée sur la quantité de données transmises.

-Il permet une exploitation optimale des ressources grâce à une allocation dynamique de canal.

### **➤ Inconvénient de la commutation par paquets :**

Le principal inconvénient de ce mode de transfert est l'augmentation des délais de transfert par rapport à la commutation de circuit. Lorsque les informations à transmettre deviennent volumineuses, le débit du GPRS n'est plus suffisant, c'est cette contrainte qui a donné naissance à EDGE, qui offre des débits plus supérieurs. [20]

## **2.6 Protocole de communication**

### **2.6.1 Définition**

Les protocoles de communication sont des descriptions formelles de formats et de règles de messages numériques. Ils sont nécessaires pour échanger des messages dans ou

entre des systèmes informatiques et sont nécessaires dans les télécommunications. Les protocoles de communication couvrent l'authentification, la détection et la correction des erreurs et la signalisation. Ils peuvent également décrire la syntaxe, la sémantique et la synchronisation des communications analogiques et numériques. Les protocoles de communication sont implémentés dans le matériel et les logiciels. Des milliers de protocoles de communication sont utilisés partout dans les communications analogiques et numériques. Les réseaux informatiques ne peuvent exister sans eux.

## 2.6.2 Mode d'utilisation différent protocole

### a MODBUS

MODBUS est un protocole de communication non-propriétaire .Développé en 1979 par MODICON (maintenant Schneider Electric) pour une utilisation avec des périphériques d'automates programmables, il est maintenant largement utilisé pour connecter de nombreux types d'appareils électroniques industriels connectés à différents types de réseaux.

MODBUS est un système «maître-esclave», où le «maître» communique avec un ou plusieurs «esclaves». Le maître est généralement un automate programmable, un PC, DCS (Distributed Control System) ou RTU (Remote Terminal Unit) . Les esclaves MODBUS RTU sont souvent des périphériques connectés au réseau dans une configuration multipoint.

Quand un MODBUS RTU maître veut des informations d'un périphérique, le maître envoie un message contenant l'adresse de l'appareil, données qu'il veut et une somme de contrôle pour la détection des erreurs. Le message est affiché sur tous les autres périphériques du réseau, mais seul le périphérique adressé répond.

Il y a trois versions de MODBUS utilisées aujourd'hui et tous les messages MODBUS sont envoyés dans le même format [21] [22].

La seule différence entre les trois types MODBUS c'est comment les messages sont codés :

- **MODBUS RTU (RS232, RS422, RS485)** : les données sont sur 8 bits, Il est constitué de trames contenant le numéro de l'esclave concerné, la fonction à traiter (écriture,

lecture), la donnée et le code de vérification d'erreur appelé Contrôle de Redondance Cyclique sur 16 bits ou CRC16.

Champ Adresse	Champ fonction	Champ données	Contrôle de Redondance Cyclique
---------------	----------------	---------------	---------------------------------

- **MODBUS / TCP** : protocole de communication via Ethernet, il est constitué de trames contenant la fonction à traiter (écriture, lecture) et la donnée. L'adresse du serveur concerné est son adresse IP.

- **MODBUS ASCII** : les données sont sur 7 bits (les trames sont donc visibles en hexadécimal et il faut deux caractères pour représenter un octet).

#### **b Le protocole IEC 60870-5-101**

C'est norme internationale spécifiée par la Commission Electrotechnique Internationale. Le protocole IEC 101 spécifie le codage des données et les règles d'échange de ces données entre deux équipements. Le protocole IEC101 est basé sur le modèle de référence à 3 couches qui est une version simplifiée du modèle ISO à 7 couches.

Les 3 couches utilisées sont les couches : Physique, Liaison. Application.

➤ **Ce protocole permet de fonctionner selon 2 modes de transmission :**

Les échanges peuvent être de **type asymétrique** (mode maître - esclave) ou de **type symétrique** (mode maître – maître).

Dans le mode asymétrique, le Superviseur est le maître et les équipements à commander, entant qu'esclave, se limite à répondre aux demandes du maître. Dans le mode symétrique, chaque équipement peut initier un dialogue.

Le protocole IEC-101 spécifie les données qui peuvent être échangées et la forme sous laquelle elles sont transmises. Parmi les nombreuses informations auxquelles le protocole donne accès, on trouve:

- Des signalisations (simples ou doubles).
- Des mesures (suivant plusieurs formats).
- Des compteurs.

## 2.7 Fonctionnement de système

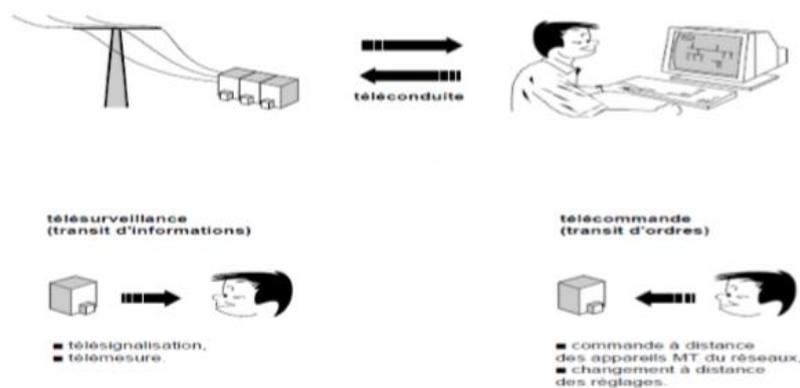
Le système gèrera les données suivantes:

- **Télécommande double (TCD) :**

-commande d'ouverture et de fermeture les interrupteurs aériens (IAT/IAT-CT) et les disjoncteurs.

- **Télésignalisations doubles (TSD) :**

Etats des disjoncteurs et interrupteurs (Ouverture / Fermeture)



*Figure 2.12* Principe de la télé conduit.

- **Télésignalisation simple (TSS) :**

-Signalisations automatismes : en service, hors service, automatisme activé

- Reset des détecteurs de défaut

- Signalisations complémentaires disponibles (ouverture porte, ...)

- Manque alimentation AC

- Manque alimentation AC temporisée (2 ou 4heures)

- Défaut chargeur

- Défaut batterie

- Défaut alimentation motorisation 48Vcc

- Défaut commande

- Position interrupteur incohérente
- Mode de d'exploitation Local/distant
- Signalisation des détecteurs de courants de défaut : défaut phase-phase et phase-terre
- Position sectionneur de terre des interrupteurs
- Etat de communication : date de la dernière connexion

- **Télémesures :**

- Intensité en tête des départs et au niveau des arrivées 30 et 10 KV
- Puissance active
- fréquence (linéaire)
- Mesure du courant ou de la tension

## 2.8 Le logiciel SCADA (interface homme machine)

Le logiciel d'interface homme/machine SCADA fournit à la fois des vues graphiques de l'état des terminaux à distance et leurs historiques d'alarmes. Il permet de visualiser l'ensemble des données du procédé et d'intervenir à distance sur les machines, il génère des rapports d'exploitation et de contrôle de données environnementales. Il archive la synthèse des données dans ses bases d'historiques.

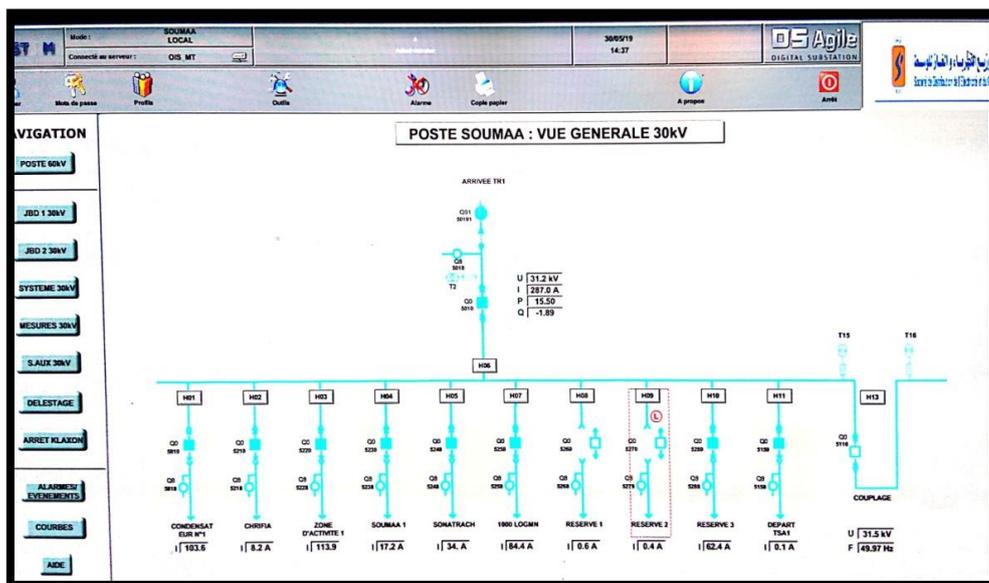


Figure 2.13. Vue à l'aide de SCADA.

Les fonctions principales d'un logiciel SCADA sont les actions suivantes :

- ❖ La visualisation des données d'exploitation à travers la totalité des installations.
- ❖ L'acquisition, le stockage et l'extraction des données d'exploitation importantes avec les commentaires saisis par l'opérateur.
- ❖ La visualisation des tendances en temps réel à partir de données temps réel ou depuis les bases d'archivage.
- ❖ L'amélioration de la disponibilité des installations et la fourniture des informations fiables.
- ❖ La capture des notifications d'alarme adressées au personnel d'exploitation et de maintenance par message texte ou par voie vocale.
- ❖ La génération des rapports d'exploitation et les rapports réglementaires régulièrement.
- ❖ La gestion de la sécurité des processus et des procédés à travers l'ensemble des installations et l'administration des authentifications et les habilitations pour l'accès des personnels.

En plus l'interface graphique doit faciliter aux opérateurs toute ces taches citées, l'HMI du SCADA est très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, il est le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision. Ainsi, il aide l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prise de décision, en lui offrant une très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation, avec l'affichage en différentes couleurs des résidus, des alarmes et des propositions sur l'action à entreprendre.

## **2.9 Les avantages de système**

Parmi les avantages du SCADA on retrouve : [10]

- Le suivi de près du système ; voire l'état du fonctionnement de procédé dans des écrans même s'il se situe dans une zone lointaine.
- Le contrôle et l'assurance que toutes les performances désirées sont atteintes ; de visualiser les performances désirées du système à chaque instant, et s'il y aurait une perte de performance, une alarme se déclencherait d'une manière automatique pour prévenir l'opérateur.

- Produire une alarme lorsque une faute se produit et visualise même la position où se situe la faute et l'élément défectueux, ce qui facilite la tâche du diagnostique et de l'intervention de l'opérateur.
- Donne plusieurs informations sur le système ainsi aide l'opérateur à prendre la bonne décision, et ne pas se tromper dans son intervention.
- Diminue les tâches du personnel en les regroupant dans une salle de commande.
- Elimination ou réduction du nombre de visite aux sites éloignés ; avec une interface graphique, on peut suivre l'état de l'installation à chaque instant, ainsi on n'aura pas besoin de faire des visite de contrôle.

## **2.10 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté le système SCADA en détaillant ses éléments et ses supports de la communication, en passant par les protocoles les plus utilisés dans un tel système et en terminant avec son fonctionnement et ses avantages.

