

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire



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

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الأتوماتيك وإلكترو تقنى  
Département d'automatique et électrotechnique

## Mémoire de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et système

Présenté par

M<sup>lle</sup> HABICHE Nassima

&

M<sup>lle</sup> MEGHNINE Yasmine

---

# Transmission des alarmes de la tranche générale aux postes sources HT/ MT en utilisant une carte arduino

---

Proposé par: M<sup>r</sup> TOUABA Kheredine & M<sup>r</sup> KARA Kamel

Année universitaire 2021-2022



## Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la  
Volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir  
Le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr KARA Kamel, on le remercie  
Pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa  
Rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Il est comme même très agréable de remercier notre encadreur de  
La société Sonelgaz Mr. CHERIF BOUGRID pour les efforts, les conseils et ses  
directives précieuses durant la réalisation de notre projet de fin d'étude.

En tient à remercier vivement les membres du jury d'avoir consacré  
De leur temps à la lecture de ce manuscrit, d'accepter de juger et  
D'évaluer ce travail.

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





## Dédicace

*Je dédie cet humble travail en guise d'amour, de respect et de reconnaissance : Aux deux être les plus chers au monde, ma mère et mon père, qui ont Toujours été là pour moi, et qui de labeur et de Persévérance.*

*A mes chères Sœurs Manel et Sirine, et chers frères Rahim et Amine et Akram. Pour tout ce Beau Monde, je dédie ce mémoire en signe de gentillesse, amour Et compréhension Lesquels ont été pour moi un grand apport.*

*A non amie Nassima et sa famille Pour laquelle je souhaite une vie pleine de joie et de réussite.*

*A mon ami Mahdi, qui m'a toujours soutenu et encouragé.*

*A mes très chères Amies, Hiba, Sara, et Chahinez A ce qu'est fantastique avec moi, A ce qu'est me comprend toujours, Merci d'être là...*

*Yasmine*



## Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer Mon amour sincère.*

*A mon cher père Nadjib qu'Allah lui accueille dans son vaste paradis. « J'étais toujours fière de toi et je resterai à jamais, en arrivant à ce stade j'espère que tu Seras fier de moi aussi »*

*A la femme, ma précieuse offre du dieu, qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a Jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me Rendre heureuse : mon adorable mère.*

*A mes frères Aissa et Amine qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir Tout au long de mes études. Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A mes sœurs Amel, Sonia et Feriel que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A mes chères fidèles amies Meriem, Neyla, Mounia et Meriem et Zineb et Halima qui ont su être présentes Pendant les moments difficiles.*

*Merci à tous mes amis et mes proches et ceux qui ont participé de près ou de loin Sans oublier mon binôme Yasmine, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension Tout au long de ce projet. Je vous s très reconnaissante et je ne vous remercierais jamais assez.*

*Nassima*



## ملخص

يقدم هذا الموجز دراسة وتحقيق شريحة عامة تعتمد على بطاقة اردوينو لنقل الإشارات من محطات التوزيع يتكون مشروعنا من دائرة ترحيل تمثل الإنذارات التي أبلغ عنها **TG** بالإضافة إلى بطاقة اردوينو التي تتحكم في نظامنا بدعم **GSM** الذي يضمن الإرسال، وستكون الواجهة تطبيق أندرويد لإدارة استقبال الإنذارات في شكل رسائل نصية قصيرة سمح لنا هذا العمل الذي تم تنفيذه داخل سونلغاز مع فريق القيادة عن بعد بدراسة المحطات الفرعية المختلفة والحصول على مزيد من المعلومات حول نظام **SCADA** والإشارات عن بعد للمحطات التي تضمن حماية هذه الأخيرة والإشراف عليها والتحكم فيها.

---

## Résumé

Ce mémoire présente l'étude et la réalisation d'une tranche générale à base d'une carte arduino pour la transmission des signalisations des postes HT MT.

Notre projet est constitué d'un circuit de relaying qui représente les alarmes signalées par la TG ainsi qu'une carte arduino qui commande notre système avec un support GSM qui assure la transmission, l'interface sera une application Android pour gérer la réception des alarmes sous forme de messages SMS.

Ce travail réalisé au sein de la société SONELGAZ avec l'équipe de téléconduite nous a permis l'étude des différents postes électriques et avoir plus d'informations sur le système SCADA et la télésignalisation des postes qui assure la protection, supervision et le contrôle de ces derniers.

---

## Abstract

This thesis presents the study and the realization of a general slice based on an Arduino board for the transmission of the signals of the stations HT MT.

Our project consists of a relay circuit that represents the alarms signaled by the TG and an Arduino board that controls our system with a GSM support that ensures the transmission, the interface will be an Android application to manage the receipt of alarms in the form of SMS messages.

This work carried out within the company SONELGAZ with the team of tele conducting allowed us the study of the various electrical stations and to have more information on the SCADA system and the remote signaling of the stations which ensures the protection, supervision and control of the latter.

# Table des matières

Liste des figures.....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale.....	
Chapitre1 : Généralités sur les réseaux électriques.....	
1.1    Introduction.....	14
1.2    Présentation de SONELGAZ.....	14
1.3    Présentation de l'entreprise d'accueil.....	16
1.4    Société de distribution d'électricité et du Gaz du centre.....	19
1.4.1    Organigramme de la direction de la société de distribution de Blida.....	19
1.5    Réseaux électriques.....	21
1.5.1    Définition.....	21
1.5.2    Différents réseaux électriques.....	22
1.5.3    Tension normalisées.....	25
1.5.4    Fonctionnement du réseau électrique.....	26
1.6    Conclusion :.....	27
Chapitre2 : Introduction au système SCADA et postes électriques.....	
2.1.    Introduction.....	29
2.2.    Postes électriques.....	29
2.2.1.    Définition d'un poste électrique.....	29
2.2.2.    Types de postes électriques.....	29
2.2.3.    Poste source HTB/HTA.....	31
2.2.4.    Poste HTA/HTA.....	31
2.2.5.    Poste HTA /BT.....	31
2.3.    Généralités sur le système SCADA.....	42
2.3.1.    Introduction.....	42
2.3.2.    Définition du système SCAD.....	42



2.4.	Système SCADA de BLIDA.....	43
2.4.1.	Elements de SCADA .....	45
2.5.	Avantages du SCADA .....	49
2.6.	Supports de transmissions.....	49
2.6.1.	Définition.....	49
2.6.2.	Radio (UHF) .....	49
2.6.3.	Fibre optique.....	51
2.6.4.	GPRS .....	52
2.7.	Conclusion .....	54
Chapitre3 : Protection électrique d'un poste HT/MT .....		
3.1	Introduction.....	56
3.2	Initiation aux systèmes automatisés.....	56
3.2.1	Système automatisé .....	56
3.2.2	Objectif du système automatisé.....	57
3.3	Protection des réseaux électriques .....	57
3.3.1	Rôle d'un système de protection .....	58
3.4	Tranche générale.....	61
3.4.1	Définition.....	61
3.4.2	Tranche basse tension .....	62
3.4.3	Types de tranches BT .....	63
3.4.4	Défauts qui surviennent dans un réseau électrique.....	64
3.4.5	Conséquences des défauts.....	65
3.4.6	Caractéristiques principales d'une protection.....	66
3.5	Les éléments du poste MT : .....	66
3.5.1	Salle transformateur :.....	66
3.5.2	Salle auxiliaire AC :.....	67
3.5.3	Salle redresseur :.....	68
3.5.4	Batteries : .....	69

3.5.5	Salle MT : .....	70
3.5.6	Salle CCN : .....	71
3.5.7	La tranche generale : .....	71
3.5.8	Alarme d'incendie : .....	72
3.6	Cocclusion : .....	73
Chapitre4 : Réalisation et fonctionnement .....		
4.1	Introduction .....	75
4.2	Structure qui présente notre système .....	75
4.3	Description du matériel utilisé .....	76
4.3.1	Arduino UNO .....	76
4.3.2	Module GSM SIM800L .....	78
4.3.3	Définition .....	78
4.3.4	Commandes AT .....	81
4.3.5	Relais électromagnétique : .....	82
4.3.6	Relais de phase : .....	83
4.3.7	La plaque d'essai (ou breadboard) : .....	84
4.3.8	Disjoncteur bipolaire .....	84
4.3.9	Convertisseur CC CV avec affichage .....	85
4.4	Logiciels .....	85
4.4.1	Le logiciel utiliser pour Arduino .....	85
4.4.2	Définition du système d'exploitation mobile 'Android' .....	87
4.4.3	Avantages d'Android .....	87
4.4.4	Environnement de développement MIT App Inventor .....	87
4.4.5	Création du projet d'une application mobile .....	88
4.4.6	Développement d'application Android .....	89
4.5	Étapes de réalisation .....	91
4.5.1	Partie matérielle .....	91
4.5.2	Partie logicielle .....	93



4.5.3	Fonctionnement .....	97
4.5.4	Interface .....	99
4.6	Conclusion .....	102
	Conclusion générale .....	103
	Bibliographie .....	103

# Liste des figures

Figure 1.1 : Direction générale « SONELGAZ ».....	15
Figure 1.2 : Organigramme du groupe « SONELGAZ ». ....	15
Figure 1.3 : Organigramme du groupe « SONELGAZ ». ....	15
Figure 1.4 : Organigramme de la direction de la société de distribution de Blida.....	19
Figure 1.5 : Organigramme de la division technique électricité .....	20
Figure 1.6 : Direction de distribution de l'électricité et du gaz du centre .....	21
Figure 1.7 : Réseau électrique.....	22
Figure 1.8 : Schéma de description de réseaux électriques .....	25
Figure 1.9 : Schéma illustré d'un réseau électrique montrant l'électricité produite, transportée et distribué à des niveaux de tensions différentes .....	26
Figure 2. 1 : Cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT.....	31
Figure 2. 2 : Cellules d'un Poste HTB/HTA à Beni merad. ....	32
Figure 2. 3 : Relais de protection numériques.....	34
Figure 2. 4 : Compteur électrique.....	35
Figure 2. 5 : Transformateur de puissance dans un poste électrique. ....	36
Figure 2. 6 : Autotransformateur. ....	37
Figure 2. 7 : Transformateur de courant. ....	38
Figure 2. 8 : Transformateur de tension.....	39
Figure 2. 9 : Disjoncteur à haute tension. ....	39
Figure 2. 10 : Sectionneur de barre. ....	40
Figure 2. 11 : Sectionneur de mise à la terre (MALT). ....	41
Figure 2. 12 : Sectionneur horizontal .....	41
Figure 2. 13 : Sectionneur vertical .....	41
Figure 2. 14 : Sectionneur pantographe.....	41
Figure 2. 15 : Parafoudre. ....	42
Figure 2. 16 : Jeu de barres. ....	42



Figure 2. 17 : Tubes.....	43
Figure 2. 18 : flexibles.....	43
Figure 2. 19 : Architecture d'un système SCADA.....	45
Figure 2. 20 : Architecture de SCADA Blida.....	46
Figure 2. 21 : IHM d'un poste commander par GPRS.....	47
Figure 2. 22 : IHM d'un poste commander par fibre optique.....	48
Figure 2. 23 : IHM d'un poste commander par UHF.....	48
Figure 2. 24 : Schéma générale d'un MTU.....	49
Figure 2. 25 : Unité terminale distante (RTU).....	50
Figure 2. 26 : Schéma générale d'un RTU.....	51
Figure 2. 27 : architecture de communication par UHF.....	52
Figure 2. 28 : FCZ.....	53
Figure 2. 29 : l'ancien poste commander par UHF.....	53
Figure 2. 30 : Structure d'une fibre optique.....	54
Figure 2. 31 : poste de bnimerad commander par la fibre optique.....	55
Figure 2. 32 : Fox 515 ABB.....	55
Figure 2. 33 : modem.....	56
Figure 2. 34 : poste MT/BT commander par GPRS.....	56
Figure 2. 35 : cabine mobile de chebli.....	57
Figure 3. 1 : Schéma d'un système automatisé.....	60
Figure 3. 2 : Cellule d'un poste HT/MT.....	61
Figure 3. 3 : Schéma fonctionnel de la télé conduite.....	64
Figure 3. 4 : Tranche générale du poste source Boufarik.....	66
Figure 4. 1 : schéma structurel du système.....	80
Figure 4. 2 : Description de la carte Arduino Uno.....	81
Figure 4. 3 : Module GSM SIM800L.....	83

Figure 4. 4 : Brochage du module GSM SIM800L. ....	85
Figure 4. 5 : relais électromagnétique.....	88
Figure 4. 6 : relais de phase.....	88
Figure 4. 7 : La plaque d'essai ou breadboard.....	89
Figure 4. 8 : disjoncteur bipolaire avec contact auxiliaire.....	90
Figure 4. 9 : Convertisseur CC CV avec affichage. ....	91
Figure 4. 10 : interface IDE de la carte arduino.....	92
Figure 4. 11 : Téléchargement d'application (MIT AI2 Companion). ....	94
Figure 4. 12 : Site officiel de MIT App Inventor 2. ....	94
Figure 4. 13 : Création d'un nouveau projet nommé 'alarme'. ....	95
Figure 4. 14 : Environnement de développement : Page 'Designer'.....	96
Figure 4. 15 : Schéma réelle du circuit électronique.....	98
Figure 4. 16 : Schéma de câblage globale du projet.....	99
Figure 4. 17 : organigramme du déroulement du programme. ....	100
Figure 4. 18 : Simulation d'un seul relais.....	104
Figure 4. 19 : les messages d'alarme reçus.....	106
Figure 4. 20 : fonctionnement du système.....	107
Figure 4. 21 : affichage de l'alarme « ABSENCE DE TENSION AC » .....	108
Figure 4. 22 : affichage de l'alarme « MANQUE DE TENSION 48 VDC ».....	109



## Liste des tableaux

Tableau 1.1: Tension normalisées du réseau national algérienne, les lignes HTB, HTA, et BT.....	25
Tableau 2. 1 : Postes télé conduite par UFH.....	50
Tableau 2. 2 : poste commande par fibre optique.....	51
Tableau 2. 3 : poste commande par GPRS.....	52
Tableau 4. 1 : Les types des AT COMMANDS et les réponses.....	80
Tableau 4. 2 : Commande AT dédiées service SMS.....	80

## Liste des abréviations

ASCII : American Standard Code for Information Interchange (Code américain normalisé pour l'échange d'information).

BT : Base tension.

CC : Constant Current.

CCN : contrôle commande numérique.

CEI : Commission Electrotechnique Internationale.

CV : Constant Voltage.

EGA : Electricité et Gaz d'Algérie.

FCZ : Frontal de communication zone.

FO: Fibre optique.

GPP: Generation Partnership Project.

GPRS : General Packet Radio Service (Service général de radio par paquets).

GRTE : Gestion du Réseau de Transport de l'Électricité.

GSM : Globale système for mobile (Globale système pour mobile).

HT : Haute Tension.

HTA : Haute Tension Niveau A.

HTB : Haute Tension Niveau B.

IAT : Interrupteur Aérien Télé commande.

IAT-CT : IAT-Creux de Tension.

IHM: Interface homme-machine.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IDE : Environnement de Développement Intégré.

ME : Mobile Equipment.

MIT : Massachusetts Institute of Technology.

MT : Moyenne Tension.

MTU : Master terminal Unit (Unité terminale maîtresse).

MVA : Méga volts ampères.

MW : mégawatt.

NET : Broche d'antenne pour le module.

RDA : Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz d'Alger.

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

RDE : Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.

RDO : Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Ouest.

RHI : Relais de maximum courant.

RHV : Relais de maximum tension.

RST : Réinitialiser.

RTU : Remote Terminal Unit (Unité terminale distante).

RX : Réception.

RXD : Récepteur vers le module.

SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition (Système De Contrôle Et D'acquisition de Données).

SIM: Subscriber Identity Module.

SIMCOM: simultaneous communication.

SMS : Short Message Service.

SPE : Société Algérienne de Production de l'Électricité.

St : Sectionneur de mise à la terre.

TA : Terminal Adaptator.



TC : transformateur de courant.

TCD3 : télécommande double.

TE : Terminal Equipment.

TG : Tranche générale.

TGBT : Tableau Général Basse Tension.

THT : Très Haute Tension.

TSA : transformateurs de service auxiliaire.

TSD4 : Télésignalisation Double.

TX : Transmission.

TXD : Émetteur du module.

P : Parafoudre.

PIC : Peripheral Interface Controller (contrôleur d'interface périphérique).

UHF : Ultra High Fréquence.

UMTS : L'Universal Mobile Télécommunications System.

USB: Universal Serial Bus.

VAC: voltage alternating current.

VDC: voltage direct current.

VCC: voltage common collector.

## **Introduction générale**

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

La supervision et le contrôle à distance de la distribution d'électricité est une solution idéale pour l'exploitation, afin de minimiser le nombre de défauts et réduire le temps de maintenance et de déplacement.

La société de distribution de l'électricité et de gaz se voit la nécessité de superviser ses stations et ses unités, pour cela elle a mis en service un nouveau système de téléconduite des réseaux de distribution d'électricité en développant des systèmes de contrôles et d'acquisitions des données (SCADA en anglais : Supervisory Control And Data Acquisition). Ceci se fait dans un but de réduire les durées des interruptions lors d'incidents et de proposer à l'opérateur des reconfigurations du réseau permettant une optimale des équipements.

Les moyens de distribution de l'énergie électrique, la performance et la qualité du service constituent un patrimoine important qu'il faut conserver et protéger contre les défauts et les dangers qui risquent d'endommager le réseau de distribution, surtout que les défauts sont liés à des phénomènes aléatoires et extérieurs aux installations (coup de foudre, orage etc...). Pour faire face à ces phénomènes, un système de protection est indispensable pour surveiller les grandeurs fondamentales, isoler les parties en défauts et éviter la propagation du défaut dans le reste du réseau sain.

Nous avons présenté les différentes postes électriques avec leur architecture détaillée et leur rôle est de connecter, distribuer et convertir l'énergie électrique de la haute tension à la basse tension.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous nous intéressons à l'étude du système la tranche générale organe essentiel dans l'étage MT, cette étude sera simulée par la réalisation d'un projet pour une bonne compréhension du fonctionnement d'un système pour assurer l'acquisition des données à distances pour faire fonctionner les organes électriques.

Ce mémoire s'organise de la manière suivante :

Chapitre 01 : Généralités sur les réseaux électriques.

Chapitre 02 : Introduction au système SCADA et les postes électriques.

Chapitre 03 : Protection électrique d'un poste HT/MT.

Chapitre 04 : Réalisation et fonctionnement.

# **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 SONELGAZ**

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

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

Sensible à son environnement, consciente de sa dimension sociale, Sonelgaz a de tout temps adopté une attitude de proximité et une démarche citoyenne ; elle a soutenu massivement les initiatives, encourageant les talents et valorisant l'esprit associatif par le mécénat et le sponsoring. La figure(1.1) représente la direction générale de SONELGAZ . [1]





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 (figure 1.2) :

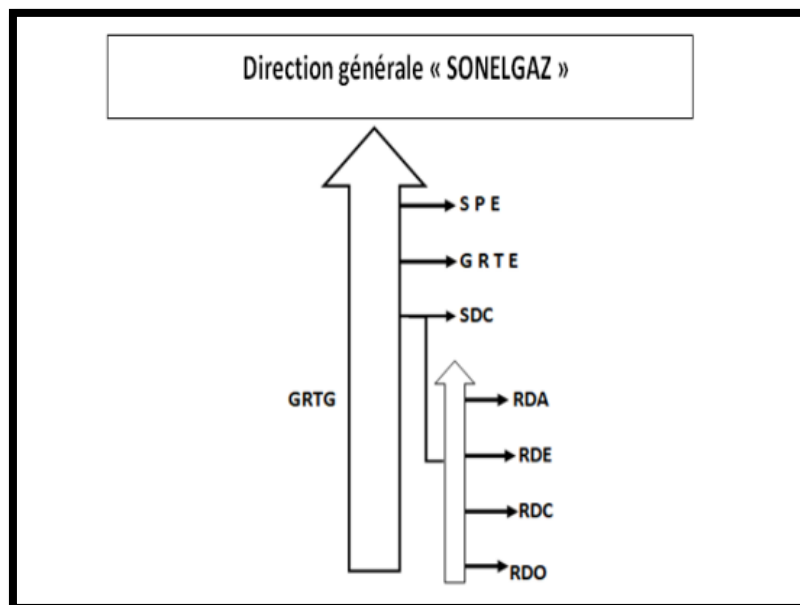


Figure 1.2 : Organigramme du groupe « SONELGAZ ».