Le système SCADA est un outil qui permet de réaliser une supervision à distance, c'est-à-dire, que l'installation à superviser pourrait se trouver à des milliers de kilomètres du poste de pilotage, ce type de supervision est très utile pour les industries à hauts risques, il joue un très grand rôle dans la sécurité du personnel ainsi que sur l'environnement.

**Chapitre 3**

**Conception et  
réalisation pratique**

# Chapitre 3 Conception et réalisation pratique

---

## 3.1 Introduction

Vu le nombre important des postes de transformations électriques non télécommandés ou non Télé signalés et principalement à cause des installations onéreuse a déployer, il été judicieux à l'entreprise d'accueil de trouver une alternative réalisable et moins couteuse pour assurer la commande et L'acquisition des données à distances pour faire fonctionner les organes électriques.

Pour ce faire une solution à base d'unité de traitement a été conçue et développée pour assurer la Télécommande d'un poste de transformation électrique HTA/BT et les IAT, IAT-CT.

L'unité de traitement est une carte électronique qui permet la commande à distance de l'organe électrique et qui joue le rôle d'un mini SCADA. Elle est composée d'un ARDUINO UNO, auquel on associe une carte GSM la SIM800l.

Ce chapitre présente les différentes parties de conception et de développement.

### 3.2 Présentations du système de commande

Le système de commande est représenté sous forme de schéma synoptique suivant :

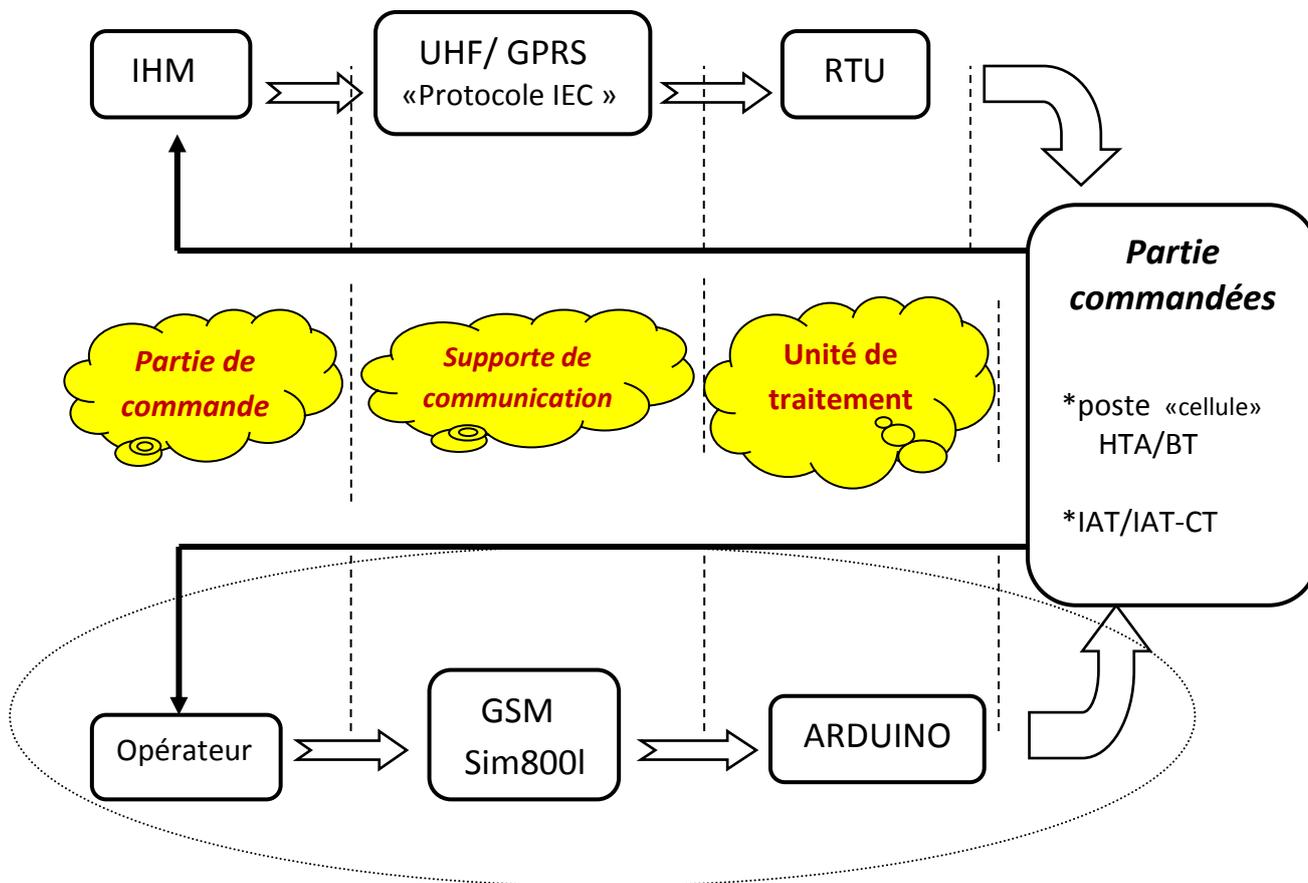


Figure 3.1. Schéma synoptique du système de commande.

La partie entourée représente notre conception du système de commande

#### 3.2.1 Opérateur

C'est l'interface qui visualise les informations supervisées et commander les processus, au niveau du SCADA y'a un dispatcheur qui représente l'interface homme machine, dans notre travail IHM est sous forme d'un opérateur et phone mobile, il permet d'envoyer un SMS à un module GSM par un téléphone portable, Le message contient des informations codées pour les commandes.

#### 3.2.2 Support de communication GSM

Le GSM (Global System for Mobile communications), est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. Il a été rapidement accepté et a vite gagné des parts de marché telles qu'aujourd'hui plus de 180 pays ont adopté cette norme et plus d'un milliard d'utilisateurs sont équipés d'une solution GSM.

L'utilisation du numérique pour transmettre les données permettent, des services élaborés, par rapport à tout ce qui a existé. On peut citer, par exemple, la possibilité d'envoyer et recevoir du message depuis n'importe quel réseau GSM dans le monde, à travers ce support on peut créer une communication entre l'opérateur et une carte SIM800.

### 3.2.3 Etage de poste de transformation

C'est un poste de distribution public (DP) HTA/BT situé au centre de la ville de ouled aiche, ce poste est alimenté par deux postes source (SOUMAA 60/30 KV et BNI Mered 220/60/30 kv). Et alimente une partie de la ville (ouled aiche), un centre de formation, la clinique HAYAT, et certain nombre d'abonné importante.



**Figure 3.2.** Vue à l'extérieure et l'intérieure du poste.

Il est constitué en générale :

- Un appareil de la marque Schneider SM6 composée de 4 cellules préfabriqués, (arrivées et départs) pour assurer sa mise en boucle dans le réseau, deux arrivées et un départ et une cellule de protection de transformateur HTA/BT.
- Un transformateur HTA/BT 30kv/400v.
- un détecteur de défaut.
- Un automate de télégestion des postes télécommandés(ITI).
- un tableau urbain réduit.
- un tableau d'éclairage public.

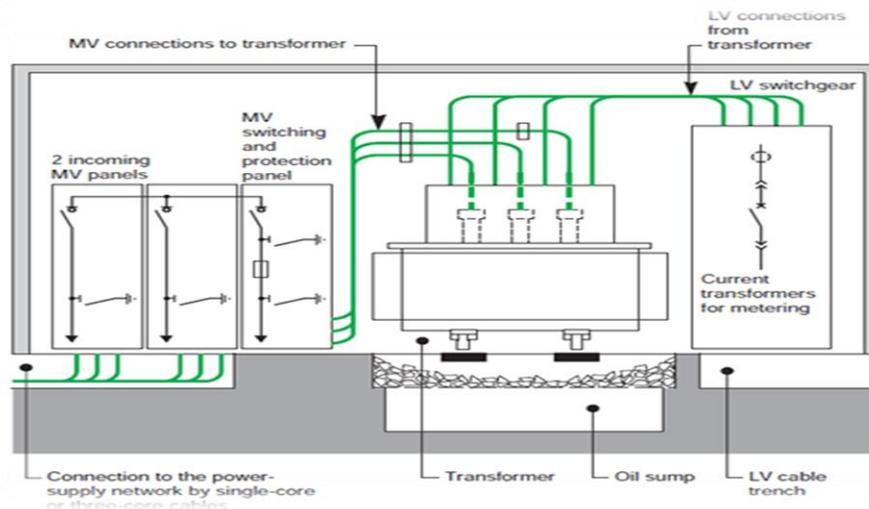


Figure 3.3. Vue générale d'équipement de poste [23].

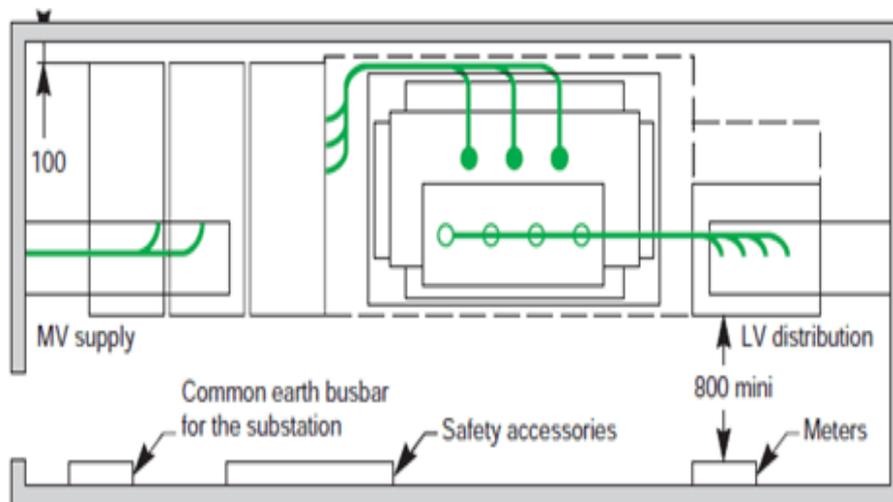


Figure 3.4. Vue en plan de poste [23].

### 3.3 Présentation des différents étages

On intervient dans ce projet à travers la conception d'un circuit de commande à base d'une carte arduino.

#### 3.3.1 Partie de commande

##### a Critère de Choix de matériel du système :

On a plusieurs paramètres pour choisir le matériel

L'arduino offre une simplicité des schémas électriques dans la conception des circuits.

Le prix sont pas couteux avec un rapport de qualité / prix.

Le Logiciel utilisé nous permet de programmer la carte Arduino.

Le logiciel et la carte sont compatibles lors de la programmation.