- 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).

### **1.3 Présentation de l'entreprise d'accueil**

La société de distribution de l'électricité et du gaz du centre (RDC), est une société par actions, filiale du groupe SONELGAZ, elle a été créée en janvier 2006, elle dispose d'un réseau d'électricité d'une longueur très importante et un réseau de gaz aussi important, soit :

-28 542 Km en HTA.

-31 115 Km en BT.

#### **❖ Missions et objectifs**

L'entreprise a pour missions principales [2] :

- 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 tout en développant et modernisant ses réseaux pour répondre à la demande de ses clients.

#### **❖ Activités de SONELGAZ**

SONELGAZ est composée des trois branches d'activités suivantes :

##### **➤ Activité production**

La nature non stockable de l'électricité, impose à l'entreprise une intégration complète de toutes les phases de son activité, depuis la production jusqu'à sa mise à disposition au consommateur final.

- **Production** : c'est l'activité consistant à transformer l'énergie calorifique ou hydraulique en énergie mécanique puis électrique. Le parc de production dont les ouvrages sont conçus et dimensionnés pour répondre à un niveau maximum de la demande, comprend quatre

filières :

- Filière Turbines Vapeur : Elle est composée de 20 groupes de puissance unitaire comprise entre 50 MW et 196 MW.
  - Filière Turbines à Gaz : Elle est constituée de 86 groupes dont la puissance unitaire varie de 20 MW à 210 MW.
  - Filière Hydraulique : Elle est constituée de 34 groupes dont la puissance unitaire varie de 1 MW à 5 MW pour les basses chutes et de 12 MW à 50 MW pour les hautes chutes.
  - Filière Diesel : Elle est composée de 183 groupes de puissance unitaire de 0.35 MW à 8 MW. Les groupes de cette filière sont installés au sud et alimentent des réseaux isolés.
- **Interconnexion** elle est réalisée à partir des lignes de très haute tension (400 KV) qui permettent à la fois :
- D'apporter l'énergie électrique près des grands centres,
  - D'assurer une connexion entre les centrales.

Le réseau national est interconnecté avec le Maroc et la Tunisie, ce qui permet des échanges commerciaux et des secours mutuels en cas de besoin.

### ➤ **Activité transport**

○ **Transport d'électricité**

Le transport est réalisé à partir des lignes haute tension (60 KV, 220 KV et 400 KV) et permet de se rapprocher des consommateurs finaux (gros clients industriels et postes de distribution).

○ **Transport du gaz**

Le transport du gaz naturel se fait en haute pression par canalisation aux fins de mise à disposition des abonnés industriels et domestiques.

### ➤ **Activité distribution**

○ **Distribution d'électricité**

La distribution se fait par lignes et câbles de moyenne et basse tensions. Elle consiste à alimenter l'ensemble des petits clients industriels et les abonnés domestiques. Dans le sud, les réseaux autonomes hétérogènes sont alimentés par des centrales implantées

localement le plus souvent ce sont les turbines diesel, fonctionnant au gasoil, ce qui explique que leurs charges d'exploitation sont importantes.

La distribution assure la satisfaction en énergie électrique des trois grandes catégories de clients :

- Les clients industriels (alimentés par les réseaux de haute tension).
- Les clients industriels de moyenne importance (alimentés par les réseaux de moyenne tension).
- Les ménages et artisans (alimentés par les réseaux de basse tension).

○ **Distribution du gaz**

La distribution du gaz assure la satisfaction des trois grandes catégories de clients :

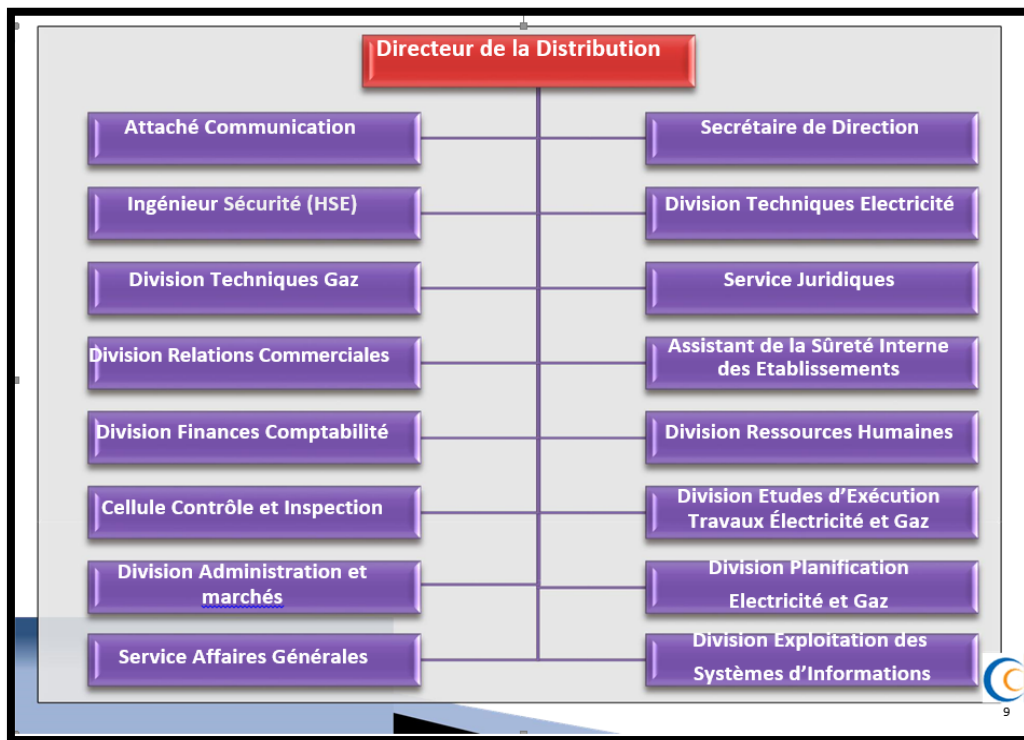
- Les clients industriels sont alimentés par les réseaux de haute pression.
- Les clients industriels de moyenne importance sont alimentés par les réseaux moyenne pression.
- Les ménages et artisans sont alimentés par les réseaux basse pression.



## 1.4 Société de distribution d'électricité et du Gaz du centre

Créée en Janvier 2018 (changement d'organigramme), elle dispose d'un réseau électricité d'une longueur très importante, en moyenne et basse tension (HTA/BT), et d'un réseau gaz aussi important. 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 [2].

### 1.4.1 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 plusieurs divisions lesquelles se complètent entre eux. Elle se compose de [2] :
  - **Le directeur** : c'est le premier responsable pour gérer l'entreprise économique et financier, 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 est axé sur la défense des intérêts de l'entreprise.
  - **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.

L’organigramme de la figure 1.4, donne une vue générale sur les différents organes constituant l’entreprise :

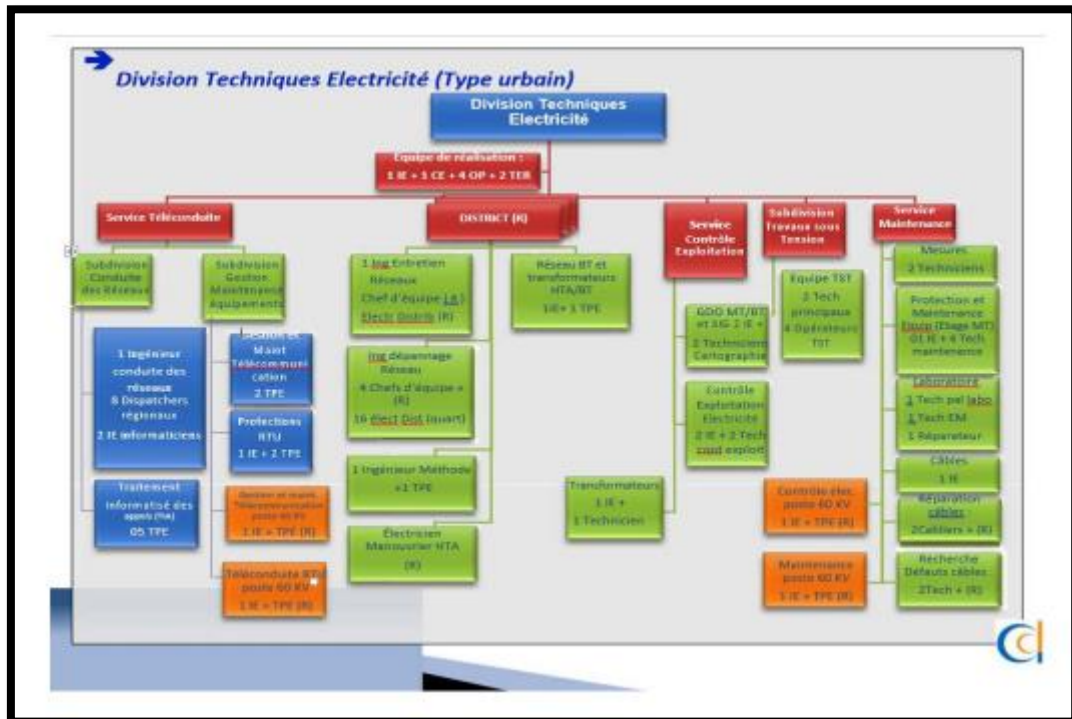


Figure 1.4 : Organigramme de la division technique électricité [6].

- **Division études et exécution des travaux :** elle assure 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 [2].



*Figure 1.5* : Direction de distribution de l'électricité et du gaz du centre.

## 1.5 Réseaux électriques

### 1.5.1 Définition

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production, transport et consommation, mettant en œuvre des réglages afin d'assurer la stabilité de l'ensemble [4]. La (figure 1.6) qui suit représente un réseau électrique :



*Figure 1.6* : Réseau électrique.

## 1.5.2 Différents réseaux électriques

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

### 1.5.2.1 Réseau de transport et d'interconnexion THT

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

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

Parmi les caractéristiques de ce réseau :

- La tension est 150 kV, 225 kV et dernièrement 400 kV.
- Neutre directement mis à la terre.



- Des pylônes souvent métalliques, les hauteurs de 10 à 90 m, distants de quelques centaines de mètres [7].

### 1.5.2.2 Réseau de répartition HT

Les réseaux de répartition ou réseaux haute tension, ont pour rôle de répartir l'énergie issue du réseau de transport au niveau régional. Leur tension est supérieure à 63 kV. Ces réseaux sont constitués par des lignes aériennes en grande part, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de kilomètres.

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

- La tension est 63 kV ou 90 kV.
- Neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre.
- Limitation courant neutre à 1500 A pour le 90 kV.
- Limitation courant neutre à 1000 A pour le 63 kV [8].

### 1.5.2.3 Réseau de distribution

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

Le poste de transformation HTA/BT constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique [9].

Il existe deux sous niveaux de tension :

#### 1.5.2.3.1 Réseau de distribution moyenne tension MT (ou HTA)

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

- Soit du domaine public, avec accès aux postes de distribution publique HTA/BT.
- Soit du domaine privé, avec accès aux postes de livraison aux abonnés à moyenne consommation, tels que les hôpitaux, les bâtiments administratifs, les petites industries...etc. [9].

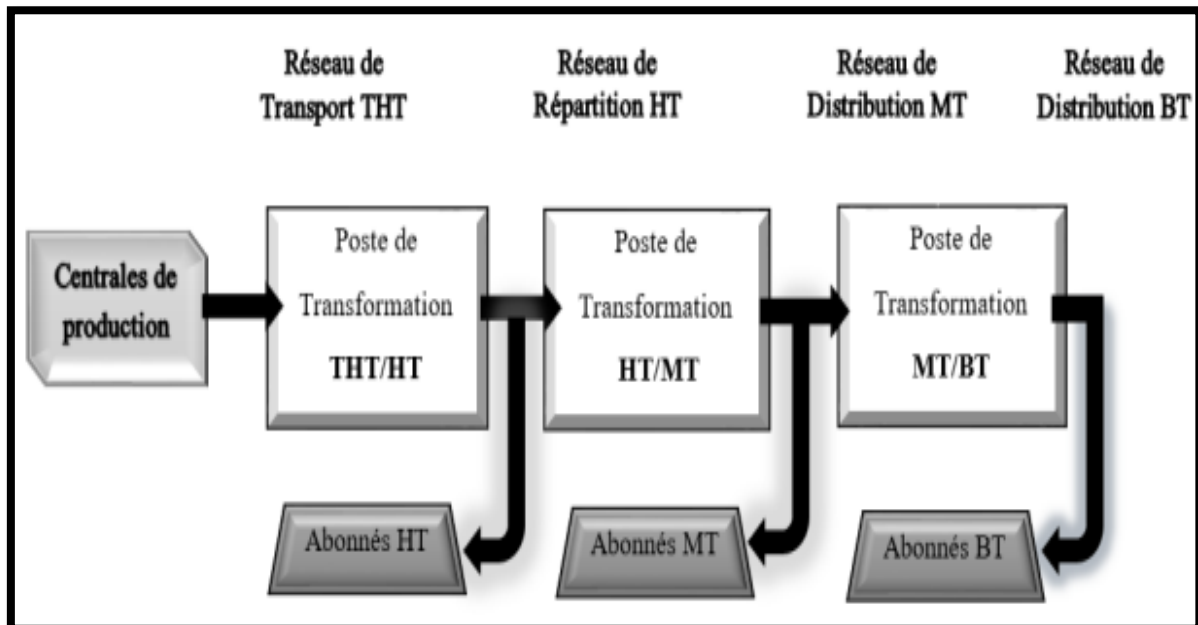
➤ **Les spécificités de ce réseau :**

- HTA (ou MT) : 30 et 10 kV le plus répandu.
- Neutre à la terre par une résistance.
- Limitation à 300 A pour les réseaux aériens.
- Limitation à 1000 A pour les réseaux souterrains.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.
- Supports ou poteaux en béton ou en bois, des hauteurs de 10 à 14 m et distants d'une centaine de mètres [7].

### 1.5.2.3.2 Réseau de distribution à basse tension BT

C'est le réseau qui nous est en principe familier puisqu'il s'agit de la tension 220/380 V en Algérie. Nous le rencontrons dans nos maisons via la chaîne : compteur, disjoncteur, fusibles (Micro disjoncteurs) [8].

La finalité de ce réseau est d'acheminer l'électricité du réseau de distribution MT aux points de faible consommation dans le domaine public avec l'accès aux abonnés BT [9]. Il représente le dernier niveau dans une structure électrique illustré en Figure 1.7



*Figure 1.7* : Schéma de description de réseaux électriques.

1.5.3 Tension normalisées

Chaque réseau électrique est organisé à partir de quelques niveaux de tension normalisés. À titre d'exemple, les tensions normalisées du réseau électrique en Algérie (Sonelgaz) sont indiquées dans le tableau 1.1, accompagnées de photographies qui illustrent l'allure des lignes correspondantes :




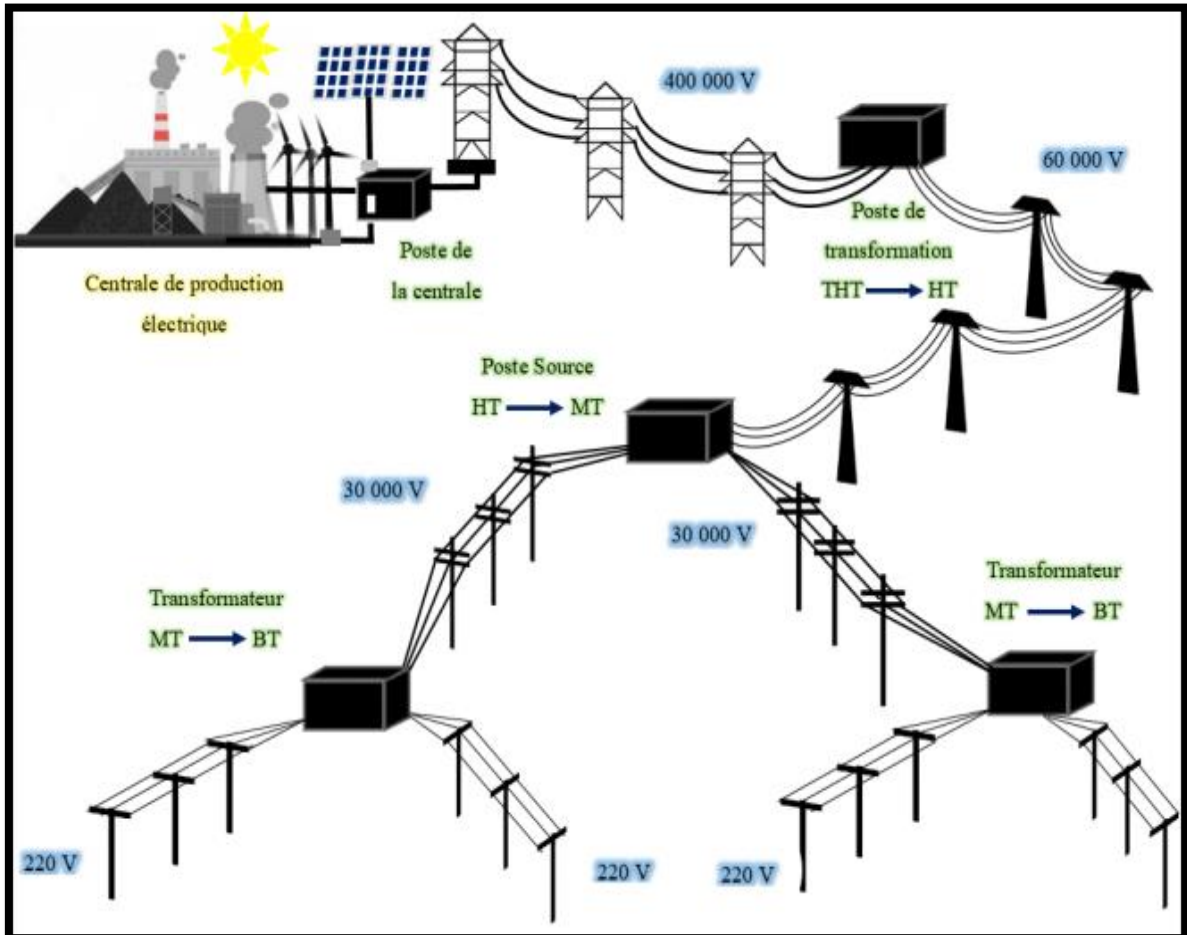
	Usage Tensions	Tensions Normalisé	Noms (standard Européen)	Aspect visuel des lignes
<b>HTB</b>	Grande Transport national et interconnexion	220/400 KV ↓ THT 60 kV ↓ HT	HTB (50 kV à 400 kV)  HTB 3 ➡ 400 kV HTB 2 ➡ 225 kV HTB 1 ➡ 90 et 63 kV	 Lignes de 400 KV
<b>HTA</b>	Lignes interrégionales et répartitions régionale	10 KV (lignes souterrains)  30 kV (lignes aériennes) ↓ MT	HTA (1 kV à 50 kV)	 Lignes de 30 KV
<b>BT</b>	Répartition locale distribution et consommation	220 V ↳ Monophasé 380/400 V ↳ Triphasé	BT < 1 kV	 Lignes de 400 V

Tableau 1.1: Tension normalisées du réseau national algérienne, les lignes HTB, HTA, et BT [5].

### 1.5.4 Fonctionnement du réseau électrique

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



**Figure 1.8:** Schéma illustré d'un réseau électrique montrant l'électricité produite, transportée et distribuée à des niveaux de tensions différentes.