## **b Présentation de l'arduino**

### **1. Définition**

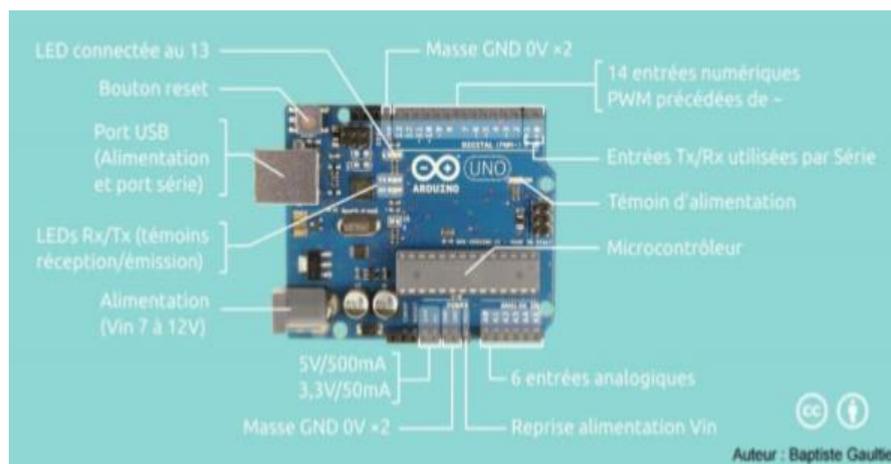
La carte ARDUINO est un circuit imprimé utilisée pour réaliser des projets électroniques plus développé (Contrôler les appareils domestiques, Robotique Télécommander un appareil mobile.. etc.). C'est une unité de traitement qui va jouer rôle d'un RTU dans notre projet et qui permet de lire les messages et envoyer des commandes et exécuter les différents processus, elle a composée d'un circuit physique programmables est dit microcontrôleurs AT mega328 qui est le cerveau de la carte programmé et de logiciel utilisé pour créer et télécharger le code de l'ordinateur à la carte via une liaison USB. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie. Parmi plusieurs type de carte ARDUINO, nous avons choisi une carte ARDUINO UNO (carte Basique). L'intérêt principal de cette carte est de faciliter la mise en œuvre des commandes.



**Figure 3.5.** La carte Aruidno UNO.

La carte arduino contient les éléments suivants :

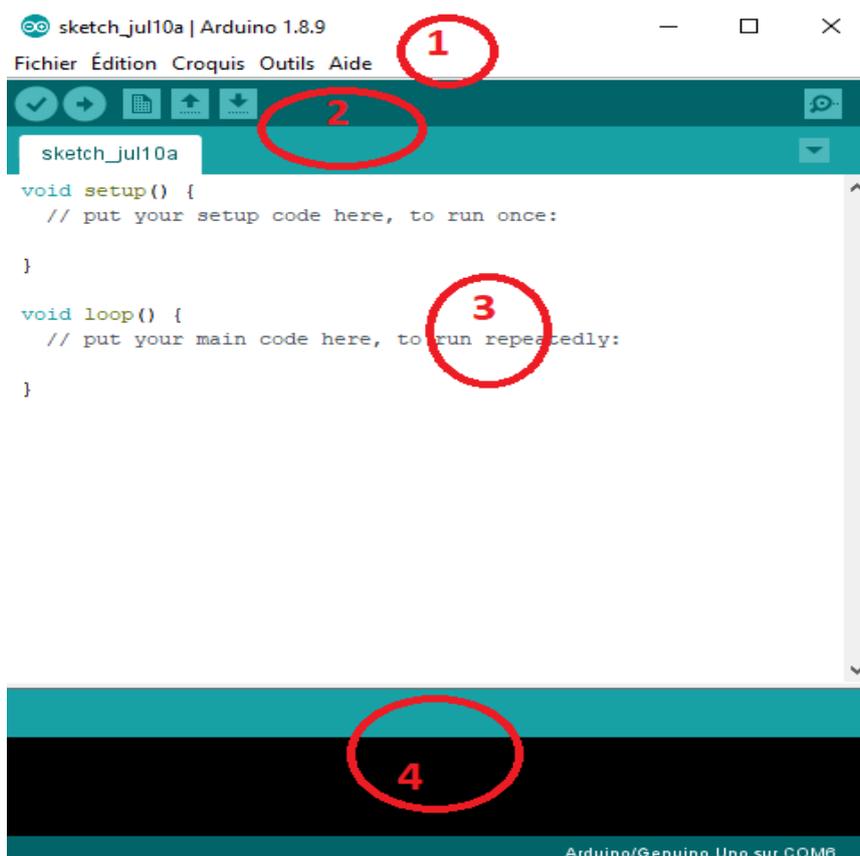
- Un microcontrôleur ATmega328
- Tension de fonctionnement 5V, 3,3V
- Tension d'entrée (recommandé) 7-12V
- Tension d'entrée (limites) 6-20V
- Broches d'E / S numériques 14 (dont 6 fournissent une sortie PWM et TX , RX )
- Broches d'entrée analogiques 6
- Courant DC par broche I / O 40 mA
- Courant DC pour 3,3 Go Pin 50 mA
- Mémoire Flash 32 Ko (ATmega328) dont 0,5 Ko utilisé par bootloader
- SRAM 2 Ko (ATmega328)
- EEPROM 1 Ko (ATmega328)
- Broches d'entrée analogiques 6
- Courant CC par broche I / O 40 mA
- Courant CC pour 3,3 Go Pin 50 mA
- Horloge Vitesse 16 MHz



**Figure 3.6.** Description de la carte Arduino UNO.

## 2. Logiciel IDE

Le logiciel de programmation de la carte ARDUINO sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE ARDUINO.



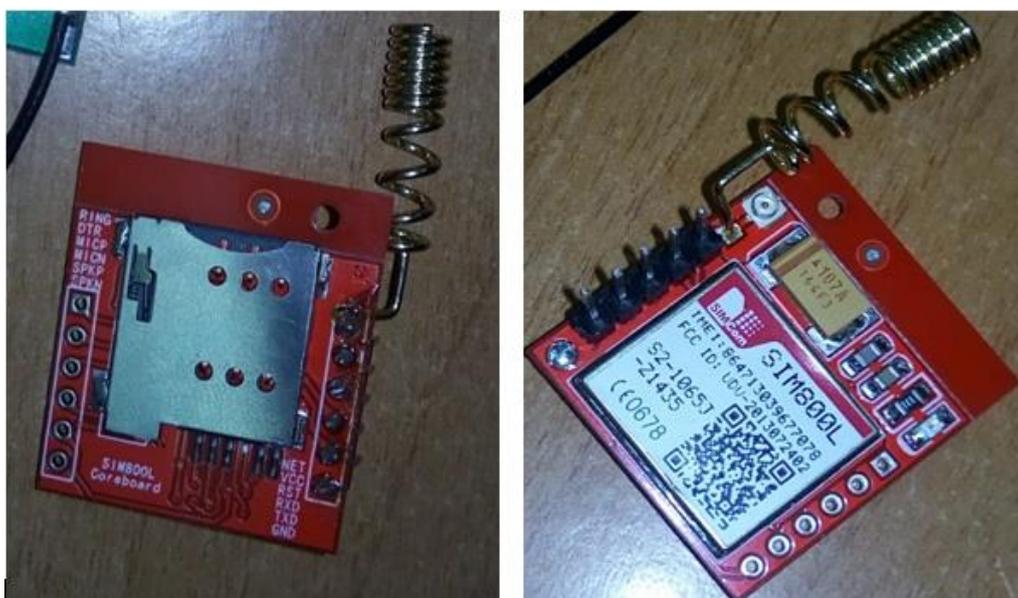
**Figure 3.7.** Interface d'environnement de développement intégré lors de l'exécution

- (1) : La barre de menu.
- (2) : barre de commande rapide.
- (3) : zone de codage du code.
- (4) : la partie des erreurs logicielles.

## c Module GSM SIM800I

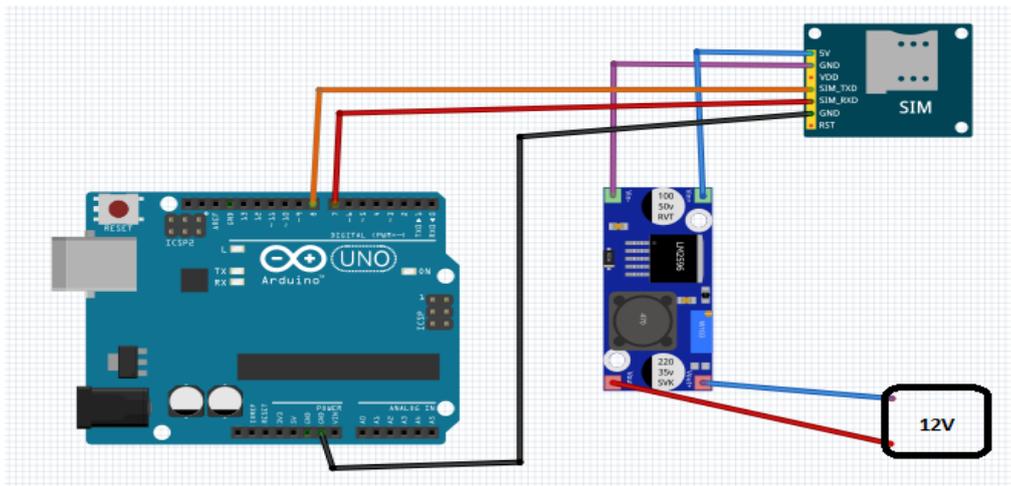
### 1. Définition

Le GSM SIM800L est l'un des plus petits modules GSM avec une taille de 2,2 cm×1,8 cm. C'est un module puissant qui démarre automatiquement et recherche automatiquement le réseau. Il inclut notamment le Bluetooth 3.0 +EDR et la radio FM (récepteur uniquement), Ce module est utilisé pour l'émission ainsi que pour la réception, peut être conduit par l'intermédiaire de l'interface série en utilisant les commandes AT, permettra d'échanger des SMS, de passer des appels et aussi, de récupérer la data en GPRS 2G+ [24].



**Figure 3.8.** Le Module GSM Sim800I.

Nous avons utilisé le port série de GSM (TxD et RxD). Ces deux derniers sont connectés aux pins 8 et 7 d'Arduino .Ce module nécessite une alimentation entre 3,7V et 4,2V. Donc l'alimentation 5V de l'Arduino ne lui convient pas. Pour contrer ce problème d'alimentation, on ajoute un régulateur de tension « Step down (XL4015) 5A 30V DC », on l'associe le VCC et GND du SIM800L avec les (V out) de régulateur. Le SIM800L nécessite un pic de courant d'environ 2A. Le schéma suivant montre nous le montage :



**Figure 3.9.** Câblage GSM sim800l avec Arduino Uno.

## 2. Commande AT

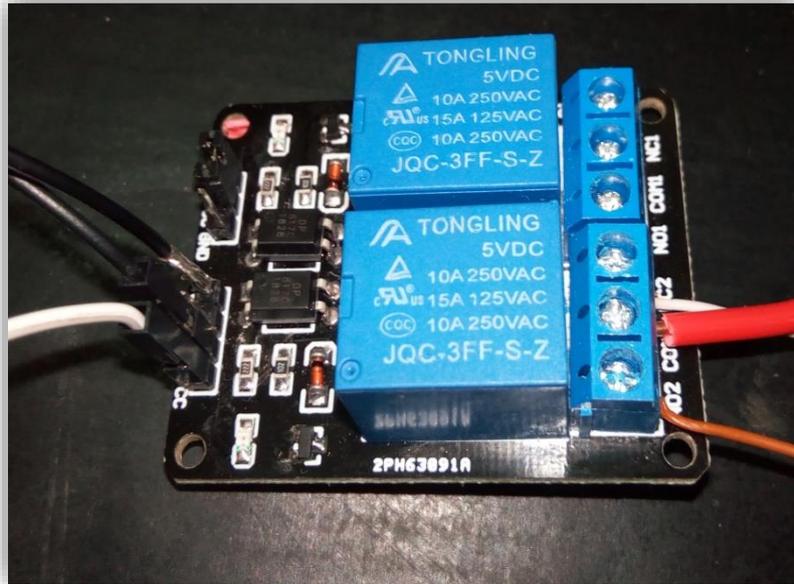
Le module de transmission sans fil GSM est contrôlé à travers le port série en utilisant les commandes AT. Donc ces dernières permettent l'accès aux fonctions d'un téléphone portable ou d'un module sans fil (GSM) par l'intermédiaire d'un terminal. Chaque instruction débute par les caractères ASCII

Les commandes AT utilisé sont :

- AT + CMGF: définit le mode d'entrée SMS comme mode texte.
- AT + CNMI: définit le format de l'indicateur SMS.
- AT + CMGS: envoie un SMS.
- AT + CMGD

### d Module Relais

Module Relais 5v 2-Canaux est un module conçu pour nous permettre de piloter deux relais, Compatible avec Arduino.