- L'énergie électrique est transportée sur de longues distances dans des lignes électriques (conducteurs de phase, câble de garde, pylônes, isolateurs...) à très haute tension (THT ou HTB), elle est transformée en électricité à la haute tension (HT), elle est ensuite transformée à la tension (MT ou HTA) pour pouvoir être acheminée par le réseau de distribution. Cette transformation intervient dans les postes sources [10].
- Une fois sur le réseau de distribution, l'électricité haute tension HTA alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants,

artisans...), elle est convertie en basse tension (BT) par des postes de transformation avant d'être livrée.

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

## **1.6 Conclusion :**

A travers les différents points traités précédemment, ce chapitre a été conçu pour familiariser l'environnement de travail en commençant par la présentation de l'entreprise d'accueil, en passant à la description du réseau électrique, leurs types qui sont constitués de différents niveaux de tension, et leurs architectures.



## **Chapitre 2**

# **Introduction au système SCADA et postes électriques**

## 2.1 Introduction

Les installations de conduite et de contrôle d'un poste ont pour but d'assurer la conduite (locale ou à distance), la surveillance, la protection et la reprise de service après incident sur le réseau électrique en agissant au niveau de différents constituants du poste :

- Les constituants assurant le raccordement d'extrémités des liaisons de transport et de distribution y aboutissant
- Les constituants internes aux postes comme les jeux de barres ou les transformateurs de puissance.

Pour ce faire, un poste est structuré en différentes fractions rassemblant un ensemble de matériels et de circuits à haute et basse tensions, lié géographiquement et fonctionnellement à une partie déterminée du poste.

## 2.2 Postes électriques

### 2.2.1 Définition d'un poste électrique

Les postes électriques sont des éléments principaux du réseau électrique. Selon la définition de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), un poste électrique est la partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments, et, éventuellement, des transformateurs.

Un poste électrique est donc un élément du réseau électrique servant à la fois à la transmission et à la distribution d'électricité. Il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission, puis de la redescendre en vue de sa consommation par les utilisateurs (particuliers ou industriels) [3].

### 2.2.2 Types de postes électriques

Les postes électriques se trouvent donc aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution. On parle généralement de sous-station. Il existe plusieurs types de postes électriques :

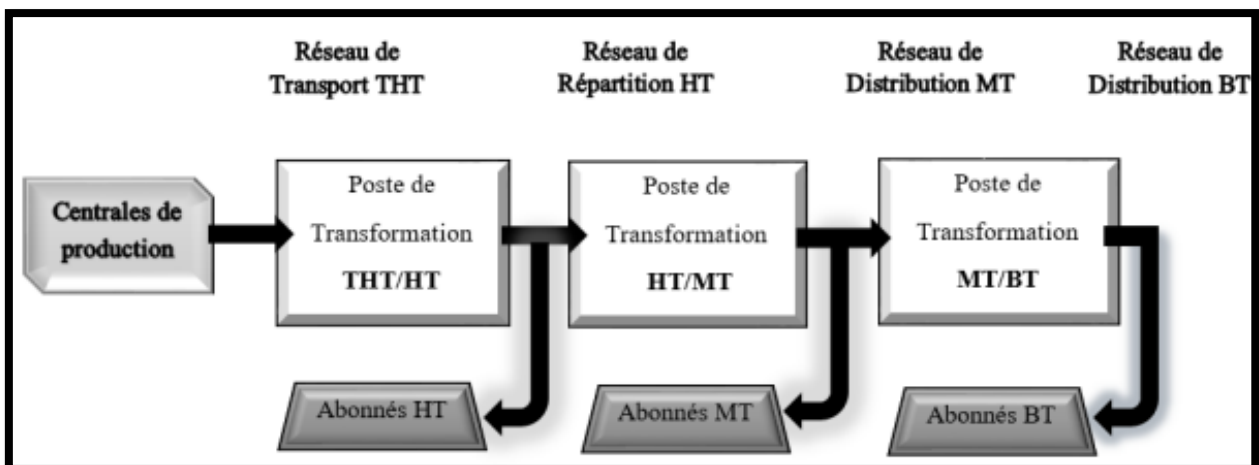
- **Postes de sortie de centrale** : le but de ces postes est de raccorder une centrale de production de l'énergie au réseau.

- **Postes d'interconnexion** : le but est d'interconnecter plusieurs lignes électriques HTB.
- **Postes élévateurs** : le but est de monter le niveau de tension, à l'aide d'un transformateur.
- **Postes de distribution** : le but est d'abaisser le niveau de tension pour distribuer l'énergie électrique aux clients résidentiels ou industriels.

L'aspect des postes électriques fluctue fortement suivant leurs fonctions. Les postes peuvent être en surface à l'intérieur d'une enceinte, souterrains, dans des bâtiments qu'ils desservent. 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 en figure 2.1.



*Figure 2.1* : Cheminement de l'énergie électrique depuis la centrale jusqu'aux clients BT. [7]

### 2.2.3 Poste source HTB/HTA

Ce poste existe dans n'importe quelle structure électrique d'un pays ; il se situe entre les réseaux de distribution HTB et HTA. Sa fonction est d'assurer la transition de HT ( $\gg 100$  kV) à MT ( $\gg 10$  kV).

Il comporte deux arrivées HT, deux transformateurs HT/MT, et de 10 à 20 départs MT. Ces départs alimentent des lignes en aérien et/ ou des câbles en souterrain. La figure 2.2 ci-dessous représente les travées d'un poste htb/hta :



*Figure 2.2* : Cellules d'un Poste HTB/HTA à Beni merad.

### 2.2.4 Poste HTA/HTA

Ce type de station peut remplir deux fonctions :

- \* Assurer le multiplicateur de départ MT en aval du poste HTB/HTA. Dans ces circonstances, la sous-station ne comprend aucun transformateur.
- \* Assurer le passage entre deux niveaux MT (MV).

### Poste HTA /BT

Les postes de distribution moyenne tension/basse tension (MT /BT) sont situés à proximité du groupe d'utilisateurs basse tension, ils réduisent la tension à une valeur adaptée aux équipements

domestiques et industriels, ces postes sont situés entre le réseau de distribution moyenne tension et la distribution basse tension réseau, et ils se caractérisent par :

- 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 :  $S = 100, 150, 250, 400, 630$ 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)

#### **1.6.1.1 Eléments constitutifs d'un poste de transformation**

On peut distinguer quelquefois les éléments d'un poste en "éléments primaires" (les équipements haute tension) et "éléments secondaires" (équipements basse tension)

Parmi les équipements primaires, on peut citer [11] :

- Transformateur électrique
- Autotransformateur électrique
- Disjoncteur à haute tension
- Sectionneur
- Sectionneur de mise à la terre
- Parafoudre
- Transformateur de courant
- Transformateur de tension
- Combiné de mesure (courant + tension)
- jeu de barres
- Batterie de condensateurs

Parmi les éléments secondaires on peut citer :

- relais de protection,
- Équipements de surveillance (TG),
- Équipements de contrôle(CCN),
- Système de télé conduite(RTU)
- Comptage d'énergie
- Alimentations auxiliaires (48VDC. 380 VAC)
- Équipements de télécommunication (fibre op, gprs, radio UHF)
- consignateur d'état

- **Relais de protection numériques**

Le relais de protection numérique ou relais numérique est un relais de protection doté d'un microprocesseur pour analyser les tensions, les courants ou autres valeurs du système électrique afin de détecter les défaillances dans un système de commande industriel comme le montre la figure 2.3 [12].



*Figure 2.3:* Relais de protection numériques.

- **Comptage d'énergie**

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans un lieu : habitation, industrie ... etc. Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité comme montre la figure 2.4 ci-dessous, afin de facturer la consommation d'énergie au client.





*Figure 2.4* : Compteur électrique.

- **Alimentation auxiliaire**

Les auxiliaires ont pour fonction d'alimenter les installations des postes en énergie électrique. Cette fonction est essentielle car, sans alimentation auxiliaire, le système de contrôle-commande ne peut pas remplir sa principale mission. Les alimentations essentielles sont à courant continu, afin de les garantir par des batteries, en cas de manque de tension alternative. L'alimentation des circuits en alternatif est assurée par des transformateurs de service auxiliaire (TSA) alimentés par la haute tension, ou, dans le cas d'un seul transformateur de puissance, par une ligne à moyenne tension. Les postes importants sont aussi équipés d'un groupe électrogène [14].

- **Système de contrôle-commande numérique (CCN)**

Nous pouvons définir un système de contrôle-commande numérique comme un système informatique en relation avec l'environnement physique réel externe par l'intermédiaire de capteurs et/ou d'actionneurs. Contrairement aux systèmes d'informatiques scientifiques (gestion de base de données, bureautique...) qui ont des entrées constituées de données fournies par des fichiers ou éventuellement un opérateur. Les grandeurs physiques acquises permettent au système de contrôle-commande de piloter un procédé physique quelconque [15].

- **Un consignateur d'état**

Cet équipement est chargé de faire l'acquisition de toutes les signalisations de fonctionnement des organes, des protections et automatismes ainsi que des équipements de transmission et de surveillance du poste.

L'armoire du consignateur d'état est généralement installée dans la salle de relaying. Cet équipement est relié à un PC et une imprimante.

Pour chaque signalisation, deux possibilités se présentent [11] :

- Enregistrement sur consignateur d'état sans mise en route de l'alarme
- Enregistrement sur consignateur d'état avec mise en route de l'alarme.

- **Transformateurs**

Dans un poste électrique on utilise trois types de transformateurs qui sont :

**a) Le transformateur de puissance (TP)** Ce type de transformateur permet de convertir les valeurs de tensions et de courants délivrés par le réseau en un système de tensions et de courants de valeurs différentes. La figure 2.5 ci-dessous représente transformateur de puissance dans le poste électrique de beni mered.



*Figure 2.5* : Transformateur de puissance dans un poste électrique.

**b) Autotransformateur** Il a la même fonction que le transformateur de puissance. La différence provient du fait qu'il n'y a pas d'isolation entre le primaire et le secondaire comme

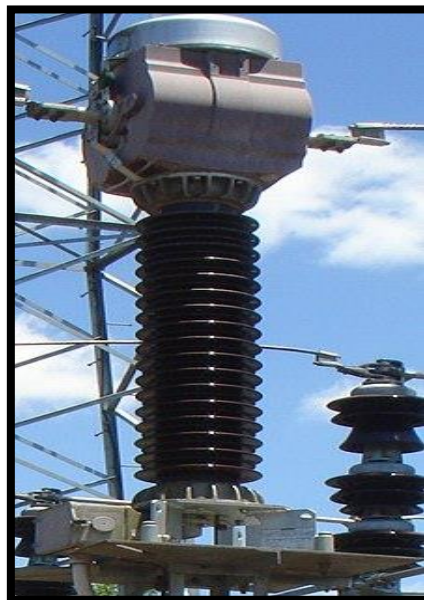
le montre sur la figure 2.6. Le courant alimentant le transformateur parcourt la totalité du primaire et une dérivation en un point donné qui détermine la sortie du secondaire.



*Figure 2.6* : Autotransformateur.

c) **Transformateurs de mesure** On distingue deux types qui sont :

- **Transformateurs de courant (Tc)** C'est un transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est, dans les conditions normales d'emploi, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle approximativement nul pour un sens approprié des connexions comme illustré en Figure 2.7.



*Figure2.7* : Transformateur de courant.

- **Transformateurs de tension(Tt)**
- Ils sont des transformateurs de haute précision dont le rapport de transformation varie très peu avec la charge comme illustré en Figure 2.8. Ils sont utilisés sur les lignes à haute tension pour alimenter des appareils de mesure (voltmètres, wattmètres, etc.) ou de protection (relais). Ils servent à isoler ces appareils de la haute tension et à les alimenter à des tensions appropriées [16].



*Figure2.8* : Transformateur de tension.

- **Disjoncteur (Dj)**

Le disjoncteur est l'appareil de protection par excellence, destiné à établir, supporter et interrompre le courant sous sa tension assignée comme le montre sur la figure2.9, il doit être capable de couper des courants de défaut très élevés évitant ainsi la détérioration voire l'avarie des équipements du réseau [17].



*Figure 2.9* : Disjoncteur à haute tension.

- **Sectionneur (S)**

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante afin qu'un opérateur puisse effectuer une opération de maintenance sans risque de choc électrique comme indique sur la figure 2.10 ci-dessous [18].



*Figure2.10* : Sectionneur de barre.



- **Sectionneur de mise à la terre (St)**

Il s'agit d'un dispositif de sécurité dont le but est de rétablir le potentiel d'un appareil préalablement mis hors tension pour permettre une intervention humaine afin d'assurer la sécurité complète de l'appareil.



*Figure2.11* : Sectionneur de mise à la terre (MALT).

On peut les trouver sous trois formes, en fonction de leurs ouvertures comme illustrés en Figures ci-dessous (Horizontale, verticale et pantographe). [18]



*Figure2.12* : Sectionneur horizontal



*Figure2.13* : Sectionneur vertical



*Figure2.14* : Sectionneur pantographe

- **Parafoudre (P)**

Les parafoudres sont des appareils destinés à limiter les surtensions imposées aux transformateurs, instruments et machines électriques par la foudre et par les manœuvres de commutation. Dans la figure 2.15 la partie supérieure du parafoudre est reliée à un des fils de



la partie à protéger et la partie inférieure est connectée au sol par une mise à la terre de faible résistance [19].



*Figure2.15* : Parafoudre.

- **Jeu de barres (B)**

Les jeux de barres sont généralement des barres plates ou des tubes creux en cuivre ou en aluminium (les plus grands jeux de barres peuvent atteindre un diamètre de 120mm).



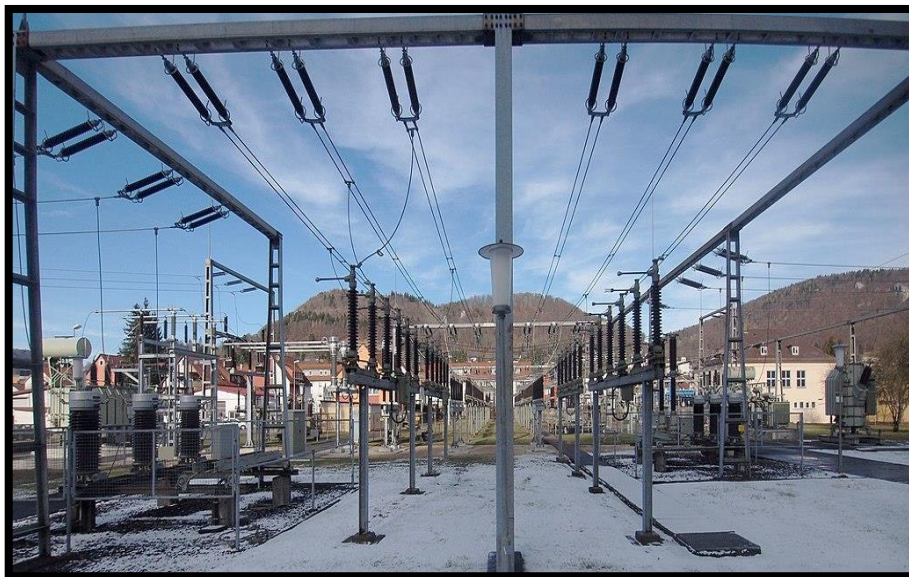
*Figure2.16* : Jeu de barres.

En haute tension, les jeux de barres peuvent être posés sur des isolants, dans ce cas se sont des tubes comme le montre dans la figure 2.17 suivante :



*Figure 2.17 : Tubes.*

Ils peuvent être tendus, c'est-à-dire que les jeux de barres sont flexibles (figure2.18) et suspendus par des chaînes isolantes à des structures métalliques.



*Figure2.18 : flexibles.*

Les jeux de barres permettent de relier les différents composants d'un poste électrique, ce qui les rend très importants mais aussi très fragiles [17].

## 2.3 Généralités sur le système SCADA

### 2.3.1 Introduction

Le système SCADA (supervisory control and data acquisition) est un système de télégestion à grande échelle réparti au niveau des mesures et des commandes. Des systèmes SCADA sont employés pour surveiller ou commander le produit chimique ou pour transporter des processus, dans les systèmes municipaux d'approvisionnement en eau, pour commander la génération d'énergie électrique, la transmission et la distribution, les canalisations de gaz et de pétrole, et d'autres protocoles industriels.

### 2.3.2 Définition du système SCADA

SCADA est un acronyme qui signifie le contrôle et la supervision par acquisition de données 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 suivante [20].

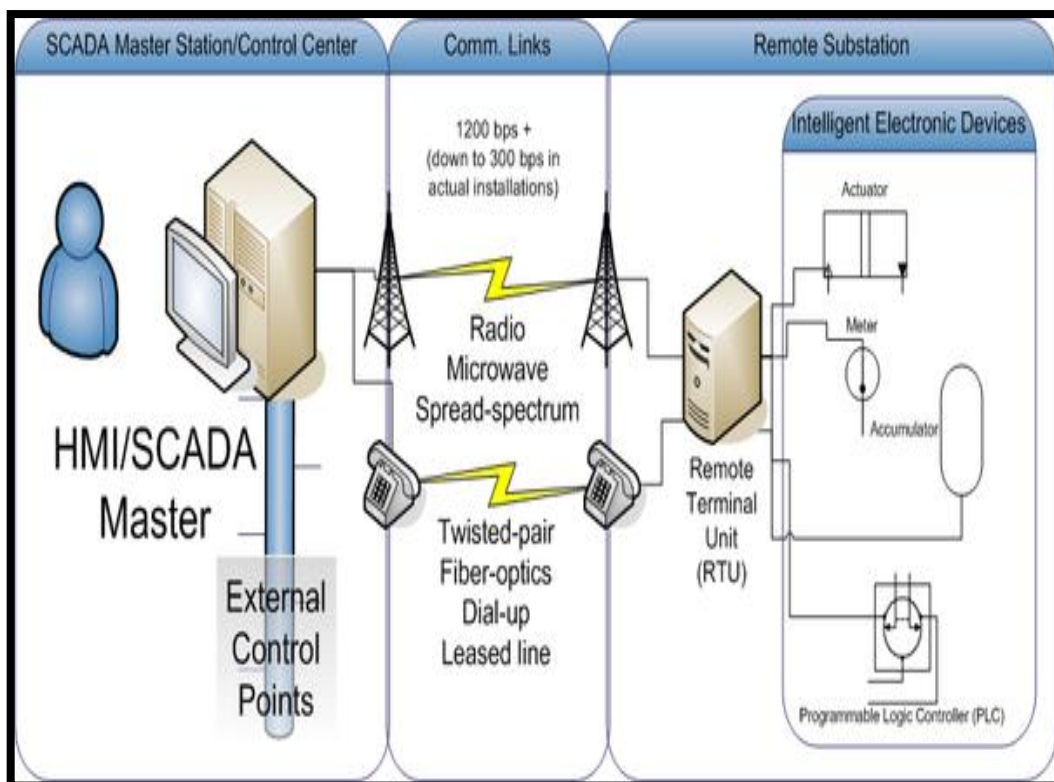


Figure 2.19 : Architecture d'un système SCADA.

## **2.4 Système SCADA de BLIDA**

Le système Micro SCADA est un système de contrôle à distance décentralisé pour le réseau d'électricité, qui réduit les temps d'arrêt et améliore la qualité vitalité. Pour cela, il existe un matériel et un dispositif intégral avec les mécanismes nécessaires qui permettra le contrôle à distance du kill switch du réseau, qui est l'ordinateur de contrôle. En consultant à distance les indicateurs de localisation de défaut, l'opérateur gère toutes les structures importantes de son périmètre d'intervention :

- Poste HTB/HTA
  
- Postes HTA/BT
  
- Poste HTA/HTA
  
- L'interrupteur aérien télécommandé (IAT/IAT-CT)



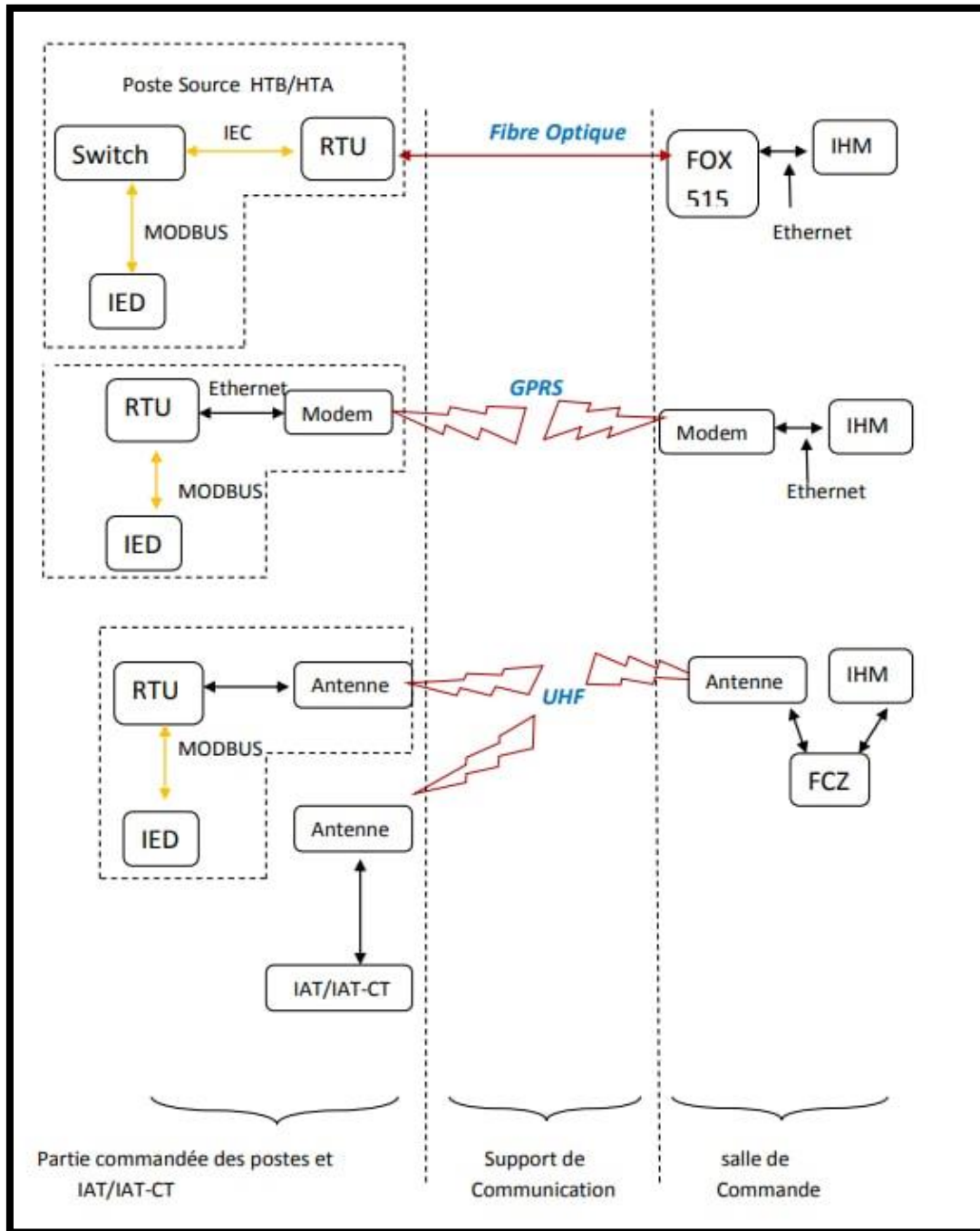


Figure 2.20 : Architecture de SCADA Blida.

2.4.1 Éléments de SCADA

**Partie logiciel (soft) :** Un système SCADA doit être muni d'un logiciel permettant d'assurer la communication entre les éléments du SCADA et les opérateurs (interface homme-machine), et d'accomplir des tâches telles que le traitement des données, la sauvegarde des données, le déclenchement d'alarmes, et le contrôle automatique de processus de haut niveau. Les logiciels SCADA gèrent des informations concernant les dispositifs connectés au SCADA, mais généralement l'information concernant la topologie et la structure du réseau de canalisation n'existe que sous forme de vues graphiques.

**Partie physique (hard) :**

- Opérateur humain qui surveille le système SCADA et performes des fonctions de contrôle et de surveillance pour les opérations d'installation distante.
- Interface homme-machine (IHM) qui présente les données de l'opérateur et prévoit des entrées de commande dans une variété de formats, y compris les graphiques, menus schémas, fenêtres, déroulant, écrans tactiles, etc.

Dans ce qui suit les Figures (2. (21.22.23)) représentent quelque IHM des postes commander par les trois supports de transmission GPRS, FO, radio UHF :

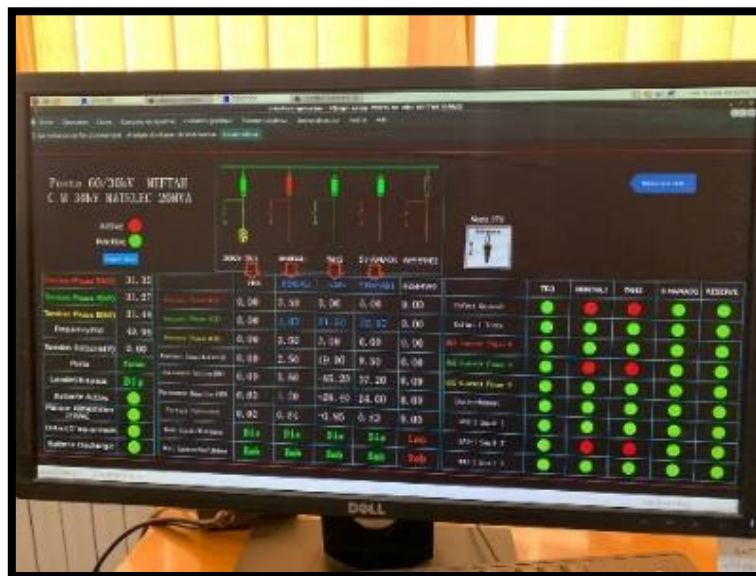


Figure 2.21: IHM d'un poste commander par GPRS.



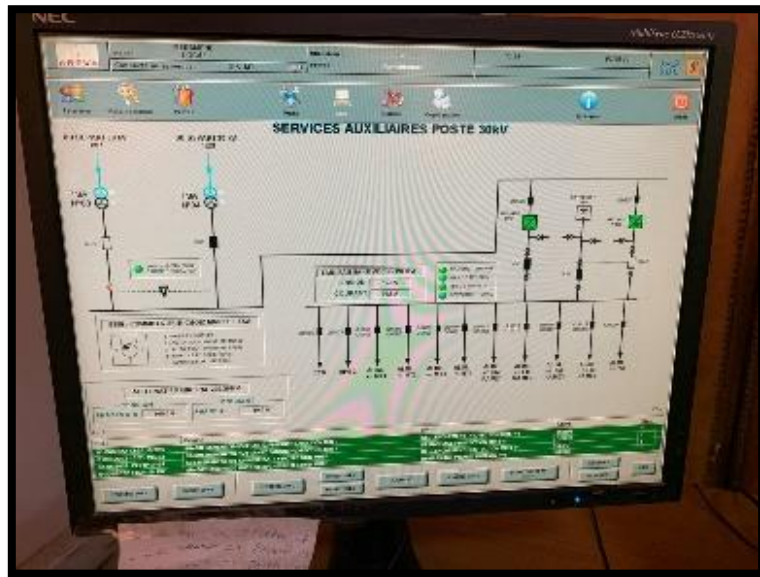


Figure 2.22 : IHM d'un poste commander par fibre optique.

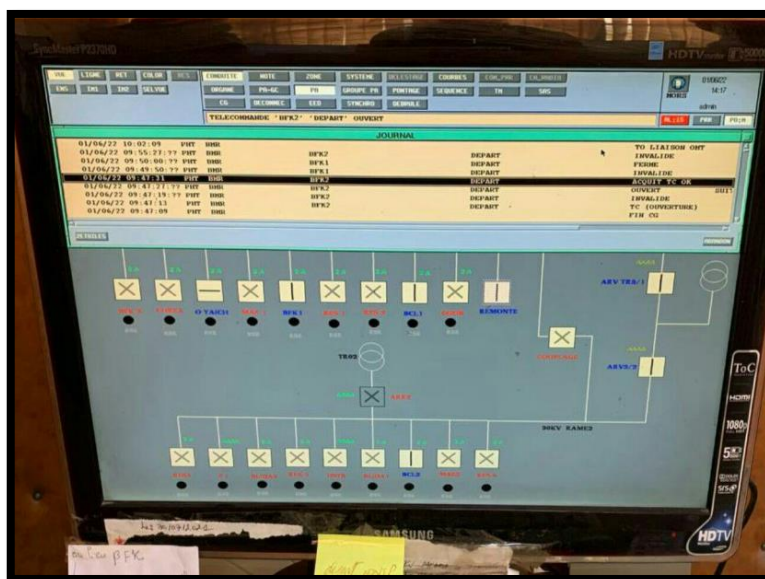
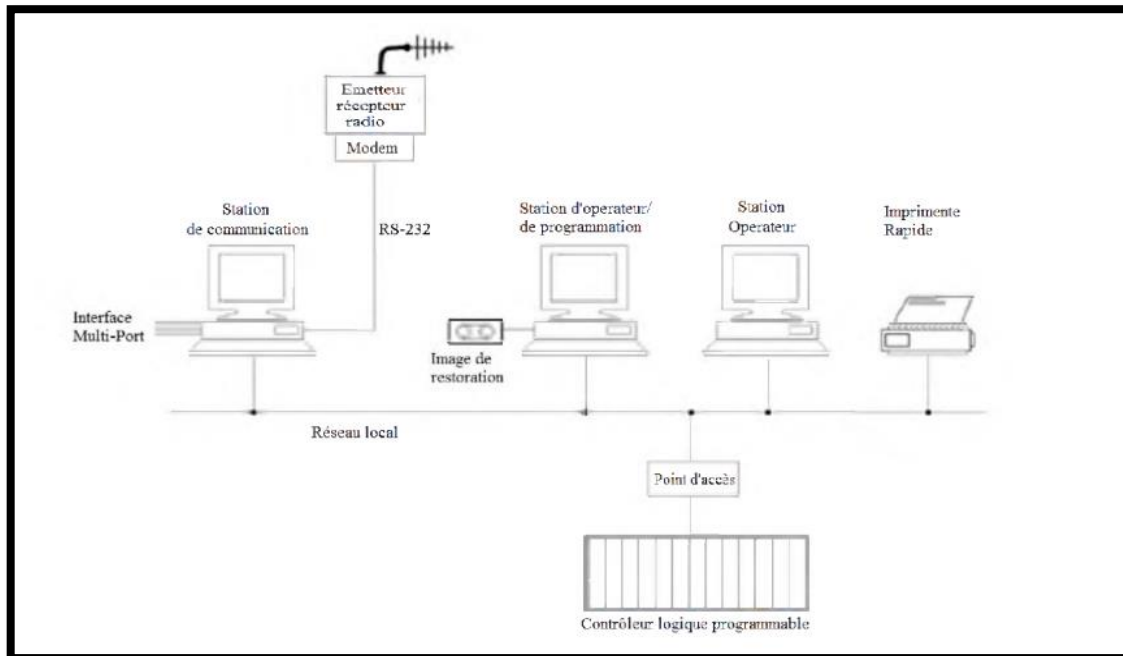


Figure 2.23 : IHM d'un poste commander par UHF.

- Unité maître terminal (MTU) : Elle est équivalente à l'unité maître dans une architecture maître/esclave. Le MTU présente les données à l'opérateur via l'IHM, collecte les données du site distant et transmet les signaux de commande au site distant [22-24].



**Figure 2.24 :** Schéma générale d'un MTU.

- Unité terminale distante (RTU) : Le RTU ou unité terminale à distance est un appareil électronique et il est également connu sous le nom d'unités de télémétrie à distance. Ce système comprend des objets physiques interfacés via des RTU. Le contrôle de ces appareils peut se faire par des microprocesseurs.

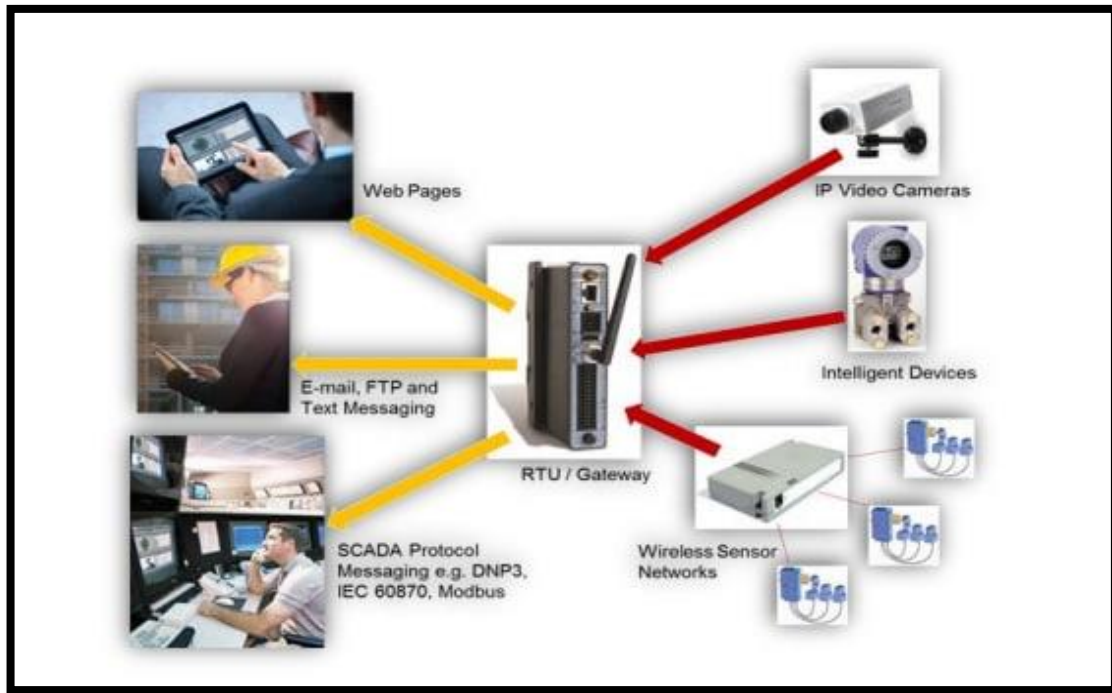


Figure 2.25 : Unité terminale distante (RTU).

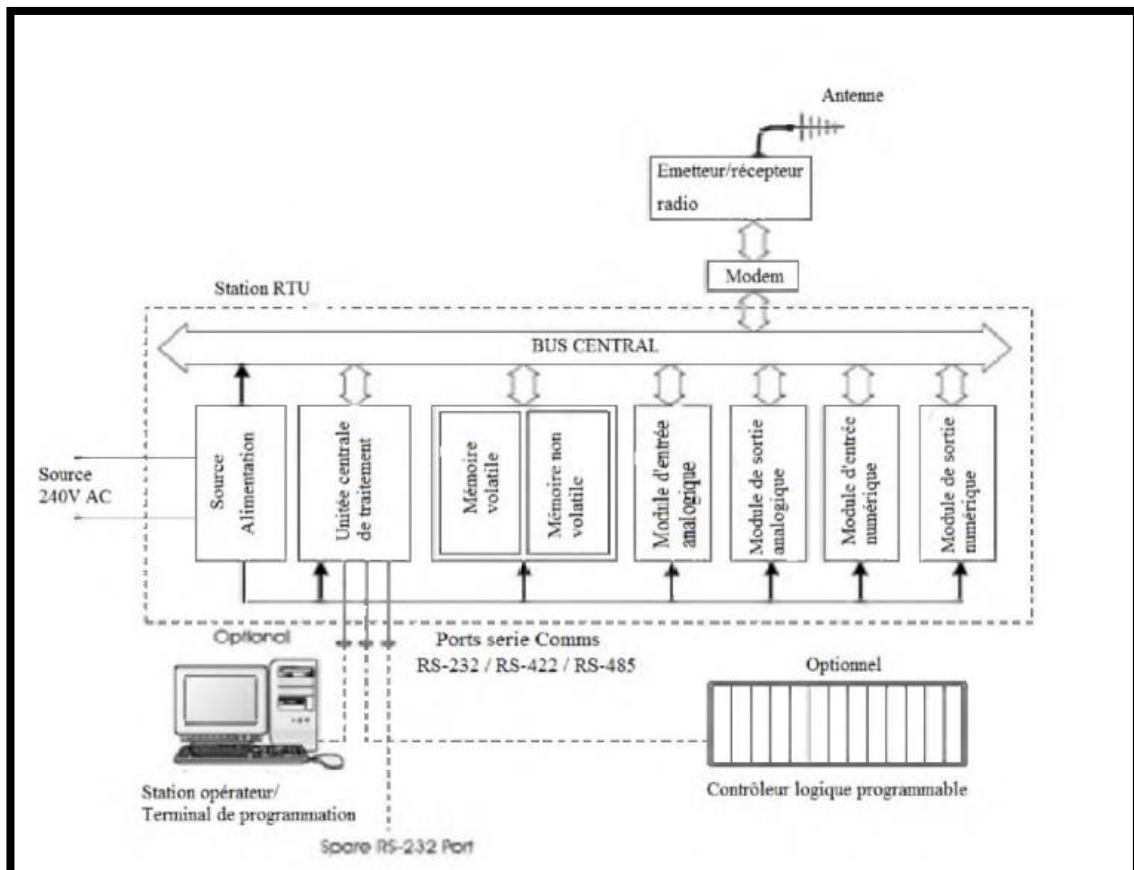


Figure 2.26 : Schéma générale d'un RTU.

- Moyens de communication : méthode de communication entre le MTU et télécommandes. La communication peut se faire par internet, réseaux sans fil ou filaire ou le réseau téléphonique public commuté.

2.5

## 2.5 Avantages du SCADA

Parmi les avantages du SCADA en retrouve :

1. Le suivi de près du système : voir l'état du fonctionnement de procédé dans des écrans même s'il se situe dans une zone lointaine.
2. Le contrôle et l'assurance que toutes les performances désirées sont atteintes.
3. Produire une alarme lorsqu'une faute se produit et visualiser même la position où se situe la faute et l'élément défectueux.
4. Donner plusieurs informations sur le système, ainsi on aide l'opérateur à prendre la bonne décision, et ne pas se tromper dans son intervention.

## 2.6 Supports de transmissions

### 2.6.1 Définition

Nous appelons le support de transmission tout support autorisé données en tant que signal de la source à la destination. La transmission d'informations nécessite également la disponibilité d'un ou plusieurs supports matériels. Dans le cas des ordres de contrôle du réseau, les supports utilisés sont :

- Prise en charge limite (accessible) : paire torsadée, câble coaxial, fibre optique.
- Médias non contraignants tels que l'air (ondes électromagnétiques, ondes radio, GPRS).

**2.6.2 Radio (UHF) :** La bande UHF (Ultra High Fréquence) est le terme officiel désignant les fréquences de 300 à 3 000 MHz. 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).