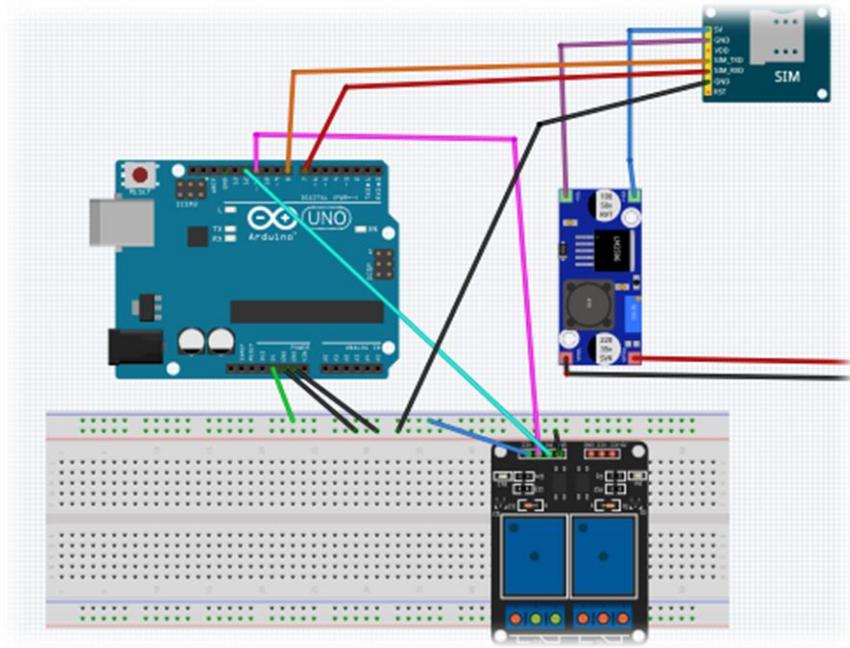


**Figure 3.10.** Module relais 5V-2 canaux

Compatible avec Arduino, En exploitant les caractéristiques des relais montés sur le module et en utilisant deux broches d'E/S numériques Arduino (Vcc de relais vers 5V et GND de relais vers GND de Arduino ) , il est possible de contrôler des moteurs, des charges inductives et d'autres dispositifs.

Le module est équipé de deux opté coupleurs sur les lignes IN1 et IN2 de manière à assurer l'isolation galvanique entre la charge du relais et la platine de commande qui commande ce module. Deux LEDs indiquent l'état ON et OFF des deux canaux.

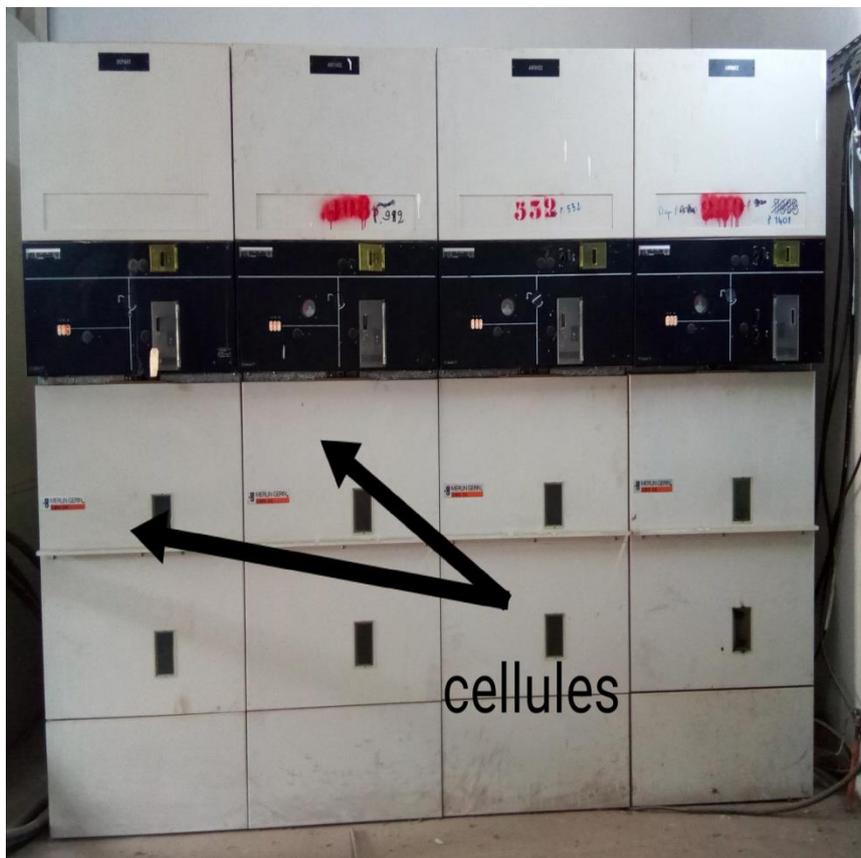
Le montage de schéma électrique de relais avec la carte arduino et donnée dans la "figure 3.11" (sous forme d'image).



**Figure 3.11.** Câblage de relais avec Arduino Uno.

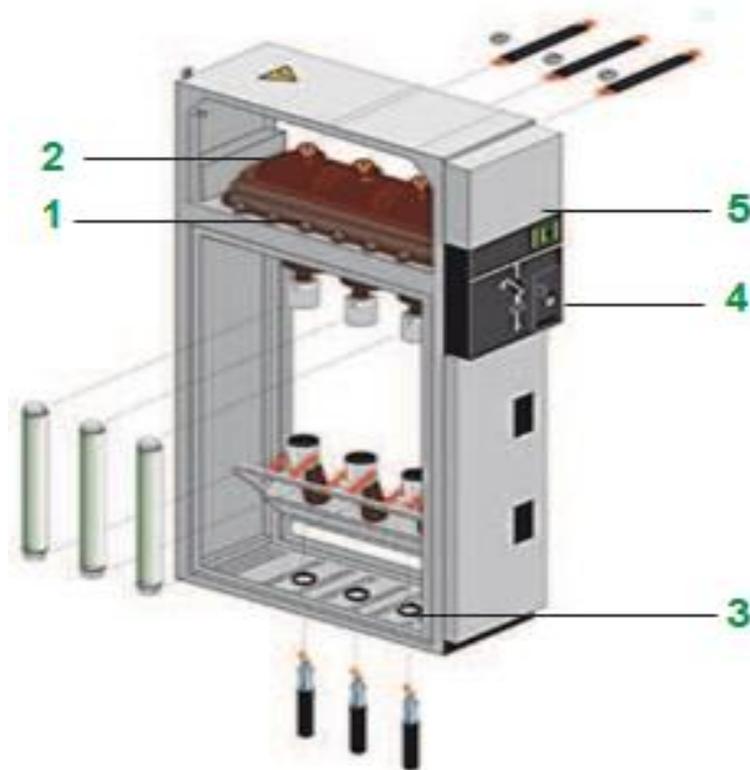
### 3.3.2 Partie commandée « cellules »

La partie commandée est une armoire constituée d'un ensemble des cellules (figure 3.12).



**Figure 3.12.** Photo réel cellules commandés.

Les cellules préfabriquées de la gamme Schneider (SM6) sont composées de 3 compartiments et 2 coffrets distincts séparés par des cloisons métalliques ou isolantes [25].



**Figure 3.13.** Description d'une cellule préfabriquée.

Les différentes parties qui composent une cellule sont (figure 3.13):

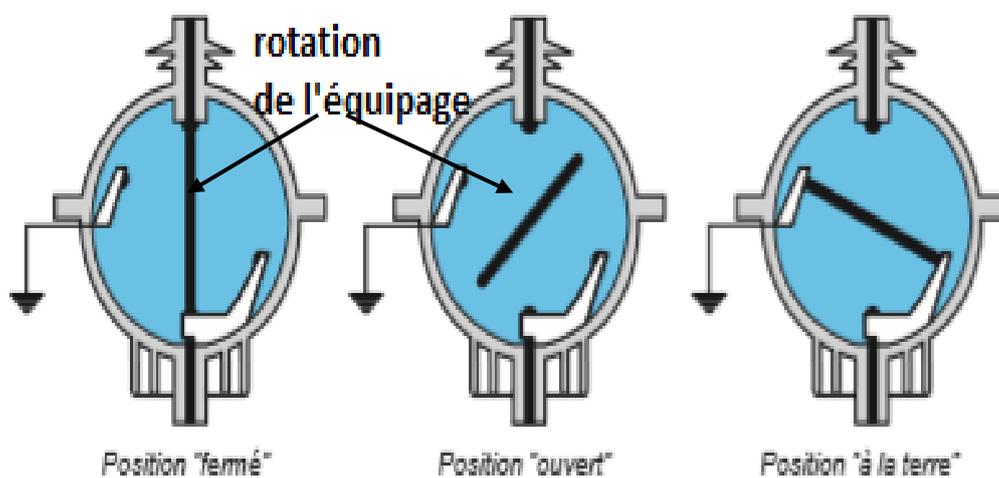
**1) Appareillage :** c'est interrupteur-sectionneur et sectionneur de terre dans une enveloppe métallique, utilisant l'hexafluorure de soufre SF<sub>6</sub> à une pression relative de 0,4 bar (400 hPa).



**Figure 3.14.** interrupteur-sectionneur.

L'interrupteur est à trois positions : "fermé", "ouvert", "à la terre", ce qui constitue un interverrouillage naturel interdisant toute fausse manœuvre.

La rotation de l'équipage s'effectue à l'aide d'un mécanisme à action (commande) brusque indépendante de l'exploitant (opérateur).



**Figure 3.15.** Vue à l'intérieure d'interrupteur.

**2) Jeu de barres :** en nappe permettant une extension à volonté des tableaux et un raccordement à des matériels existants.