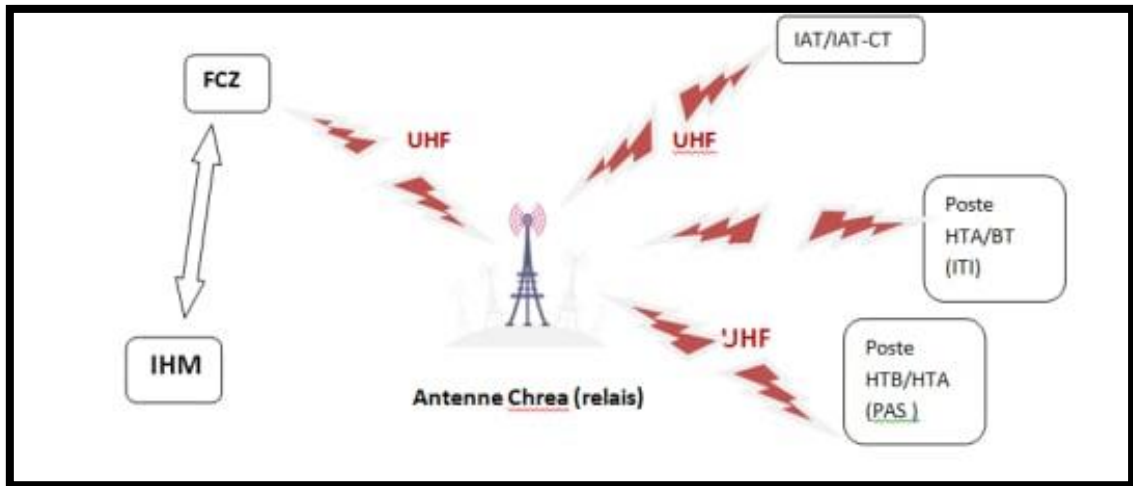


Figure 2.27 : architecture de communication par UHF.

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.

Dans la salle de contrôle et supervision on trouve :



Figure 2.28: FCZ.

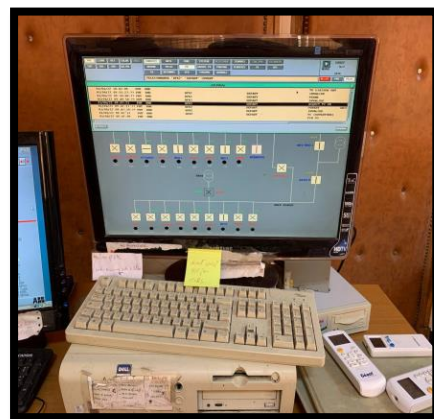
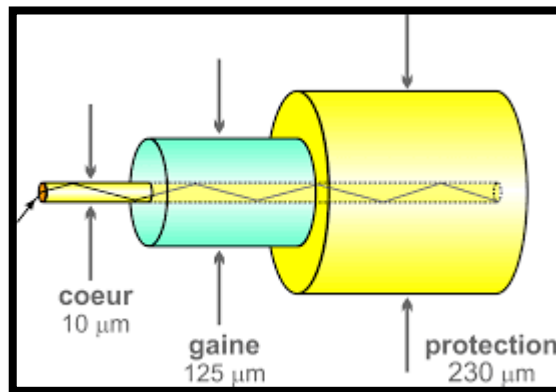


Figure 2.29 : l'ancien poste commander par UHF.

## 2.6.3 Fibre optique

### 2.5.1.1 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. La fibre optique est composée des éléments illustrés en figure 2.30 [25].



*Figure 2.30* : Structure d'une fibre optique.

Des progrès significatifs ont été réalisés dans le système de gestion de la distribution de Blida SCADA, qui ajoute un support de transmission à FO qui contrôle actuellement 6 stations d'origine :

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* : poste commande par fibre optique.

### 2.5.1.2 Avantages de la fibre optique [26] :

- Performances de transmission : très faible atténuation, bande passante très élevée, possibilité de multiplexage (longueur d'onde).
- Avantages de mise en œuvre : très petite taille, grande flexibilité et légèreté.
- Sécurité électrique : Les bornes sont complètement isolées et peuvent être utilisées dans l'environnement Explosif ou à haute pression.



- Sécurité électromagnétique : insensible aux interférences, ne produit aucune inviolabilité presque toutes.
- Avantage économique : Comparé à d'autres supports, le coût est inférieur.

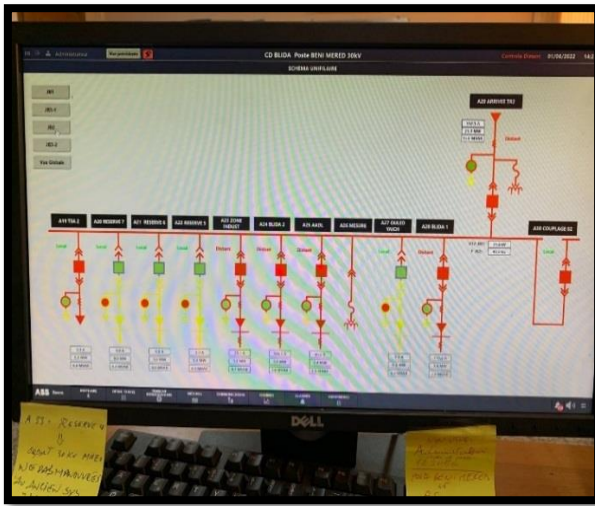


Figure 2.31: poste de bnimerad commander par la fibre optique.



Figure 2.32: Fox 515 ABB.

### 2.6.4 GPRS

Le General Packet Radio Service ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé. Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets.

Dans le Tableau ci-dessous on représente le nombre de poste télécommandés par le GPRS :

Nom de poste	Type de poste	Game de tension	N : départ
Bnimerad	source	60KV/30 KV	3
Chebli	source	60KV/30KV	4
Cabine mobile de Meftah	source	60KV/30KV	3
Poste MT/BT	source	30KV/10KV	5

Tableau 2.3 : poste commande par GPRS.



Figures 2.33 : modem.



Figure 2.34 : poste MT/BT commander par GPRS.



*Figure 2.35* : cabine mobile de chebli.

## 2.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système SCADA en détaillant ses éléments, ce système 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. Nous avons aussi présenté les différents postes électriques dont nous avons exposé leurs architectures et qui ont pour rôle de faire la connections, la distribution et la transformation de l'énergie électrique d'une haute tension en basse tension. Enfin, nous avons considéré le fonctionnement des réseaux électriques qui sont gérés et exploités par la télé conduite.



**Chapitre 03**  
**Protection électrique d'un poste HT/MT**

### **3.1 Introduction**

Aujourd'hui, il ne suffit pas de produire, transporter et consommer l'énergie électrique, mais la protection des réseaux et la sécurité des infrastructures, ainsi que les humains, est prioritaire avant tout, cette tâche est assurée par la télé conduite via un système SCADA. La télé conduite c'est conduire, exploiter et gérer à distance une installation à partir d'un poste central recevant les télémesures et envoyant les télécommandes. En effet, sans avoir à se déplacer, l'exploitant peut en permanence contrôler et intervenir sur le fonctionnement de son réseau.

### **3.2 Initiation aux systèmes automatisés**

#### **3.2.1 Système automatisé**

Un système automatisé est composé de plusieurs éléments qui exécutent un ensemble de tâches programmées sans que l'intervention de l'homme ne soit nécessaire (Exemples : le passage à niveau automatique, la porte de garage, etc...). Il est composé de :

Chaîne d'information / partie commande (PC) :

Elle donne les ordres et reçoit les informations de l'extérieur ou de la partie opérative. Elle peut se présenter sous 3 manières différentes : un boîtier de commande, un microprocesseur (cerveau électronique), ou un ordinateur.

Chaîne d'énergie / partie opérative (PO) :

C'est la partie d'un système automatisé qui effectue le travail. Autrement dit, c'est la machine. C'est la partie qui reçoit les ordres de la partie commande et qui les exécute. Elle comporte les capteurs et les actionneurs :

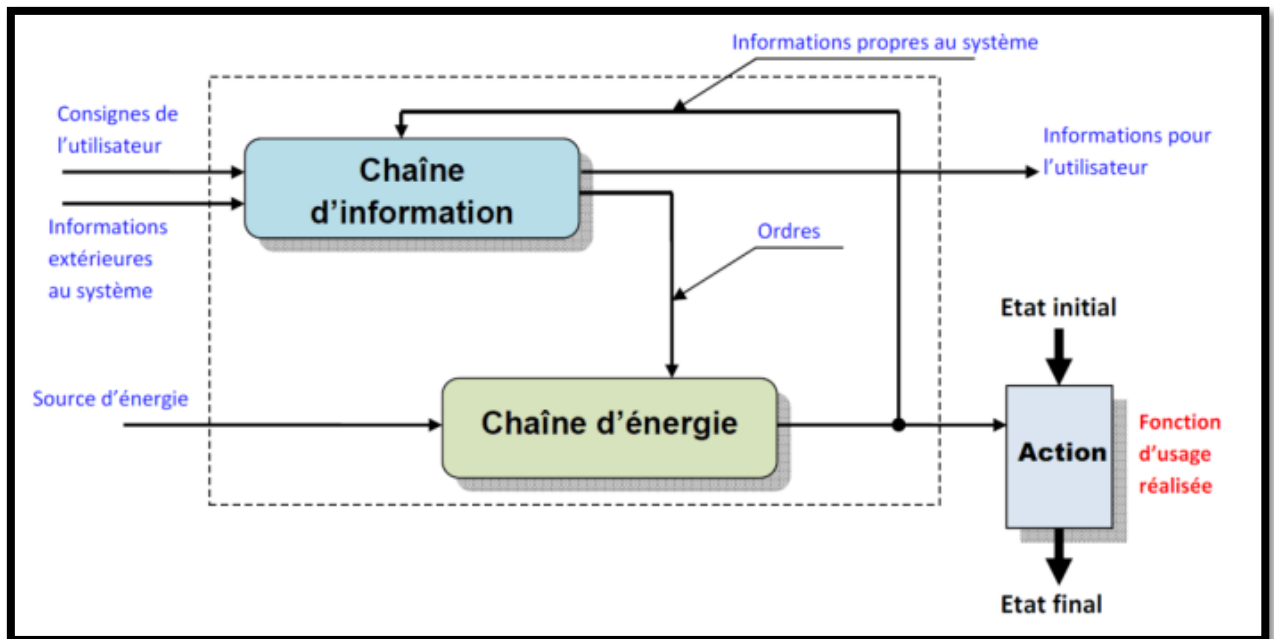


Figure 3.1 : Schéma d'un système automatisé.

### 3.2.2 Objectif du système automatisé

Tout système a un objectif. Dans ce cas précis, son rôle est de :

- Réduit les couts et délai de production, simplifier le travail humain.
- Eliminer la tache pénible et répétitive.
- Augmenter la productivité et améliorer la qualité.
- Réduire les risques de travaille et augmenter la sécurité.
- Economiser la matière première et l'énergie.
- Maintenir la qualité.

### 3.3 Protection des réseaux électriques

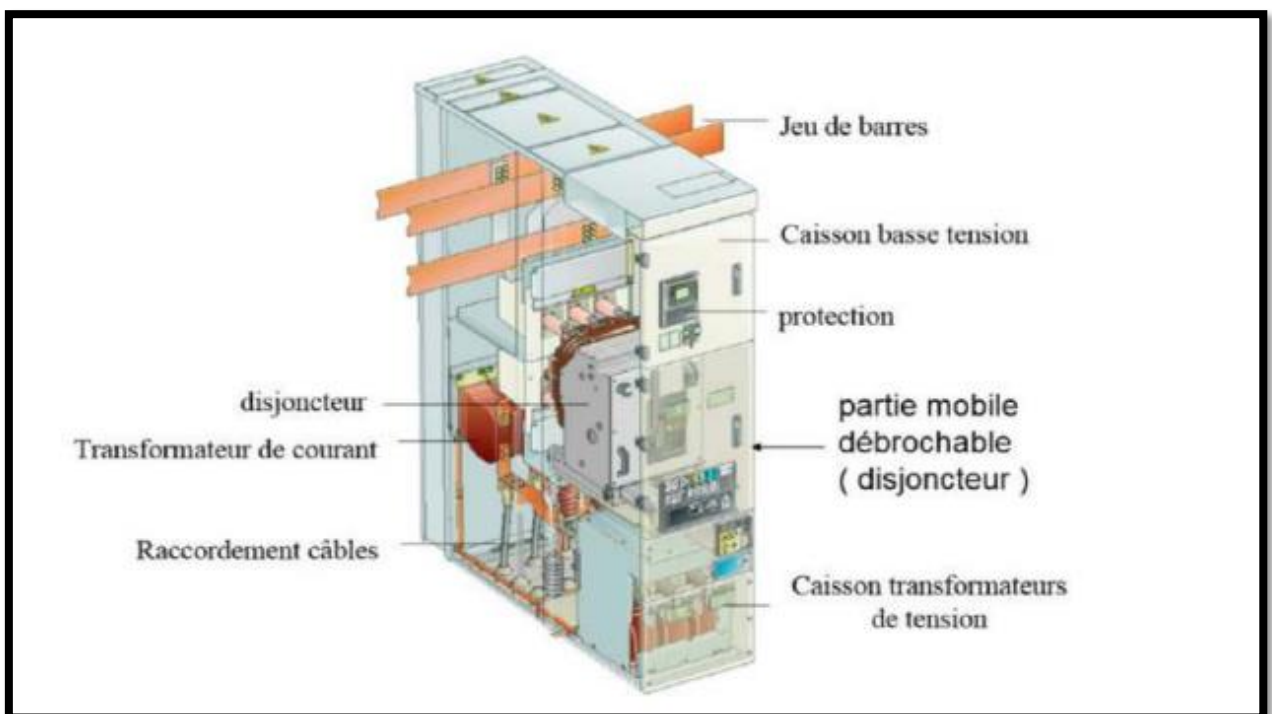
La protection des réseaux électriques désigne l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue.

La commission électrotechnique internationale (C.E.I) définit la protection comme l'ensemble des dispositions destinées à la détection des défauts et des situations anormales des 31 réseaux



afin de commander le déclenchement d'un ou de plusieurs disjoncteurs et, si nécessaire d'élaborer d'autres ordres de signalisations pour être exploité par le superviseur au centre de conduite.

Pour la protection, on divise le réseau électrique en zones délimitées par les disjoncteurs. Chaque zone doit être correctement protégée. Les zones se recouvrent pour ne laisser aucun point du réseau sans protection. Les protections électriques mettent en œuvre différents éléments : des capteurs (transformateurs de mesure), des relais, des automates et des disjoncteurs formant une cellule d'un poste HTB/HTA. Elles fonctionnent typiquement en l'espace de quelques centaines de millisecondes.



*Figure 3.2* : Cellule d'un poste HT/MT.

### 3.3.1 Rôle d'un système de protection

Le rôle principal des protections est de :

- Détecter la présence d'un défaut.
- Identifier le départ concerné par le défaut.
- Commander les organes de coupure (Disjoncteur) dont l'ouverture conduira à isoler le départ en défaut par rapport au reste du réseau.

**3.3.1.1 Télé conduite**

La télé conduite est la conduite à distance et en temps réel des ouvrages (réseaux électriques, poste électrique, ...), à partir de poste de commande (centre de conduite) ou est installé le système SCADA, situé généralement loin des organes de manœuvre, pour celui de la filiale du groupe Sonelgaz SDC, ce centre est situé à Boulevard 20 mètres, et il permet de conduire plus de 3 postes entre HTB/HTA et HTA/HTA et plus de 8 postes entre HTA/BT et sectionneurs aériens.

Chaque départ, arrivée et couplage des étages MT des postes HTB/HTA sont équipés d'une protection numérique, qui fait interface entre les différents organes de coupure et capteurs de mesure d'un côté et via les RTU's avec le système SCADA de l'autre côté.

L'opérateur au centre de conduite peut agir sur les organes de manœuvre d'un poste ou bien du réseau électrique, comme les disjoncteurs avec une simple clique sur une fenêtre d'un poste opérateur (pc). Un ensemble d'informations, mesures et événements relatifs au fonctionnement des postes et des réseaux électriques sont envoyés en temps réel par des automates (RTU's) via un réseaux de télécommunication et ils sont affichés sur des postes opérateurs pour traitement et analyse par les agents qui assure la conduite du réseau électrique 7/7 jours et 24/24 heures , pour action éventuelle par commande à distance ou bien l'envoi des équipes pour rétablir la situation normale de fonctionnement dans le cas d'incidents. La conduite du réseau électrique à distance, est assurée par un système de conduite SCADA qui englobe les fonctions suivantes :

- Commander les organes de coupure (Disjoncteurs, Sectionneur) - Télécommande.
- Connaitre l'état de ces organes – Télésurveillance.
- Mesurer certaines grandeurs (Tension, Intensité, Fréquence) – Télémessure.
- Communiquer les informations – Télécommunication.

Ces fonctions peuvent se répartir en deux groupes liés au sens de transmission entre l'exploitant et le réseau :

- Télésurveillance, des appareils (postes électriques) vers l'exploitant.
- Télécommande, de l'exploitant vers les appareils (postes électriques) [35].

**3.3.1.2 Télésurveillance**

Aujourd'hui, la télésurveillance a la capacité d'analyser et de faire la synthèse des informations reçues afin de fournir automatiquement et en continu toutes les informations nécessaires pour conduire le réseau en temps réel. La partie surveillance recueille en permanence tous les signaux en provenance du procédé et de la commande, reconstitue l'état réel du système commandé, et fait toutes les inférences nécessaires pour produire les données utilisées pour dresser des historiques de fonctionnement. La partie surveillance d'un superviseur a pour objectifs :

- La détection d'un fonctionnement anormale.
- La recherche des causes et conséquences d'un fonctionnement non prévu ou non contrôlé.
- La modification des modèles utilisés pendant le fonctionnement prévu pour revenir à ce fonctionnement : changement de la commande, réinitialisations, ...etc.

En particulier les images synoptiques sont créées en fonction de l'installation réelle et des besoins de l'exploitant. De plus, elles sont animées en temps réel. Ainsi l'exploitant peut visualiser :

- les schémas d'exploitation (réseau électrique, poste, ...etc.).
- les états de l'installation (positions des appareils, ...).
- les valeurs des grandeurs d'exploitation (courants, tensions, puissances, ...).
- le contenu détaillé des alarmes, avec leur chronologie d'apparition [35].

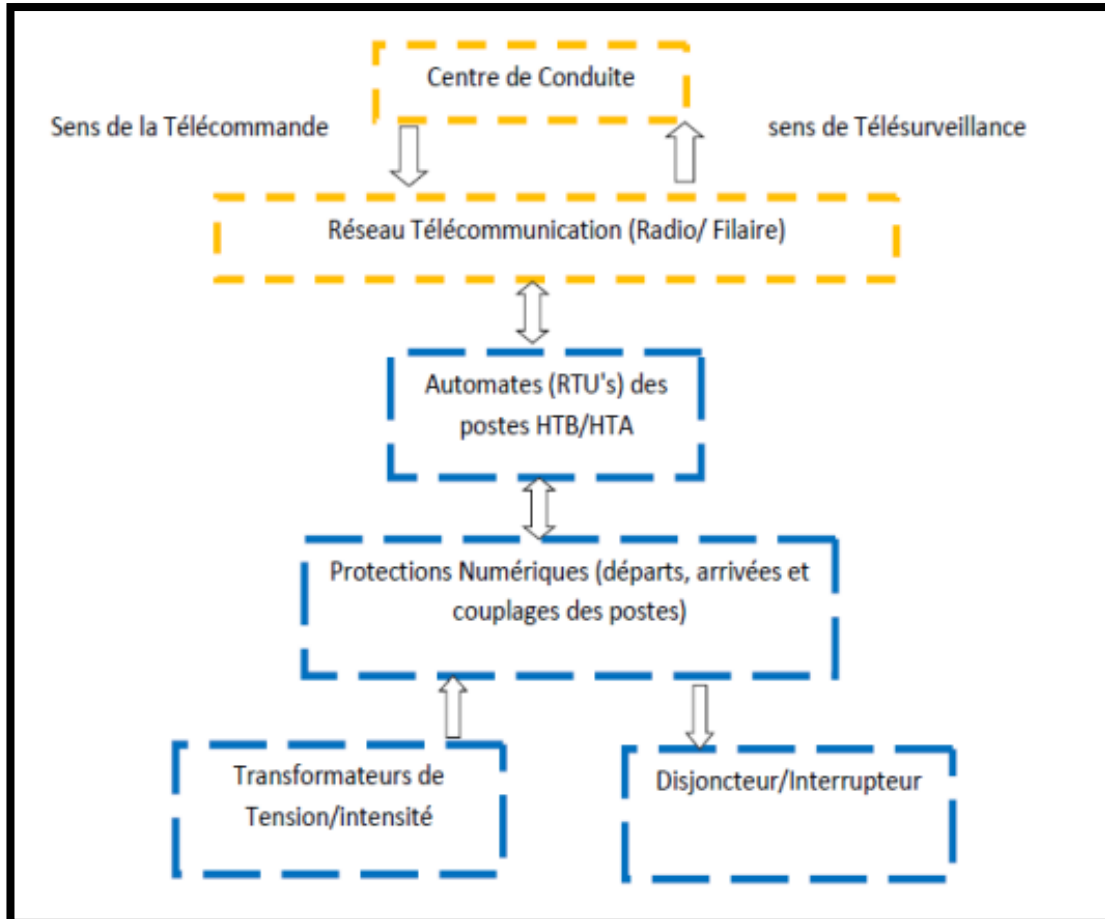
**3.3.1.3 Télécommande**

La commande à distance de l'ouverture ou de la fermeture des appareils de puissance est l'exemple élémentaire de la télécommande. L'application pratique se fait par les interrupteurs et les disjoncteurs HTA télécommandés.