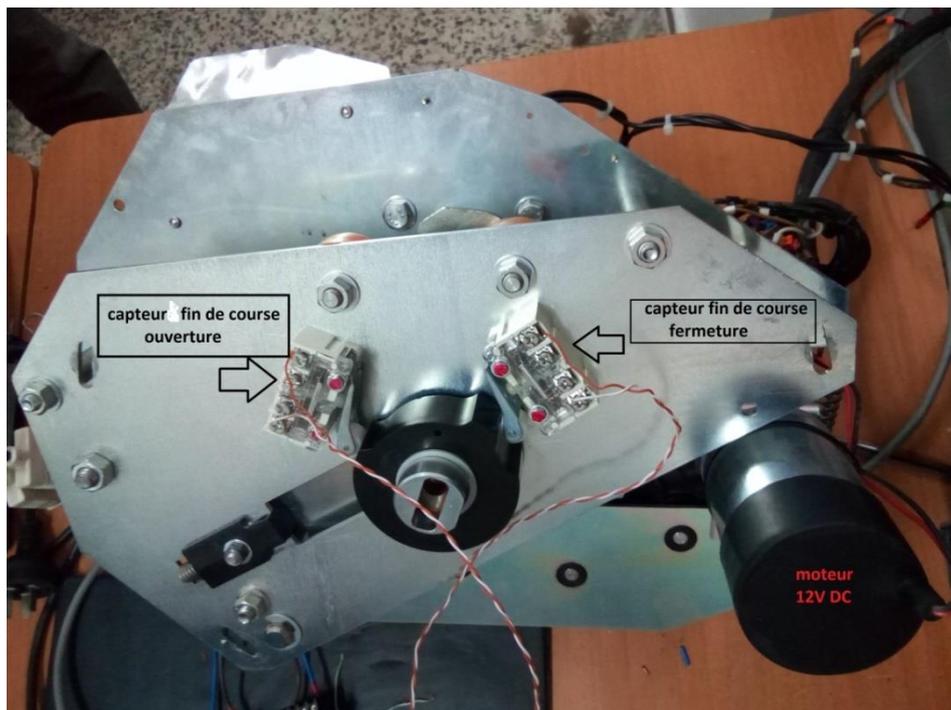
**3) Raccordement** : accessibilité par face avant, sur les bornes inférieures de l'interrupteur

**4) Commande** : a partir d'un ITI (voir annexe B) la cellule reçoit la commande de l'exploitant cette boîte comporte les éléments permettant de manœuvrer l'interrupteur (moteur 48V+ mécanisme), et qui réalise la demande (fermeture, ouverture de cellule).

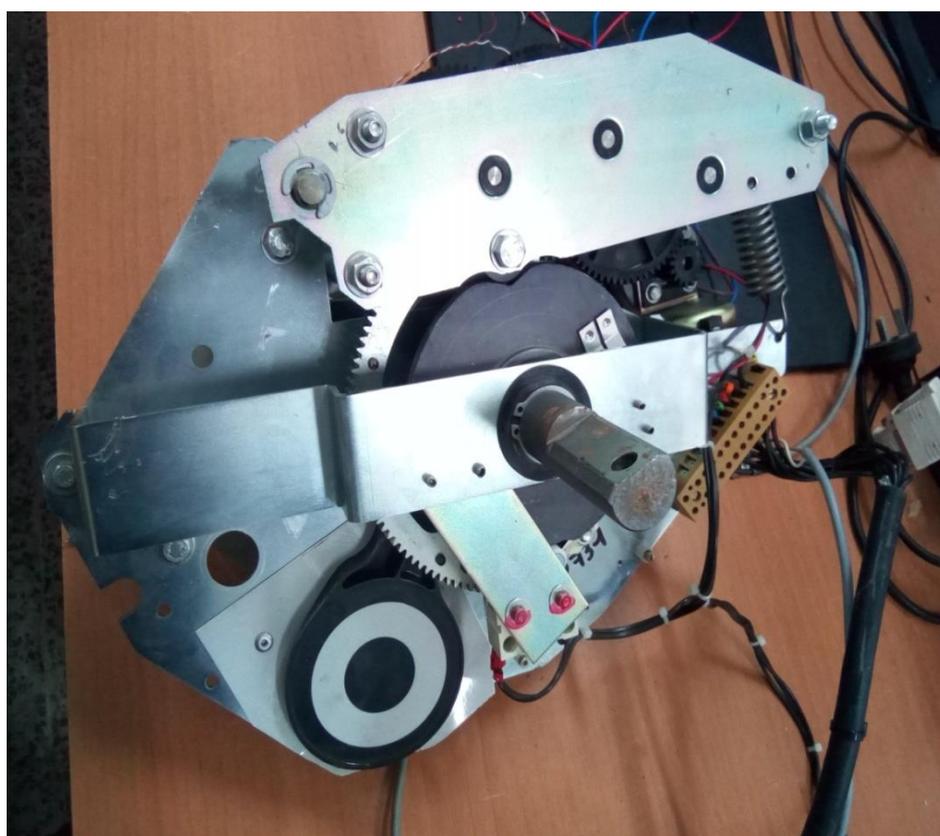
**5) Contrôle** : compartiment BT comprenant relais et points de connexion de commande.

Après l'analyse interne de la cellule et ces éléments et pour atteindre notre objectif de contrôler et créer une commande par GSM, on doit trouver une alternative avec ces mêmes spécifications internes, Nous souhaitons donc utiliser un mécanisme d'un IAT qui a la même action que le mécanisme de la cellule, et qui est capable de couper 600 A (on a indiqué le IAT dans le 2<sup>ém</sup> chapitre).

Le mécanisme est dans une enveloppe métallique, il est contrôlé par RADIO UHF à partir d'un coffret qui contient des cartes de commande (unité de traitement), et qui analyse et traite les informations et donne les ordres au mécanisme (figure 3.16 & figure 3.17).



**Figure 3.16.** Mécanisme en face arrière.



**Figure 3.17.** Mécanisme en face avant.

Parmi ces ordres, c'est les commandes d'ouverture et fermeture de mécanisme ainsi les états de mécanisme si il est ouvert ou fermé.

Fonctionnement de mécanisme d'un IAT : le mécanisme marche à partir d'un moteur de 12v et qui contient des capteurs fin de course pour arrêter la marche de moteur, quand il détecte la fermeture ou l'ouverture d'IAT.

Et pour assuré commande le moteur on va utiliser deux relais de 12v de la gamme Schneider.



**Figure 3.18.** Module relais de 12V de la gamme Schneider.

### 3.4 Résumé du programme de commande du système

L'organigramme de la (figure 3.19) présente les différentes parties qui sont conçus pour commander les organes électriques. (IAT/IAT-CT ; poste HTA/BT...).

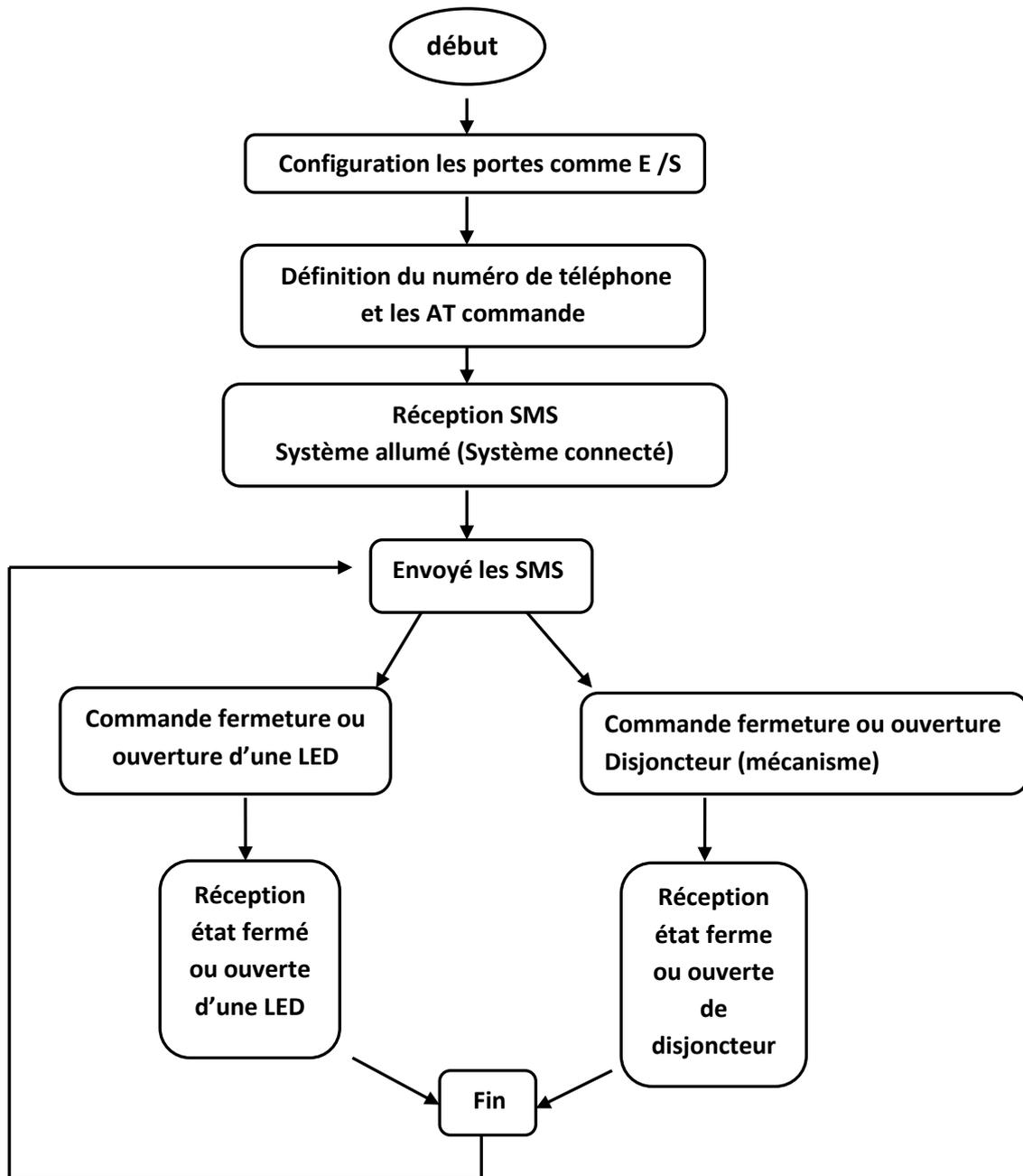


Figure 3. 19. Organigramme de programme.