Le rôle de la commande est de faire exécuter un ensemble d'opérations au procédé en fixant des consignes de fonctionnement qui agissent directement sur les actionneurs du procédé pour assurer :

- le fonctionnement en l'absence de défaillance.

- la reprise ou gestion des modes.
- les traitements d'urgence.
- une partie de la maintenance corrective [35].



*Figure 3.3* : Schéma fonctionnel de la télé conduite.

## 3.4 Tranche générale

### 3.4.1 Définition

Dans le but d'intervenir sur certains équipements ou d'éliminer une partie du circuit présentant un dysfonctionnement sans compromettre une autre de l'installation, de localiser un défaut d'isolement, l'ensemble des circuits de commande et de contrôle est divisé en tranches correspondant chacune à une fraction déterminée de l'installation HTA ou HTB.

Les tranches sont constituées par un ensemble d'appareillage de mesure, de protection, d'automatisme, et de relayage auxiliaire assurant des fonctions définies en tenant compte des

principes retenus dans le plan de protection en vigueur, des particularités de l'installation et des contraintes imposées par l'exploitation du réseau.

### **3.4.2 Tranche basse tension**

Dans une tranche basse tension, nous pouvons rencontrer des équipements nécessaires pour :

- Connaître les états des différents composants de la tranche (HT et BT) :
  - o Position des appareils de coupure (sectionneur, disjoncteur... ) : en position ouverte ou fermée, mais aussi en invalidité (incohérence entre capteurs ouvert et fermé)
  - o Etat des automates (position des réenclencheurs, par exemple)
  - o Fonctionnement des protections (déclenchement par protection de distance, par exemple)
  - o Valeur des mesures (puissance active, réactive, tension, fréquence...)
  - o Traces des perturbations de l'onde électrique.
  
- Commander différents composants de la tranche
  - o Position des organes de coupure
  - o Position des automates (AMU en ou hors service par exemple, retour à la prise prédéterminé des régleurs de transformateur)
  - o Différentes actions (passage de plots pour les régleurs, sélection du régime des protections de surcharge...)
  
- Assurer des fonctions d'exploitation à l'aide d'automates ou de protections
  - o Automate de manœuvre des disjoncteurs
  - o Automate de reprise de service
  - o Protection contre les courts circuits
  - o Protection de surcharge
  
- Assurer l'alimentation en énergie électrique à basse tension de l'ensemble des matériels précédant.
  - o En assurant une continuité d'alimentation, y compris en cas d'incident sur la partie haute tension du poste (présence de batteries dédiées, et, d'alimentation externe au niveau poste (diesel, ligne de secours..)
  - o En assurant une sous répartition des alimentations au sein de la tranche pour éviter des

pertes simultanées de fonctionnalités sur simple défaut électrique (alimentation séparée pour la protection de distance principale et celle de secours)

- Assurer la surveillance interne des points traités ci-dessus
  - o Surveillance des alimentations
  - o Surveillance des transmissions
  - o Autotests d'un certain nombre d'équipements.

La figure 3.4 suivante présente la tranche générale d'un poste source :



*Figure 3.4* : Tranche générale du poste source Boufarik.

### 3.4.3 Types de tranches BT

Il existe aussi des tranches BT qui ne sont pas liées directement avec une tranche HT. On peut citer :

- **la tranche « surveillance services auxiliaires »**, chargée d'assurer l'alimentation alternative, secourue ou non des matériels installés dans le poste (éclairage, chauffage, appareillage HT, chargeurs de batteries) ;
- **la tranche « protection de site »**, chargée de prendre en compte les informations relatives au contrôle des accès et à la détection des intrusions physiques sur le site.



- **la tranche générale** qui regroupe les fonctions de sécurité, les fonctions facilitant l'exploitation du poste ainsi que la surveillance des alimentations électriques continues du poste (signalisations, alarmes, mode d'exploitation du poste, appels téléphoniques, éclairage, gestion de la présence d'un intervenant sur site etc.)

### 3.4.4 Défauts qui surviennent dans un réseau électrique

Une augmentation ou une diminution anormale des grandeurs nominales dans un réseau électrique constitue un défaut ou une perturbation. Ce sont le plus souvent les variations anormales de la tension et de l'intensité qui sont à l'origine de ces perturbations.

La signalisation de défaut permet l'élimination de ce dernier ainsi la détection de la zone de défaut (par exemple pour un transformateur, si un déclenchement aura lieu il peut être à cause d'un défaut extérieur telle que la surcharge ou court-circuit entre phases de la ligne ou bien défaut intérieur telle que la baisse de niveaux d'huile ou la thermostat).

**3.4.4.1.1 Court-circuit :** Le courant de court-circuit est une surintensité produite par un défaut ayant une impédance négligeable entre des conducteurs actifs présentant une différence de potentiel en service normal. Ces court-circuit sont causés par une rupture d'un support, d'un conducteur ou d'un isolateur sur une ligne aérienne, un contact d'oiseau ou des branches avec un des conducteurs, ainsi que la mise en contact des conducteurs par le vent ou la neige.

**a. Types de courts-circuits :**

➤ **Défaut entre une phase et la terre :**

L'expérience montre que 70 à 80 % des courts circuits se produisent, ou tout au moins débutent par un défaut entre phase et terre. Pour cette raison le traitement de ce type de défaut relève d'une importance majeure dans l'élaboration du plan de protection.

➤ **Défaut entre phases :**

Ils regroupent tous les défauts causés par un contact entre conducteurs.

### 3.4.4.1.2 Surcharge

Le courant de surcharge est une surintensité se produisant dans un circuit électrique, qui n'est pas due à un défaut électrique. C'est un courant puisé par la charge de valeur supérieure à la valeur assignée de fonctionnement nominale. La norme IEEE donne plusieurs risques pouvant exister si on surcharge le transformateur de puissance au-delà de ses grandeurs nominales.

### **3.4.4.1.3 Surtension**

Le dépassement de la tension assigné de l'installation induit une surtension. Les équipements les plus sensibles aux surtensions sont les transformateurs et les isolants. Les origines des surtensions sont :

- Coups de foudre directs ou indirects.
- La décharge d'un nuage orageux chargé de signe contraire par rapport à la ligne.
- Une défaillance de la régulation.

## **3.4.5 Conséquences des défauts**

### **3.4.5.1 Echauffement**

D'une part les surcharges induisent un échauffement excessif des enroulements des transformateurs ce qui peut entraîner la détérioration de ceux-ci. D'autre part les courants de court-circuit consécutifs aux défauts peuvent provoquer des échauffements anormaux, particulièrement dans les câbles souterrains MT pour lesquels les échanges calorifiques sont assez limités ce qui diminue leur rigidité mécanique.

### **3.4.5.2 Destructures provoquées par les arcs**

Le contournement des arcs électriques par les chaînes d'isolateurs, dû aux dépôts de poussières ou impuretés sur les isolants ce qui les rend conducteurs ce qui entraîne la destruction de celles-ci. De même lors du claquage d'un câble souterrain, l'arc peut fondre le cuivre et le plomb.

### **3.4.5.3 Vieillessement et destruction des isolants**

Les surtensions augmentent les contraintes diélectriques auxquelles sont soumis les isolants, ce qui a pour conséquence un vieillissement rapide de ceux-ci et éventuellement leur destruction.

### **3.4.5.4 Efforts électrodynamiques**

Le matériel qui supporte le passage de courts circuits très intenses est soumis à des efforts électrodynamiques importants, en particulier les jeux de barres, les supports d'isolateurs, les enroulements de transformateurs peuvent être déformés ou avariés si leur rigidité mécanique ne présente pas les garanties nécessaires.

### **3.4.5.5 Chutes de tension**

Les courants de court-circuit provoquent de brusques variations de tension, non seulement sur la ligne en défaut, mais aussi sur les lignes adjacentes et ceci nuit à la stabilité du réseau.

### 3.4.5.6 Explosions des disjoncteurs

La valeur importante des courants de court-circuit peut provoquer l'explosion des disjoncteurs si le défaut n'est pas éliminé dans le temps réglé.

### 3.4.6 Caractéristiques principales d'une protection

Une protection électrique doit posséder les qualités suivantes :

- **Rapidité** : la protection élimine rapidement le défaut (décision en 20 ms, coupure après 70 à 100 ms). Le temps de déclenchement comprend celui de la protection elle-même, auquel vient s'ajouter le délai d'ouverture des disjoncteurs.
- **Sureté** : la protection déclenche lors d'un défaut, on la mesure en nombre de défaillances sur commande.
- **Sécurité** : la protection ne déclenche pas de manière intempestive.
- **Fiabilité** : elle combine les notions de sureté et de sécurité.
- **Sélectivité** : Elle consiste à ne mettre hors tension que la partie du réseau concernée par un défaut (ligne départ ou arrivée), jeu de barre, transformateur...) et seulement celle-ci.
- **Sensibilité** : la protection doit détecter tous les défauts, même les plus faibles.
- **Disponibilité** : la protection doit toujours être en opération et conçue de sorte à parer à tout défaut électrique grâce à au moins deux types de protections différentes (principe de redondance) : celle déclenchant en fonctionnement normal, on parle de déclenchement instantané, et celle déclenchant en cas de défaillance de la première, on parle de déclenchement temporisé et de protection de secours.

## 3.5 Les éléments du poste MT :

### 3.5.1 Salle transformateur :

L'alimentation est assurée en triphasé 380/220 V par un ou deux transformateurs MT/BT appelés transformateurs des services auxiliaires TSA. (Un seul transformateur fonctionne, l'autre est en arrêt, lorsqu'un défaut arrive, ce dernier prend la relève à l'aide de la permutation automatique).



3.5.2 Salle auxiliaire AC :



Lorsque l'installation comporte deux transformateurs des services auxiliaires, un dispositif automatique assure, lors d'un manque de tension sur un transformateur, la permutation de l'alimentation sur le second.

Ce dispositif doit comporter un verrouillage électrique et mécanique afin d'interdire une mise en parallèle des transformateurs de services auxiliaires qui doivent avoir une puissance suffisante pour alimenter l'ensemble des auxiliaires [10].



Les services auxiliaires alternatifs sont alimentés directement par la HTA via des transformateurs HTA/BT, appelés transformateurs de Source Auxiliaire (TSA).

Les alimentations alternatives sont utilisées pour l'alimentation des redresseurs, l'éclairage des travées, le chauffage des équipements électriques (dans le cas d'une augmentation de l'humidité), la ventilation des armoires de protection, et la



### 3.5.3 Salle redresseur :

- Les alimentations en courant continu sont assurées par des ensembles constitués d'une batterie d'accumulateurs et d'un redresseur.
- Les installations principales de commande et de contrôle sont alimentées sous la tension 127 V ou 48 V [10].
- Protections



Armoire DC  
(48 VDC)

Le système de distribution 48V est composé de deux redresseurs et des batteries de 48V. Dans les cas normaux, le redresseur (1) sert à alimenter le réseau et charger les batteries 48V. Dans le cas de défaillance du redresseur (1), une permutation entre le redresseur (1) et le redresseur (2) sera exécutée automatiquement.



3.5.4 Batteries :



Le poste contient des batteries de 48V pour assurer l'alimentation dans le cas de manque de courant alternatif secours, les 2 circuits seront alimentés à partir des batteries directement.





3.5.5 Salle MT :



Les postes avec cellules préfabriquées sont réalisés avec des cellules remplissant chacune une fonction :

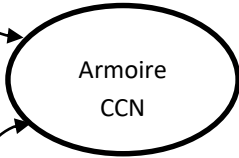
- Cellule d'arrivée ;
- Cellule départ.
- Cellule couplage.
- Cellule mesure.

**3.5.6 Salle CCN :**



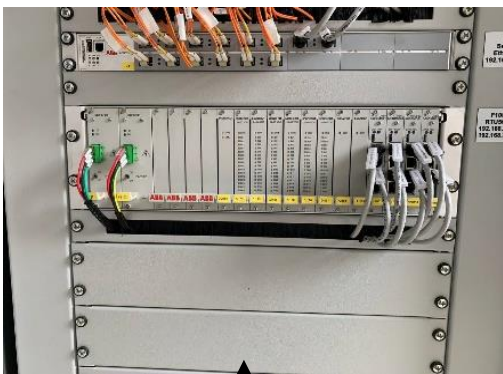
Le système de contrôle commande numérique CCN assure :

- La commande des équipements du poste à partir de la salle de commande.
- La visualisation des états des équipements.
- La supervision des états des relais de protections.
- La visualisation des valeurs mesurées des travées.



L 'armoire CCN englobe la tranche générale, les switches, RTU, l'IHM, les convertisseur fibre optique de communications pour superviser tous les équipements du poste MT.

**3.5.7 La tranche generale :**



La tranche générale assure des fonctions de sécurité, des fonctions qui facilitent l'exploitation du poste et de la surveillance de l'alimentation électrique continue du poste (signaux, alarmes, modes de fonctionnement du poste, appels téléphoniques, éclairage, gestion du personnel de terrain, etc.)

3.5.8 Alarme d'incendie :



Les incendies dans ce genre de station peuvent causer de très grands dégâts que ce soit sur les êtres humains ou bien des dommages matériels, Les incendies d'origine électrique ont pour causes directes des courants courts circuits, des courants de surcharges, des arcs électriques. Mais les incendies peuvent également résulter de causes indirectes telles que les destructions de récepteurs



La porte du poste contient un capteur fin de course pour superviser sa fermeture ou son ouverture depuis le poste de contrôle.

**3.6 Conclusion :**

Ce chapitre, a été consacré à la présentation de la télé conduite, ainsi que les systèmes de protections qui permettent d'éviter tous les dangers et dégâts inhérents aux risques électriques pour les installations, les récepteurs et les personnes.

Nous avons donné aussi un aperçu général sur l'étage MT, nous constatons qu'il y a plusieurs défauts qui affectent les lignes MT et ces défauts peuvent endommager le matériel constituant le réseau, ce qui nécessite un plan de protection.



**Chapitre 04**  
**Réalisation et fonctionnement**

## 4.1 Introduction

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

Dans ce chapitre, nous allons expliquer en détail les différentes tâches réaliser afin d'atteindre l'objectif de notre stage, qui consiste à proposer la mise en place d'un système de supervision apte e à développer une interface qui permettra une conception visuelle de l'application pour faciliter l'interaction entre l'équipement et les maintenanciers.

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

## 4.2 Structure qui présente notre système

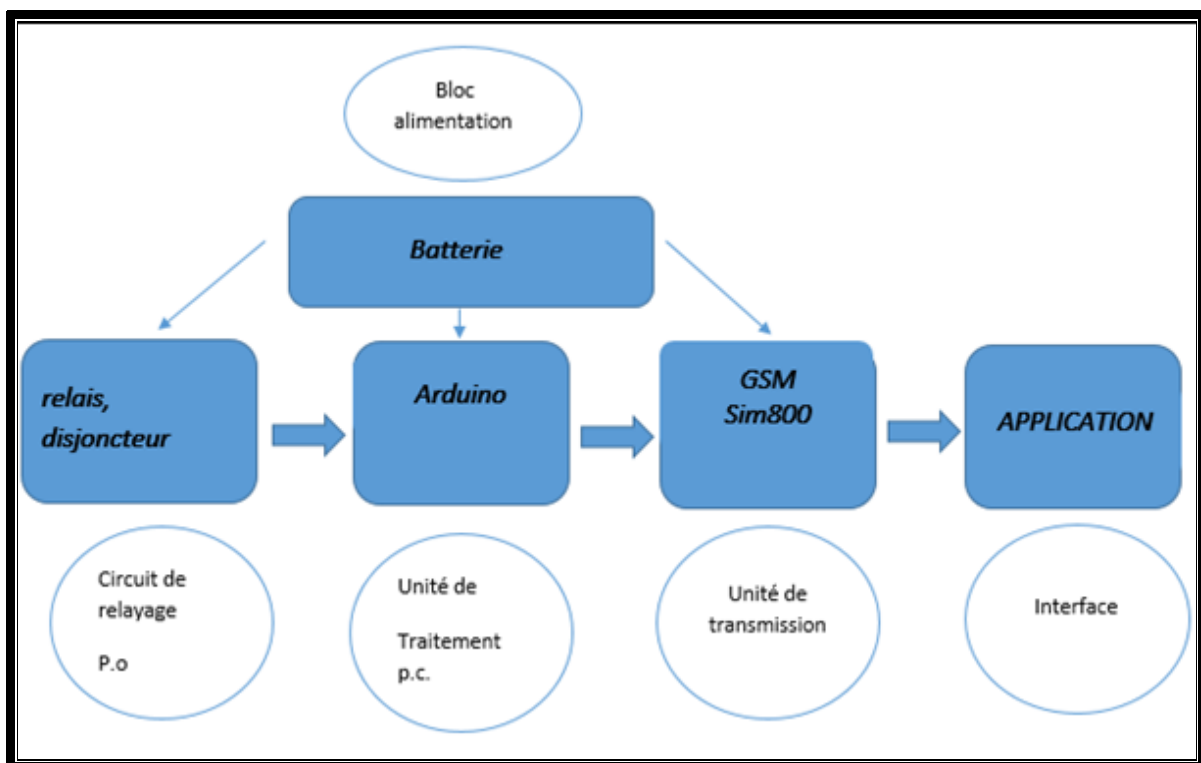


Figure 4.1 : schéma structurel du système.



## 4.3 Description du matériel utilisé

### 4.3.1 Arduino UNO

La carte Arduino UNO est une carte de développement programmable à base du microcontrôleur ATmega328P. Permet de faire fonctionner des composants (moteur, LED...). Elle possède des « ports » permettant par exemple de se connecter à un ordinateur ou de s'alimenter. La carte Arduino UNO est la pièce maîtresse de tout circuit électronique pour les débutants. Elle est dotée de :

- 14 entrées/sorties
- 6 entrées analogique
- Une connexion USB
- Une prise jack d'alimentation
- Une fonction reset

#### 4.3.1.1 Description de la carte

Description de la carte Elle contient les éléments suivants : (Figure 4.2)

- Le microcontrôleur : considéré comme le cerveau de la carte.
- L'alimentation : C'est celle du microcontrôleur : 5V régulée (port USB) ou 7 à 12V provenant d'alimentation externe.
- Visualisation : par des LED de taille millimétrique. Elles sont là pour tester le matériel avec le branchement avec microcontrôleur et les autres LED sont pour émission et réception quand le téléchargement de programme dans le microcontrôleur. [28]
- La connectique : Les connecteurs sont :
  - 0 à 13 : Entrée/Sortie numérique ;
  - A0 à A5 : Entrée/Sortie Analogique ;
  - GND : la masse (0V) ;
  - 5V : l'alimentation +5V ;
  - 3.3V : alimentation + 3.3V ;
- Vin : alimentation non stabilisée

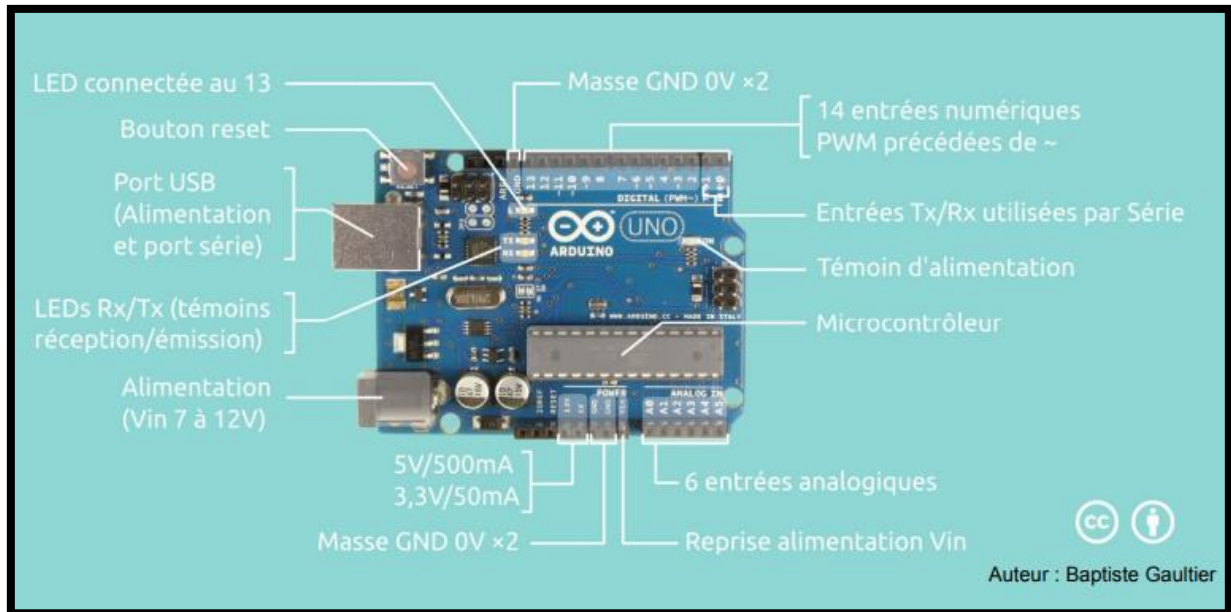


Figure 4.2: Description de la carte Arduino Uno.

4.3.1.2 Bonnes raisons de choisir Arduino

Il existe pourtant dans le commerce, une multitude de plateformes qui permettent de faire la même chose, notamment les microcontrôleurs « PIC » du fabricant Micro chip. Nous allons voir pourquoi choisir l'Arduino.

**a. Le prix** En vue des performances qu'elles offrent, les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses, ce qui est un critère majeur pour le débutant.

**b. La liberté** C'est un bien grand mot, mais elle définit de façon assez concise l'esprit de l'Arduino. Elle constitue en elle-même deux choses :

- **Le logiciel** gratuit et open source, développé en Java, dont la simplicité d'utilisation relève du savoir cliquer sur la souris.
- **Le matériel** cartes électroniques dont les schémas sont en libre circulation sur internet.

Cette liberté a une condition : le nom « Arduino » ne doit être employé que pour les cartes « officielles ». En somme, vous ne pouvez pas fabriquer votre propre carte sur le modèle Arduino et lui assigner le nom « Arduino ».

Les cartes non officielles, on peut les trouver et les acheter sur Internet et sont pour la quasitotalité compatibles avec les cartes officielles Arduino.

**c. La compatibilité** Le logiciel, tout comme la carte, est compatible sous les plateformes les plus courantes (Windows, Linux et Mac), contrairement aux autres outils de programmation du commerce qui ne sont, en général, compatibles qu'avec Windows.

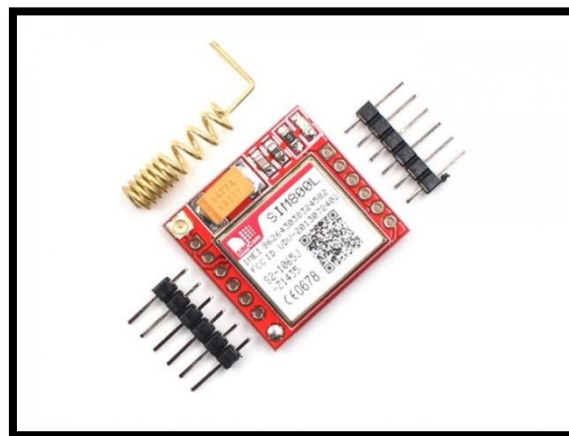
**d. La communauté** La communauté Arduino est impressionnante et le nombre de ressources à son sujet est en constante évolution sur internet. De plus, on trouve les références du langage Arduino ainsi qu'une page complète de tutoriels sur le site [arduino.cc](http://arduino.cc) (en anglais) et [arduino.cc](http://arduino.cc) (en français). [29]

### 4.3.2 Module GSM SIM800L

#### 4.3.3 Définition

Le module SIM800L est un petit module GSM / GPRS du monde avec une taille de 2.2 cm x 1.8 cm comme le montre la figure 4.3. C'est un module puissant qui démarre automatiquement et recherche automatiquement le réseau. Le module prend en charge le réseau GSM / GPRS quadri-bande, disponible pour la transmission à distance de données de messages SMS et GPRS. Le SIM800L communique avec le microcontrôleur via le port UART, et prend en charge les commandes telles que 3GPP TS 27.007, 27.005 et les commandes AT améliorées SIMCOM. En outre, la carte prend également en charge la technique A-GPS qui est appelée positionnement mobile et obtient la position par réseau mobile. Cette caractéristique fait qu'il peut également être un module de suivi.

Ce module nécessite une alimentation entre 3,4V et 4,4V. L'alimentation 5V de l'Arduino ne lui convient donc pas. Pour contrer ce problème d'alimentation, on ajoute une diode 1N4007 entre le 5V de l'Arduino et le pin VCC du SIM800L. Le SIM800L nécessite un pic de courant d'environ 2A.



*Figure 4.3:* Module GSM SIM800L.

Fonctionnalités :

- 2G quadri-bande 850/900/1800 / 1900MHz.
- Recevoir et passer des appels à l'aide des sorties haut-parleur et microphone.
- Recevoir et envoyer des SMS.
- Écouter les émissions de radio FM.
- Station mobile GPRS classe B.
- Contrôlé par AT Command (3GPP TS 27.007, 27.005 et SIMCOM Enhanced AT Commands).
- Prend en charge l'horloge en temps réel.
- Plage de tension de fonctionnement 3,4 V ~ 4,4 V.
- Prend en charge A-GPS.
- Faible consommation d'énergie, 1mA en mode veille.
- Carte micro SIM.

#### **4.3.3.1 LED clignotant**

Si l'alimentation du SIM800L est suffisante, la LED intégrée commence à clignoter en fonction de son fonctionnement. Si la puissance n'est pas suffisante, il recevra un signal médiocre et recherchera le réseau tout le temps (si vous recherchez toujours, ajustez légèrement le potentiomètre mais ne dépassez pas plus de 4,7 V).

La fréquence du clignotement indique ce qui suit :

- **Chaque seconde** recherche d'un réseau.
- **Toutes les trois secondes** connectées à un réseau.
- **Deux fois par seconde** connecté via GPRS

#### 4.3.3.2 Détails de la broche

À l'arrière du module (figure 4.3), on peut trouver les détails de la broche imprimés dessus en figure 4.4. Nous utiliserons 5 broches pour nous connecter à Arduino pour un fonctionnement de base. Ces broches sont :

**NET** - Broche d'antenne pour le module (type à ressort inclus). Vous pouvez utiliser une antenne externe via un connecteur uFL disponible sur le module pour une meilleure réception du signal.

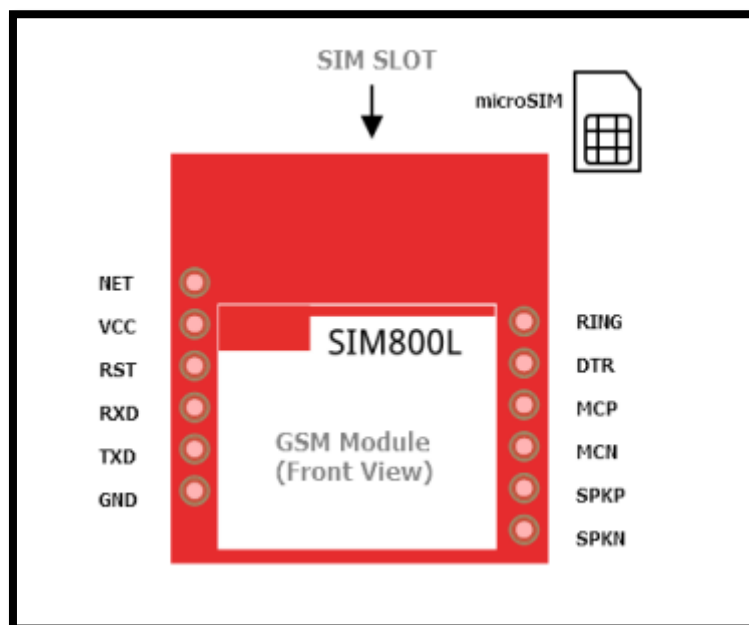
**VCC** - Alimentation 3,4V à 4,4V avec min 2 Amp. (LM2596 avec une entrée adaptateur 9 / 12V 1Amp et il doit être ajusté à 4.2V recommandé).

**RST** - Réinitialiser

**RXD** - Récepteur vers le module - Logique 3.3V (À connecter à la broche Arduino TX. Diviseur de tension recommandé).

**TXD** - Émetteur du module (à connecter à la broche Arduino RX).

**GND** - Terre. [30]



*Figure 4.4:* Brochage du module GSM SIM800L.

#### 4.3.4 Commandes AT

Les commandes Hayes parfois appelées commandes AT sont définies dans la norme GSM 07.07 (pour les SMS cf. GSM 07.05). AT est l'abréviation d'Attention. Ces 2 caractères sont toujours présents pour commencer une ligne de commande sous forme de texte (codes ASCII). Les commandes permettent la gestion complète du mobile.

Trois entités sont définies :

- TE : Terminal Equipment (envoi et affiche les commandes, peut-être un ordinateur ou un microcontrôleur.)
- TA : Terminal Adaptator (interface entre l'utilisateur et le mobile, assure la liaison entre le ME et le TE)
- ME : Mobile Equipment (téléphone portable).

##### 4.3.4.1 Les types des AT COMMANDS et les réponses

Command de test	AT+<X>=?	Le ME renvoie la liste des paramètres et des plages de valeurs définies avec la commande d'écriture correspondante par processus internes
Command pour lire	AT+<X>?	Cette commande renvoie la valeur actuellement définie du paramètre ou des paramètres
Command pour écrire	AT+<X>=<...>	Cette commande définit les valeurs de paramètre défini par l'utilisateur.
Command d'exécution	AT+<X>	La commande d'exécution lit les paramètres non variables affectés par les processus internes dans le GSM

*Tableau 4.1* : Les types des AT COMMANDS et les réponses.



#### 4.3.4.2 Commande AT dédiées service SMS

AT+CSMS	Sélection du service de messagerie
AT+CPMS	Sélection de ta zone mémoire pour le stockage des SMS
AT+CMGF	Sélection du format du SMS (PDU ou TEXT)
AT+CSCA	Définition de l'adresse du centre de messagerie
AT+CSDH	Affiche en mode TEXT le paramétrage des SMS
AT+CSAS	Sauvegarde du paramétrage
AT+CRES	Restauration du paramétrage par défaut
AT+CNMI	Indication concernant un nouveau SMS
AT+CMGL	Liste les SMS stockés en mémoire
AT+CMGR	Lecture d'un SMS
AT+CMGS	Envoie un SMS
AT+CMSS	Envoie d'un SMS stocké en mémoire
AT+CMGW	Écriture d'un SMS.
AT+CMGD	Efface un SMS

*Tableau 4.2* : Commande AT dédiées service SMS.

#### 4.3.5 Relais électromagnétique :

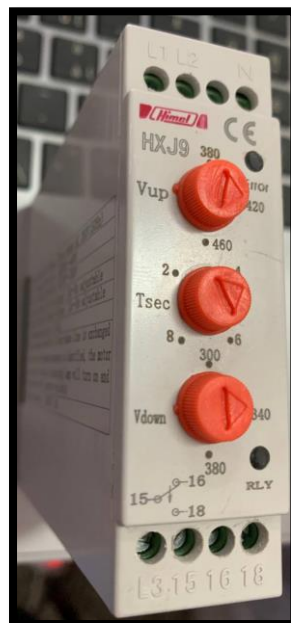
Comme son nom l'indique, il sert en tout premier lieu à " relayer ", c'est à dire à faire une transition entre un courant faible et un courant fort. Mais il sert également à commander plusieurs organes simultanément grâce à ses multiples contacts synchronisés (figure4.5)



*Figure 4.5:* relais électromagnétique.

#### 4.3.6 Relais de phase :

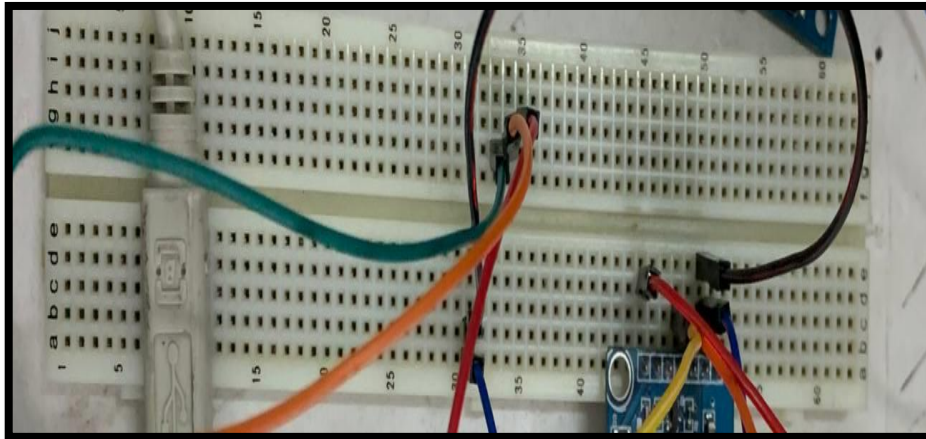
Ces relais sont utilisés pour contrôler les courants et les tensions sur une phase d'un réseau (1 relais pour 1 phase) comme illustré en (figure 4.6). Relais de maximum courant (RHI) et maximum tension (RHV) ne basculent pas le contact inverseur tant que le courant ou la tension restent inférieur à la valeur de seuil préréglée



*Figure 4.6:* relais de phase.

### 4.3.7 La plaque d'essai (ou breadboard) :

Une plaque d'essai, aussi connue comme breadboard ou protoboard, est un tableau composé d'orifices électriquement connectés entre eux de façon interne (figure 4.7).



*Figure 4.7:* La plaque d'essai ou breadboard.

### 4.3.8 Disjoncteur bipolaire

Le disjoncteur bipolaire est un élément de contrôle et de protection (figure 4.8) Ainsi, lorsqu'il détecte une anomalie sur le circuit électrique, en cas de surtension ou lorsqu'un court-circuit se produit, ce dernier coupe le courant.

- **Auxiliaires** : indicateur d'état et de déclenchement, déclencheur à émission de tension, déclencheur à manqué de tension, déclencheur à maximum de tension. [33]



*Figure 4.8:* disjoncteur bipolaire avec contact auxiliaire.

### 4.3.9 Convertisseur CC CV avec affichage

Le convertisseur CC CV (Constant Current, Constant Voltage) avec afficheur est un convertisseur qui sert à baisser la tension d'entrée en une tension continue plus faible comme le montre la (figure 4.9). Les convertisseur Buck ou hacheur série, sont des convertisseurs permettant de convertir une tension continue en une tension continue d'une valeur plus faible. Grâce à deux potentiomètres nous avons la possibilité de régler la tension de sortie de 1.25 V à 36 V et le courant jusqu'à 5 A. Il est aussi possible de brancher une prise USB en sortie pour alimenter nos appareils via un câble USB. Le convertisseur possède également une protection contre les court-circuits. L'afficheur de ce convertisseur est un vrai avantage pour garder un œil sur la tension que nous voulons régler.

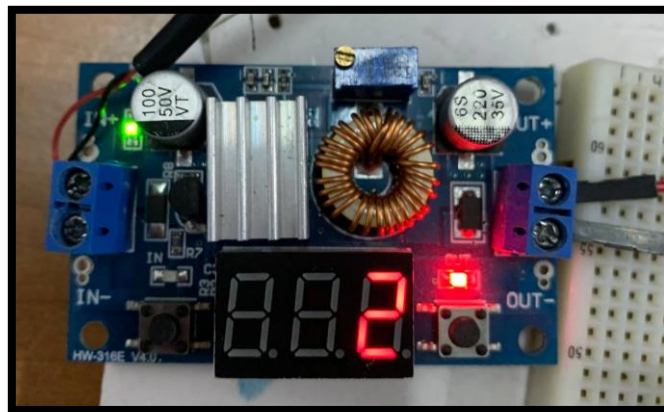


Figure 4.9 : Convertisseur CC CV avec affichage.