## 3.5 Expérimentation

### 3.5.1 Schéma structurel

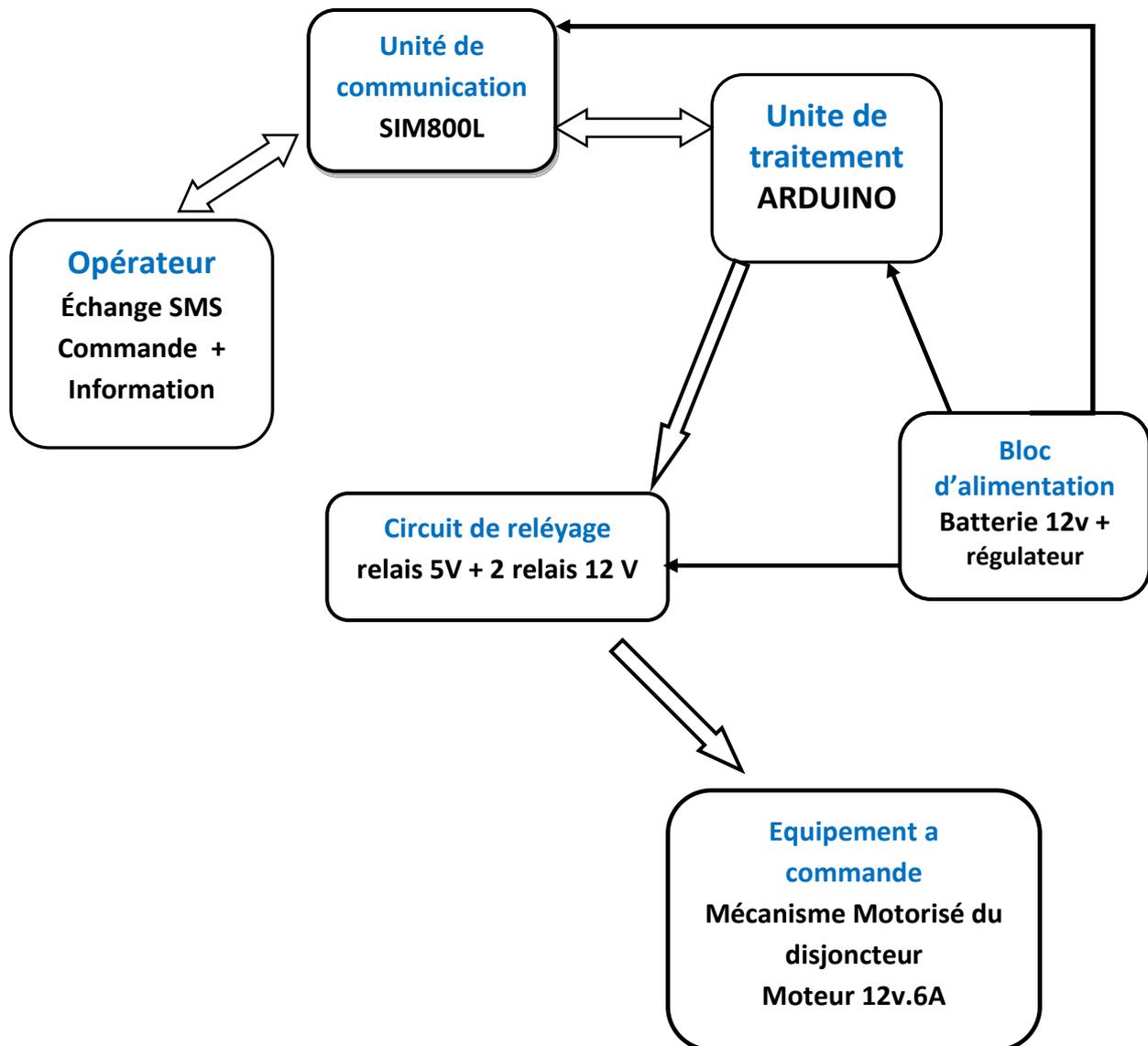


Figure 3.20. Schéma structurel de montage.

### 3.5.2 Schéma électrique

Le schéma électrique de ce système est composé d'un module Arduino UNO, d'un module de communication GSM/GPRS et un circuit de reléage composé (relais de 5v et 2 autres relais de la gamme Schneider 12V). Tant que le relais a deux canaux cela nous permet de faire fonctionner deux moteurs (mécanisme), un pour commander directement le mécanisme et l'autre on suppose comme un secours.

Remarque : nous exprimons cette sortie (secure) par l'allumage d'une lampe, on l'indique dans le programme, Pour la rendre présente à tout moment pour l'utiliser.

Le câblage de circuit et avec le mécanisme et alimentation et suivant ces point :

- NO (Normaly open) de relais 5V vers le capteur fin de course B (capteur fermeture) de mécanisme (fil vert).
- NC (Normaly close) de relais 5V vers le capteur fin de course A (capteur d'ouverture) de mécanisme (le fil marron).
- Com2 de relais 5V vers le + de l'alimentations (fil rouge).
- (V in) de relais 12V (Schneider) vers une source d'alimentations 12v.
- (V out) de relais 12 V va alimenter le moteur de mécanisme.
- Capteur B associe avec le relais2 (ouverture).
- Capteur A associe avec le relay1 (fermeture).
- Vout : le (Vout+) de relais 1 vers (Vout -) de relais 2 ; (Vout-) de relais 1 vers (Vout+) de relais 2, cela permet nous d'inversé la tension -12, +12 et commandé le moteur en deux mode fermer et ouvert.

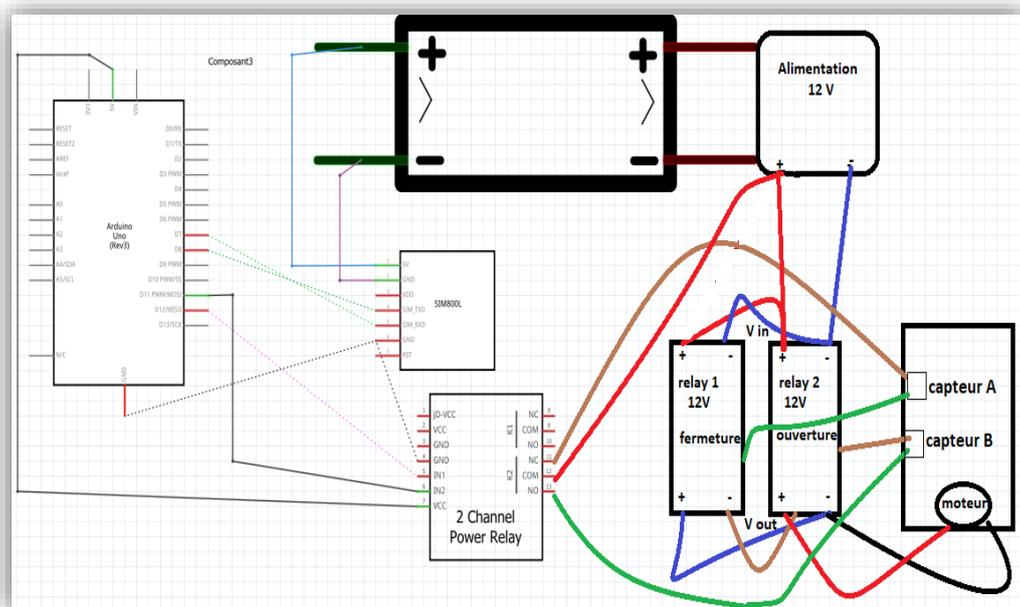


Figure 3.21. Schéma électrique de montage.

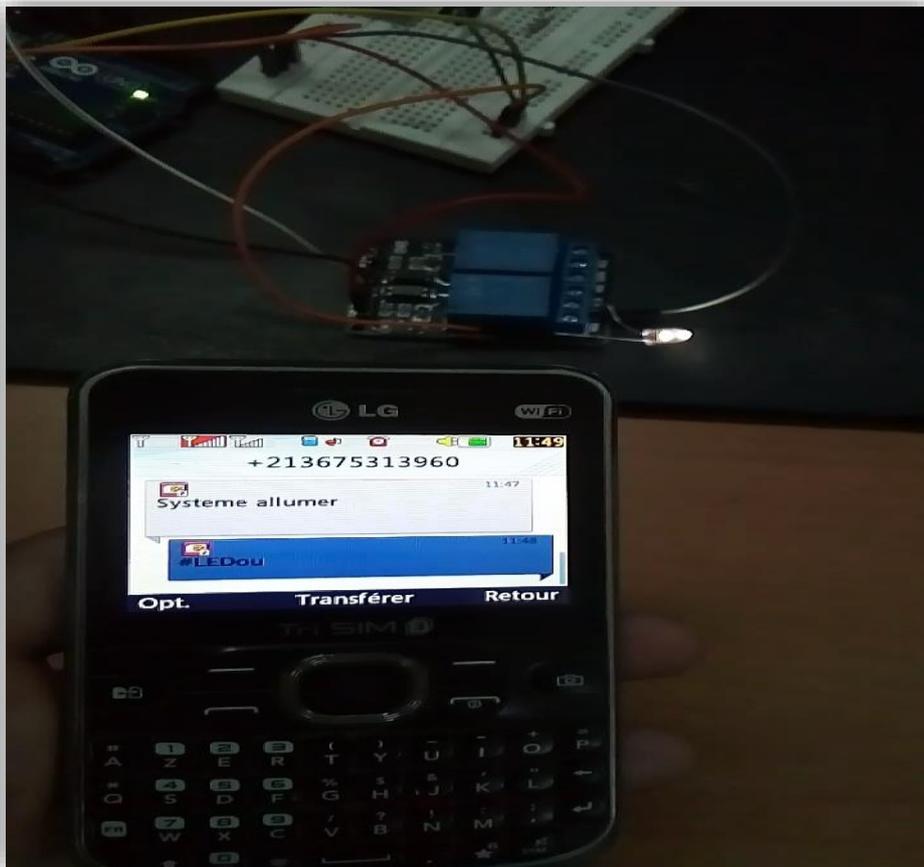
### 3.5.3 Simulation avec une LED

Pendant nos test tout d'abord on a essayé d'allumé une lampe comme une 1ére étape avant de testé directement sur le mécanisme, la lampe a mis au sortie de relais 5V suivant ces points :

- Les pattes de lampe, un au GND d'Arduino et l'autre au NC (Normally close) de relais.
- Com2 de relais vers le VCC.

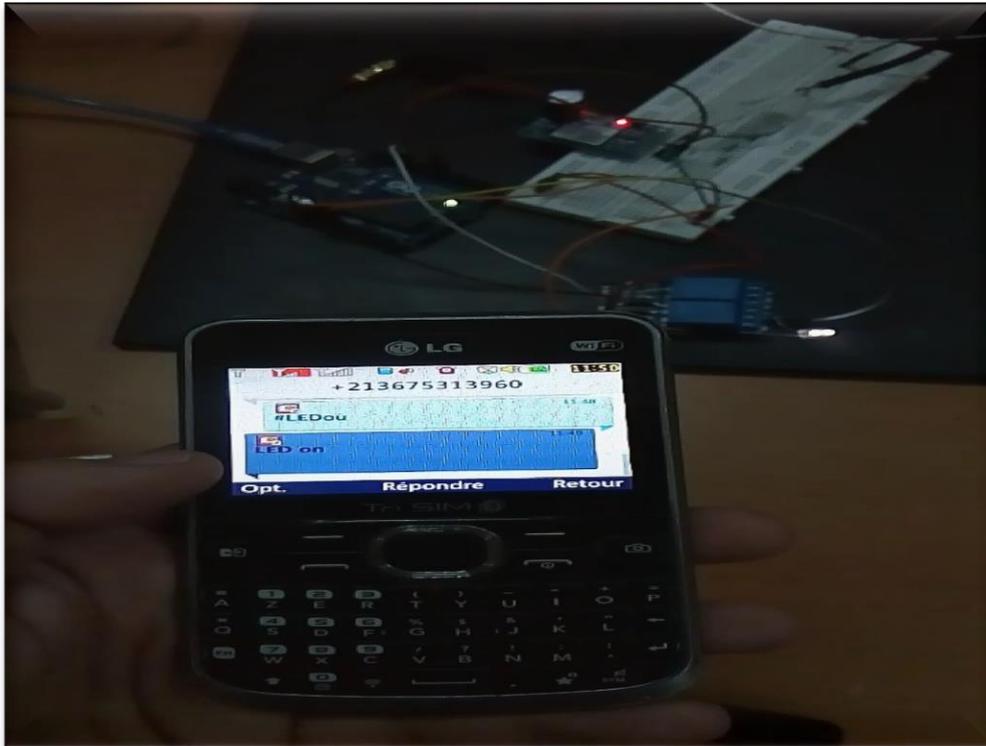
Les commandes et les résultats sont indiquant dans les figures suivant :

- **Cas1 :**
  - la réception d'un SMS « système allumé (connecté) ».
  - envoyé d'un SMS pour allumer la lampe.



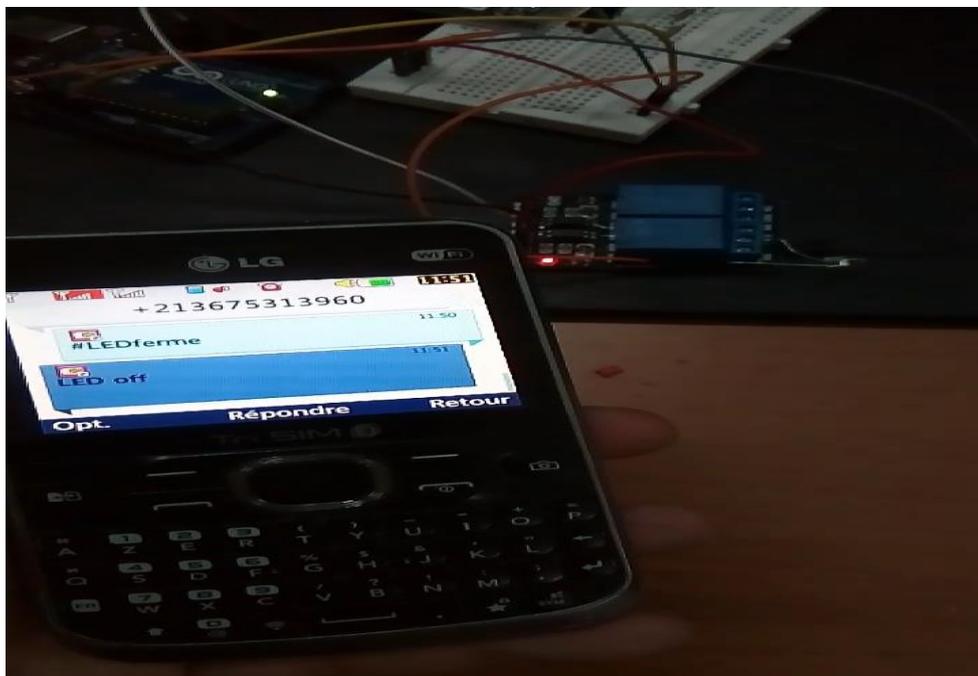
**Figure 3.22.** Message envoyé

- la lampe est allumé et l'opérateur reçu un message (LEDou) de confirmation.



**Figure 3.23.** Le message reçu

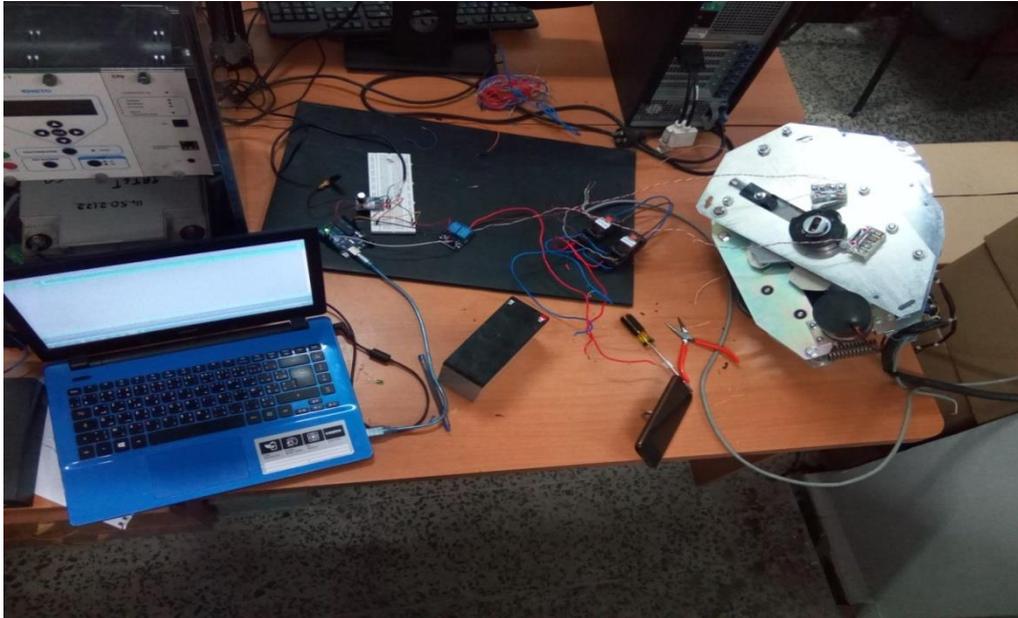
- envoyé d'un SMS pour éteindre la lampe.



**Figure 3.24.** L'envoi et la réception de message de confirmation.

### 3.5.4 Application direct sur le mécanisme

Suivant le schéma électrique (figure 3.21 ), On a câblé « la Sim800I, la carte arduino UNO, relais 5V, les deux relais de 12V, batterie 12V, et le mécanisme ».



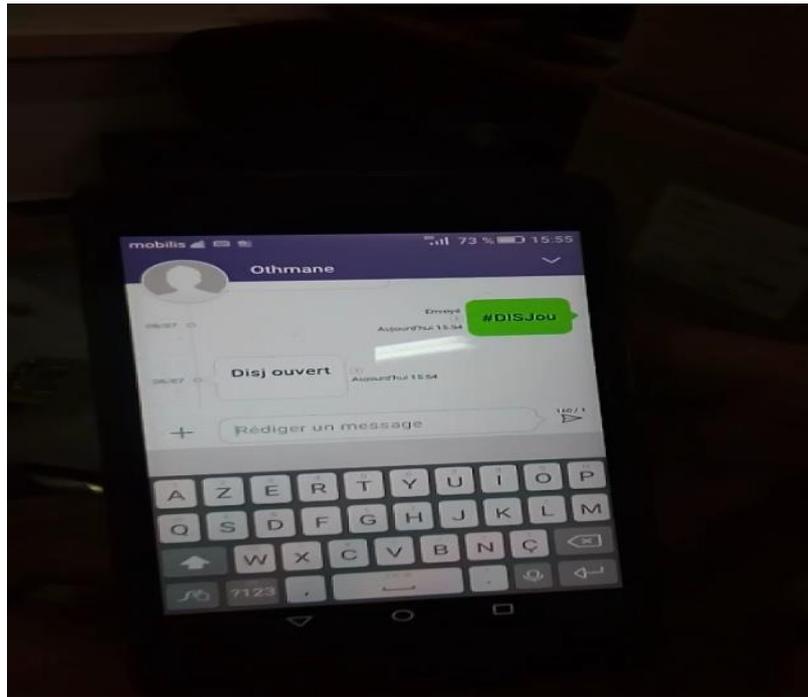
*Figure 3.25.* Câblage des éléments.

On passe à la commande de ces équipements par l'envoi et la réception des SMS.

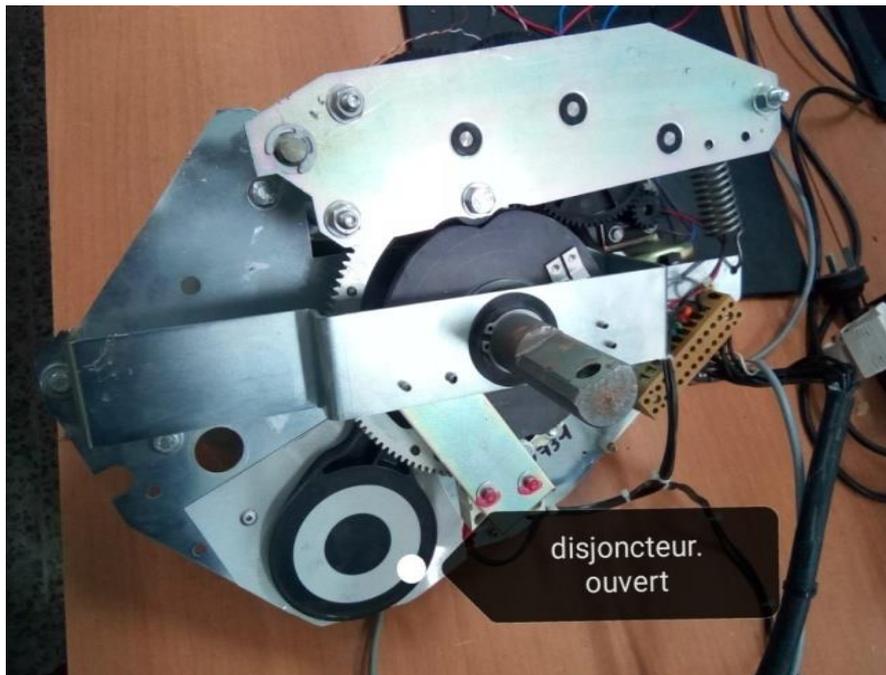
#### Cas 1 :

##### **Commande d'ouverture:**

- \*La réception d'un SMS « système allumé (connecté) ».
- \* l'envoi d'un message (#DISJou) par l'opérateur
- \*Le mécanisme devenue ouverte et l'unité de traitement envoyer un message de confirmation (DISJ ouvert) à l'opérateur.



**Figure 3.26.** Réception de message.



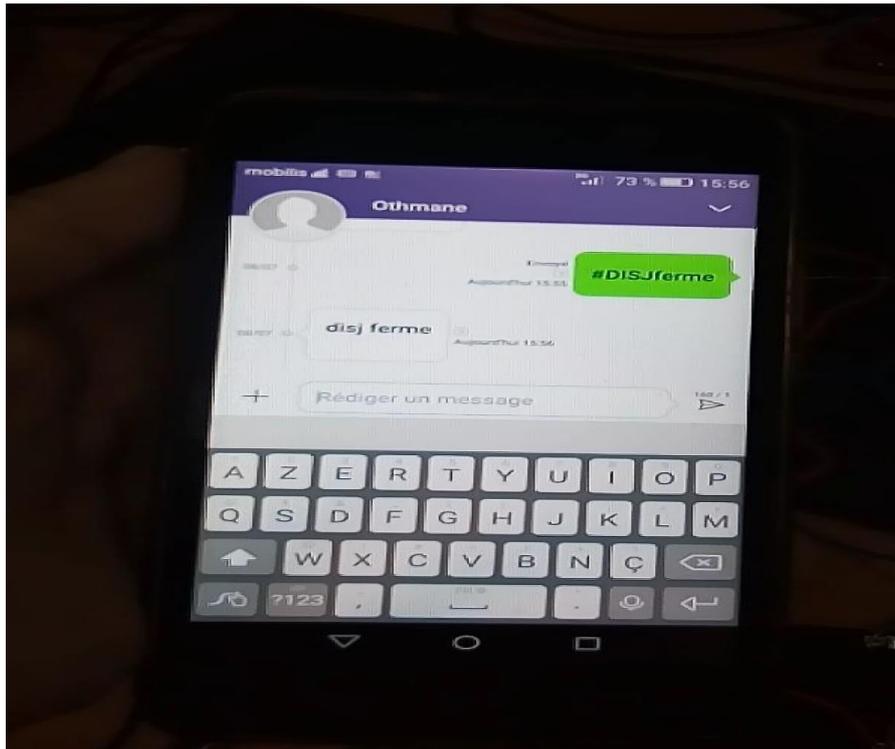
**Figure 3.27.** Mécanisme (disjoncteur) en état ouvert.

**Cas2 :**

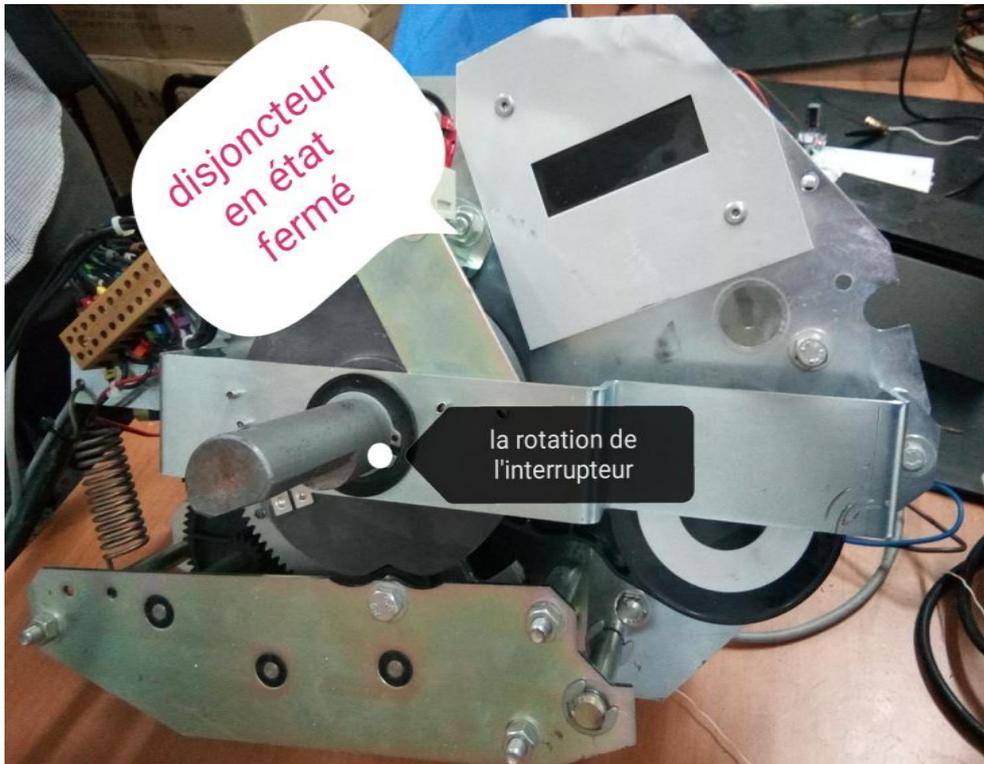
**Commande fermeture :**

\* envoie un message (#DISJferme)

\*Le mécanisme devenue fermé et l'unité de traitement envoyé un message de confirmation (disj ferme) à l'opérateur.



**Figure 3.28.** Réception de message



**Figure 3.29.** Mécanisme en état fermé.

### **3.6 Conclusion**

Après la compréhension des besoins de l'entreprise d'accueil qui se traduit par la volonté d'avoir un équipement communicant, qui commande en envoyant des informations relatives à l'état d'un poste de transformation électrique, nous avons réalisé un montage qui assure les fonctionnalités suivantes ; l'alimentation du circuit de commande ; l'analyse des données et commande du mécanisme et en dernier la transmission des résultats à l'opérateur.

Le traitement se fait via Arduino et la communication par un échange d'SMS. Après la réalisation et tests, les essais étaient concluants sauf peut-être les délais d'envoi qui sont subordonnés à la qualité du réseau GSM, c'est ainsi le choix du modem utilisé.

## Conclusion générale

---

Dans l'objectif d'acquérir une bonne compréhension des systèmes de télégestions, et commande à distance, ce travail a été réalisé, il a été voulu .comme plateforme pour le développement d'un produit réalisable a un cout réduit et par un savoir-faire locale.

Après étude du marché en matière d'équipement importé utilisé dans le cadre des différents systèmes SCADA, il été impératif de réfléchir d'attaquer se secteur par la réalisation d'un système nationale.

Pour se faire nous avons procédé à l'étude des besoins dans le secteur de distribution d'électricité, en communicant par développer les principales fonctionnalités à savoir l'acquisition , le traitement et l'analyse des donnes puis leurs communication pour les objectif d'essais arrêtes tout en visant l'utilisation , des technique plus performantes dans le futures .et adaptés aux environnements industriel et les apports de communication les plus stables.

## Annexe A

### FCZ : Frontal de communication zone

Le frontal de communication FCZ est un équipement du système de télé conduite assurant le rôle de nœud de communication entre :

- un poste de commande pc (site centrale)
- un ensemble de poste asservie PA et PAS



Il remplit les fonctionnalités suivantes :

- ✓ transit des informations
- ✓ communication sur différents canaux
- ✓ aiguillage des messages
- ✓ conversion de protocole pour des équipements utilisant des procédures de dialogue différentes
- ✓ gestion d'entrée/ sortie locales d'alarme

Le frontal est constitué de modem numérique capable de transmettre par différentes voies physiques sur les supports suivants :

-lignes spécialisées (LS) -réseau radio (RR) -réseau commuté (RTC) -liaison V24

## I PAS Postes asservis :

C'est l'interface entre l'ensemble électromécanique qui contrôle le réseau et le système de télé conduite. Il existe deux types de PA:

**II.1 PA de grande capacité (PAS):** ils sont installés dans les postes HTB/HTA et HTA/BT, ils nécessitent une alimentation secourue en 48v et une liaison doublée de type LS et radio.

Le PAS 9020 E est un équipement de télé conduite de consignation d'états destiné à équiper des postes électriques de petite ou moyenne capacité.

Le PAS assure les fonctions de télé conduite suivantes :

- Télécommande,
- Télésignalisation double et simple,
- Télémessure analogique

Les transmissions qui sont utilisés sont :

-lignes spécialisée : LS. -réseau radio : RR. -liaison série : v24.

## II.2 PA de grande capacité (ITI) :

Commande max 2 départs, ils sont installés dans les postes HTA/BT munis d'interrupteurs motorisés ou intégrés aux IAT et IAT-CT ; ils sont alimentés par un ensemble redresseur - batteries en BT, et à travers un TP en MT dans le cas de l'IAT.

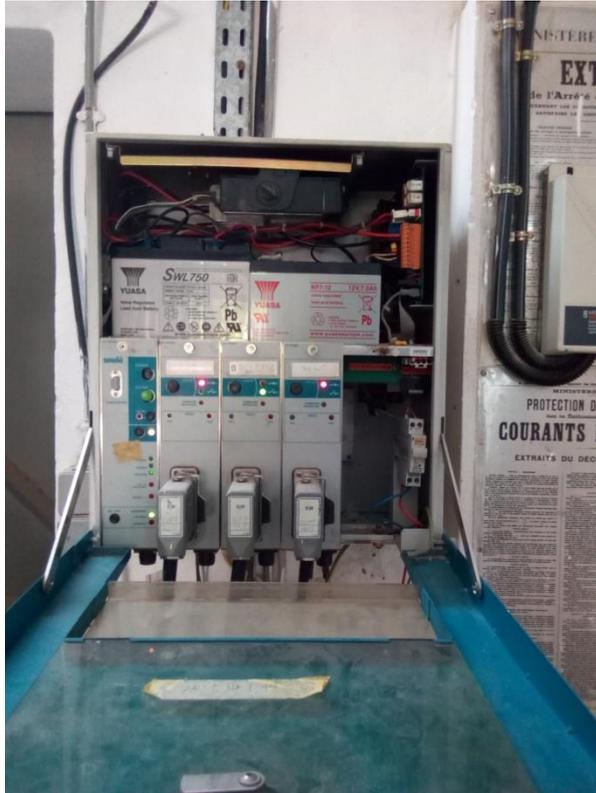


Figure : ITI au niveau de poste Ouled aiche



# Bibliographie

---

- [1] Manuel interne SONELGAZ.
- [2] N.Lahaçani AOUZELLAG, «Contribution à l'Amélioration de la Flexibilité dans les Réseaux Electriques liée à l'Intégration des Générateurs Eoliens », Thèse de doctorat de l'université A.MIRA de Bejaïa, 03 Novembre 2011.
- [3] J.M. DELBARRE, « Postes à HT et THT - Rôle et Structure », Techniques de l'Ingénieur, Traité Génie électrique, D 4570, 2004.
- [4] Guide Technique « Plan de protection des réseaux HTA », EDF B61-21, B61-22, B6125 ultérieure, février 1994.
- [5] Egor Gladkikh. Optimisation de l'architecture des réseaux de distribution d'énergie électrique. », Thèse doctorat Energie électrique. Université Grenoble Alpes, 2015.
- [6] Olivier Richardot. « Réglage Coordonné de Tension dans les Réseaux de Distribution à l'aide de la Production Décentralisée. », thèse doctorat de Laboratoire d'Electrotechnique Energie électrique. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 10 octobre 2006.
- [7] Groupe Sonelgaz, XD « Guide Technique de Distribution », Document technique de Groupe SONELGAZ, 1984.
- [8] Manuel interne « les poste de distribution ».
- [9] «Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems», National Communications System, Technical Information Buletin 04-1 Octobre 2004.
- [10] Ikhlef Boualem «contribution à l'étude de supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA » mémoire magistère,université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES, 2009.
- [11] Beghlal Noufel ,Bekhti Houria « Simulation d'intégration d'un poste HT/MT de MERAMAN en système SCADA via une téléconduite par liaison fibre optique », mémoire master, université SAAD DAHLAB de BLIDA , 2013.

[12] John Park, Steve Mackay «Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems», Edition Newnes 2003.

[13] Bouchahdane mohamed « coordination de systèmes de protection appliquée au réseau national ) ,thèse doctorat en électrotechnique université Constantine 1 , année 2013 .

[14] Boughezala Mohammed Salah « Etude et simulation d'un coupleur de signaux HF pour réseaux d'énergie électrique. Application : sélectivité logique des protections », mémoire de master, université de Biskra ,2013.

[15] Tarek LAHBAZI, « TRANSMISSION DE DONNEES DANS LES CENTRES DE CONDUITE (Télécommunications) » Thèse de Mastère Ecole Supérieure des Communication de Tunis 2001/2002.

[16] VERNEUIL Jean-Louis., 'Simulation de systèmes de télécommunications. par fibre optique à 40 Gbits/s', L'UNIVERSITE DE LIMOGES, N° d'ordre : 49/2003.

[17] CASSAN E., ' Une introduction aux télécommunications optiques par la simulation de systèmes simples, Journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes', EDP Sciences, 2002, Vol. 3.

[18] Thiery Lucidarme « principe de la radio communication de 3G : GSM ,GPRS,UMTS » Vuibert informatique 2002.

[19] UMTS forum, « Recognising the promise of mobile Broadband », UMTS Manuel, Juillet 2010.

[20] Mme FELLAHI Ghizlaine « Planification et optimisation d'un réseau de la 4G (LTE) pour la Wilaya de Tlemcen » mémoire master université Aboubaker Belkaïd– Tlemcen

[21] Site using MODBUS for process control and automation : [www.miinet.com](http://www.miinet.com)

[22] John Park, Steve Mackay, Edwin Wright «Practical Data Communications for Instrumentation and Control», Edition Newnes 2003.

[23] [www.powersystemsolutionsconsulting.com](http://www.powersystemsolutionsconsulting.com)

[24] [www.arduinoplanet.ma/produit/module-gsm-gprs-quadri-bande-sim800](http://www.arduinoplanet.ma/produit/module-gsm-gprs-quadri-bande-sim800)

[25] Manuel interne « Schneider cellule ».