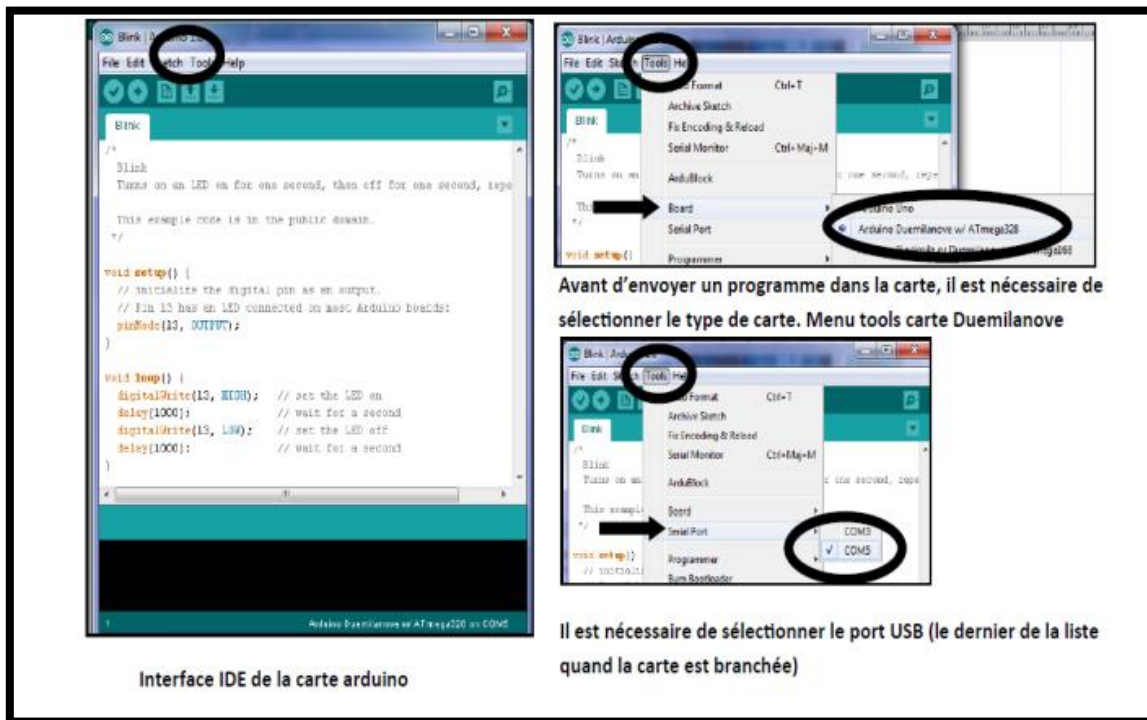
## 4.4 Logiciels

### 4.4.1 Le logiciel utiliser pour Arduino

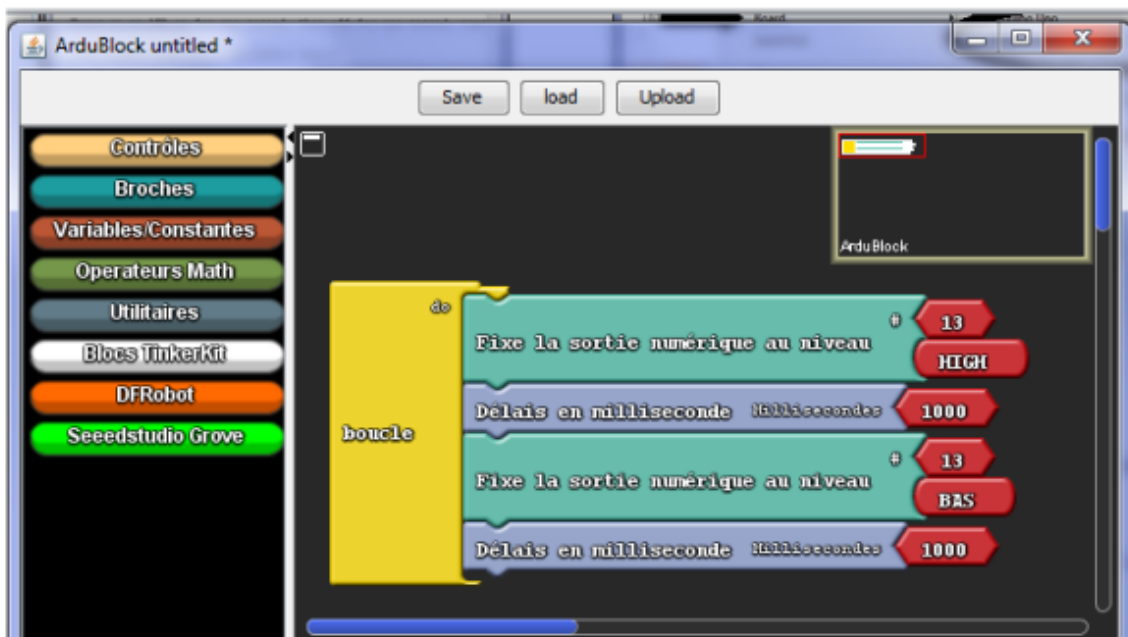
Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java multiplateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware (et le programme) au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

Le langage de programmation est une variante du C/C++, allégée et restreinte à l'utilisation de la carte, de ses entrées/sorties et des bibliothèques associées. Toute personne habituée à ces langages peut facilement développer des programmes sur les plates-formes Arduino. [27]

4.4.1.1 L'interface logicielle



(a)



(b)

Figure 4.10 : interface IDE de la carte arduino.

Sur l'ordinateur, le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code. Une fois le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte grâce

à la liaison USB. Le câble USB a 2 fonctions : transférer le programme et alimenter la carte en énergie (Figure 4.10 (a)).

Pour simplifier la programmation, on peut utiliser Ardublock qui est inclus dans l'IDE Arduino (menu tool) et qui permet de programmer avec des objets à la manière de « scratch » ou « App Inventor » (Figure 4.10 (b)). [34]

#### **4.4.2 Définition du système d'exploitation mobile 'Android'**

Android est le système d'exploitation mobile créé par Google. Il équipe la majorité des téléphones portables du moment (smartphones). Son principal concurrent est Apple avec l'iPhone. Android est un système vous permettant de personnaliser votre téléphone, télécharger des applications (navigateur Internet, GPS, Facebook...), de plus il équipe également les tablettes tactiles.

#### **4.4.3 Avantages d'Android**

- Disponibles sur un grand nombre de modèles de téléphones la diversité et le volume des ventes des Androphones étant sans limites,
- Une personnalisation et un choix presque illimités,
- Un téléphone globalement plus rapide puisqu'il est dépossédé des surcouches imposées par les constructeurs,
- Des possibilités de sur-cadencement ou de sous-cadencement des composants afin d'obtenir un téléphone plus réactif, plus puissant ou plus autonome que la version originale,
- Certains téléphones ne peuvent pas être mis à jour. Les versions alternatives permettent d'utiliser une version plus récente d'Android afin de rester à jour.

#### **4.4.4 Environnement de développement MIT App Inventor**

##### **4.4.4.1 Définition**

L'outil de conception MIT App Inventor 2 permet d'obtenir une application Android en moins d'une heure. Plus de 3 millions de personnes ont été séduites par cette interface graphique simple, qui invite à glisser-déposer des blocs interactifs pour créer une application basique.

##### **4.4.4.2 Préparation du matériel**

Pour le développement de notre application, on a besoin :



- D'un ordinateur (PC ou Mac) avec une connexion wifi, et un navigateur internet (Chrome, Firefox ou Safari – Pas Internet Explorer)
- D'un téléphone ou une tablette sous Android, connecté au même réseau wifi que l'ordinateur (version Android « Gingerbread » 2.3 ou plus récents)
- D'une adresse Gmail (pour vous connecter au logiciel en ligne MIT App Inventor 2).
- D'une application gratuite à télécharger sur le Google Play Store de votre téléphone ou de votre tablette, pour vous permettre de tester en direct la création de votre application puis de l'installer une fois finie, et qui s'appelle 'MIT AI2 Companion' (Figure 4.10)



Figure 4.11 : Téléchargement d'application (MIT AI2 Companion).

#### 4.4.5 Création du projet d'une application mobile

Tout d'abord, on doit démarrer le projet d'application mobile sur le site officiel de MIT App Inventor2.

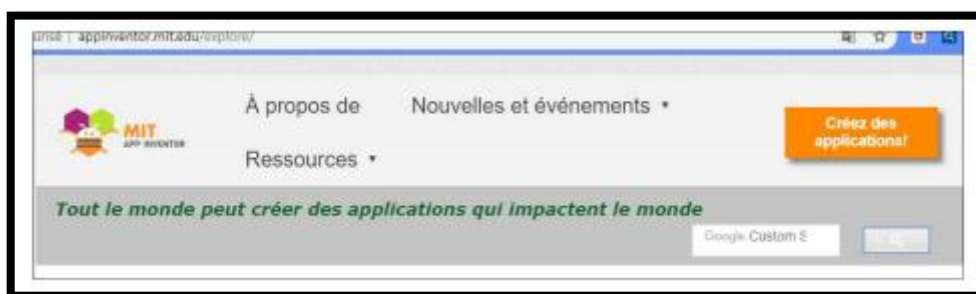
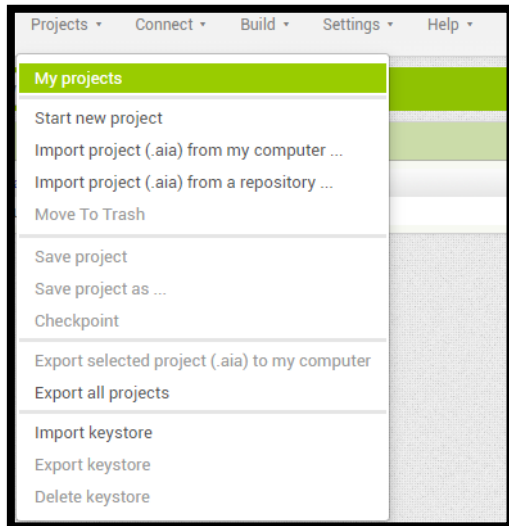


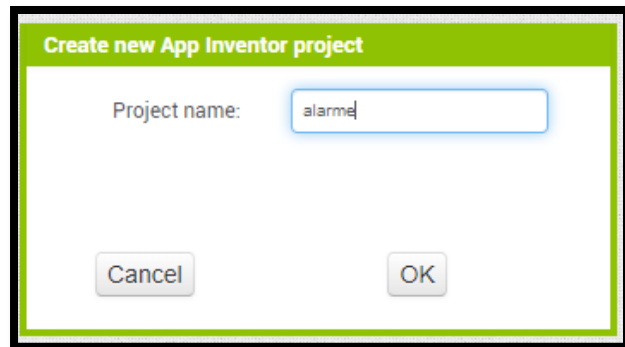
Figure 4.12 : Site officiel de MIT App Inventor 2.

- Avec MIT App Inventor 2 (AI2), on n'a pas besoin de perdre du temps à créer un compte utilisateur. AI2 se synchronise avec votre compte Gmail et en quelques secondes vous accédez à l'interface de création.

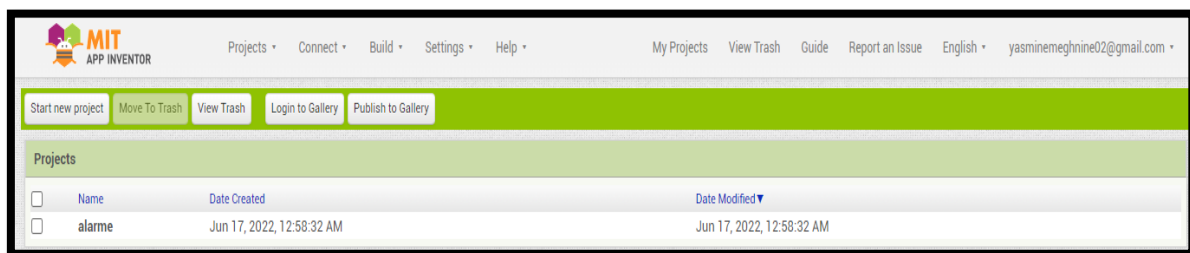
- Dirigez-vous ensuite dans le menu « Projects » (Figure 4.13 (a)). Pour créer un nouveau projet App Inventor (Figure 4.13 (b)). Créer un nouveau projet, et nommé 'alarme' (Figure 4.13 (c)).



(a)



(b)



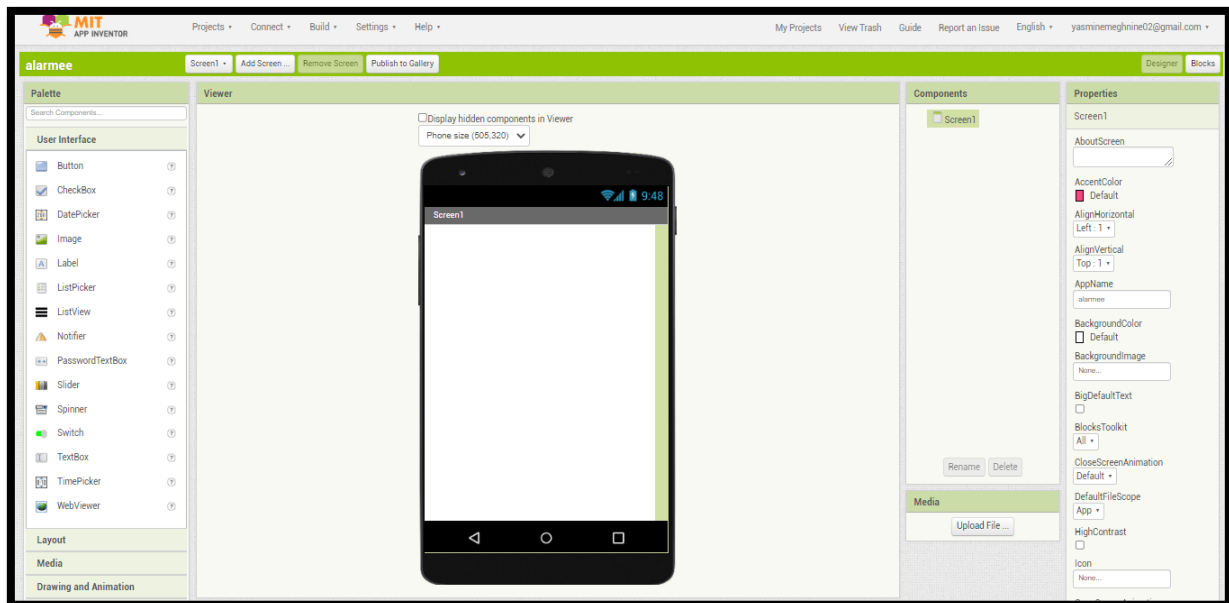
(c)

**Figure 4.13 :** Création d'un nouveau projet nommé 'alarme'.

Une fois le nom de votre application définie, nous pouvons passer au développement de notre application.

#### 4.4.6 Développement d'application Android

Pour développer notre application, il est impératif de passer par deux phases : phase de conception pour faire le design de notre application utilisant la page 'Designer' (Figure 4.14) et phase de programmation des différents objets sélectionnés dans notre application utilisant la page 'Block' (Figure 4.14) du même environnement de développement de MIT App Inventor 2 (AI2).



*Figure 4.14* : Environnement de développement : Page ‘Designer’.

#### 4.4.6.1 Conception d’Application AI2

Pour créer le design de notre application, nous utilisons les objets disponibles sous les onglets du menu déroulant à gauche de l’écran en modifier leurs paramètres qui apparaissent à droit de l’écran.

Les composants utilisés dans notre application :

- Bouton : a la possibilité de détecter les clics. Beaucoup d’aspect de son apparence peuvent être changé, ainsi que la possibilité qu’il soit cliquable. (Activé), peut être changé dans la partie conception ou dans la partie bloc
- Image : Composant pour afficher les images. La photo à afficher, et les autres aspects de l’apparence de l’image, peuvent être spécifiés dans la partie Conception ou dans la partie bloc
- Label : Un label affiche un morceau de texte, qui est spécifié avec la propriété Texte. Les autres propriétés, qui peuvent être fixées dans la partie Designer ou bloc, contrôlent l’apparence et l’emplacement du texte
- Horloge : Composant non visible qui fournit l’horloge de l’appareil, un chronomètre, et réalise le calcul du temps
- Arrangement horizontal : Un élément de formatage dans lequel on place les composants qui doivent être affichés de gauche à droite. Si vous voulez avoir des composants affichés l’un sur l’autre, utilisez Arrangement vertical

- Sélectionneur de liste : Un bouton qui, lorsqu'on clique, affiche à l'utilisateur une liste de textes à choisir. Les textes peuvent être spécifiés dans la partie 'Designer' ou la partie bloc en fixant la propriété 'Éléments de chaîne' (par exemple, choix 1, choix 2, choix 3) ou en fixant la propriété 'Eléments 'à une liste dans la partie bloc.
- BluetoothClient : c'est un composant de connectivité et de communication.

## 4.5 Étapes de réalisation

Notre travail consiste en :

- Une partie matérielle qui nous a servi à réaliser le circuit électronique.
- Une partie logicielle qui consiste à développer le programme nécessaire au fonctionnement du circuit.

### 4.5.1 Partie matérielle

Nous commençons tout d'abord par donner une approche globale sur le circuit qui a été conçu.

Nous détaillerons par la suite en essayant d'illustrer ceci par un schéma.

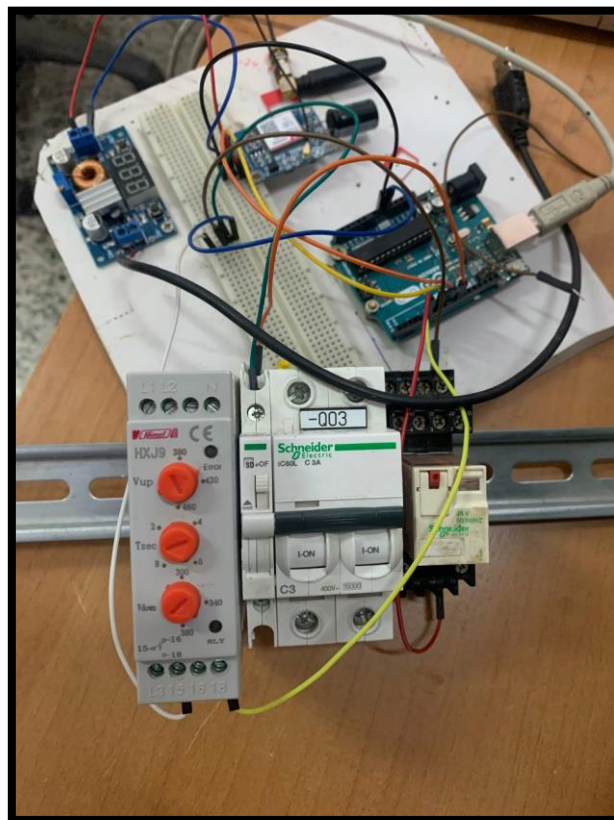
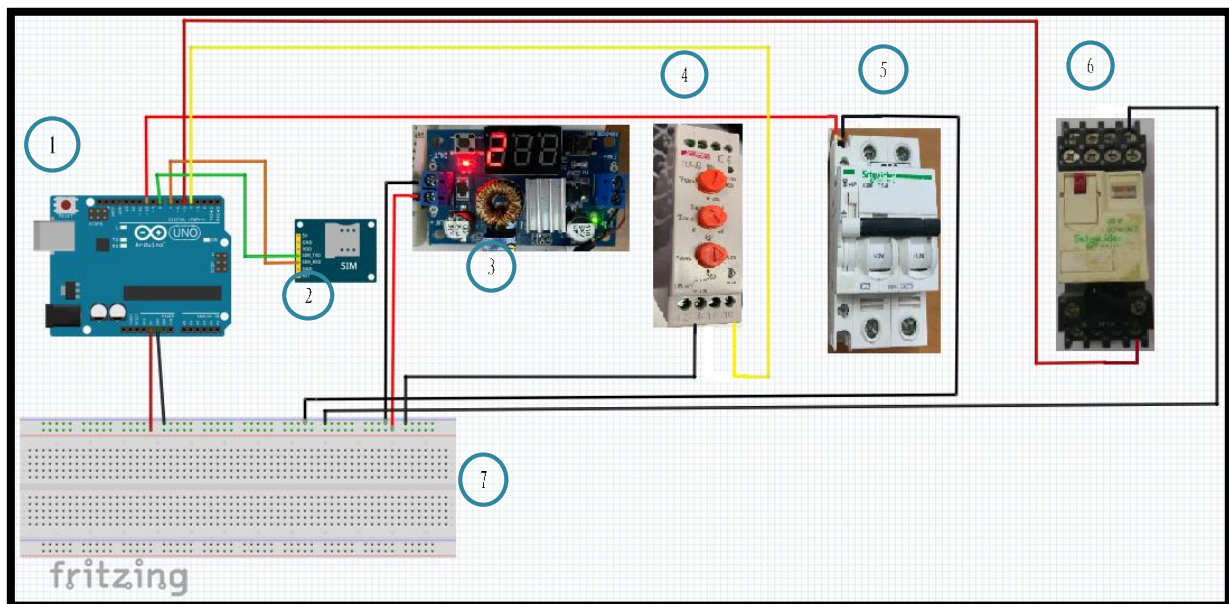


Figure 4.15: Schéma réelle du circuit électronique.

Schéma électronique du projet :

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



*Figure 4.16* : Schéma de câblage global du projet.

Ce schéma a été réalisé avec le logiciel Fritzing 0.9.3b qui est un outil complet pour l'automatisation des processus de design électronique, qui est en même temps le logiciel que nous avons choisi pour simuler notre projet. Les labels de même nom sont connectés. Nous avons numéroté les différents composants du schéma (Figure 4.16) par des chiffres :

Le composant numéro 1 : la carte arduino uno.

Le composant numéro 2 : le module GSM (SIM800L).

Le composant numéro 3 : Convertisseur CC CV avec affichage.

Le composant numéro 4 : relais de phase HXJ9 de la gamme Himmel.

Le composant numéro 5 : disjoncteur de la gamme Schneider 220VAC 125VDC.

Le composant numéro 6 : relais électromagnétique de la gamme Schneider 48V 50/60HZ.

Le composant numéro 7 : plaque d'essai hitchman ou breadboard pour tester le montage.

4.5.2 Partie logicielle

4.5.2.1 Organigramme :

On peut résumer le fonctionnement de notre projet par un Organigramme qui représente le déroulement de notre programme.

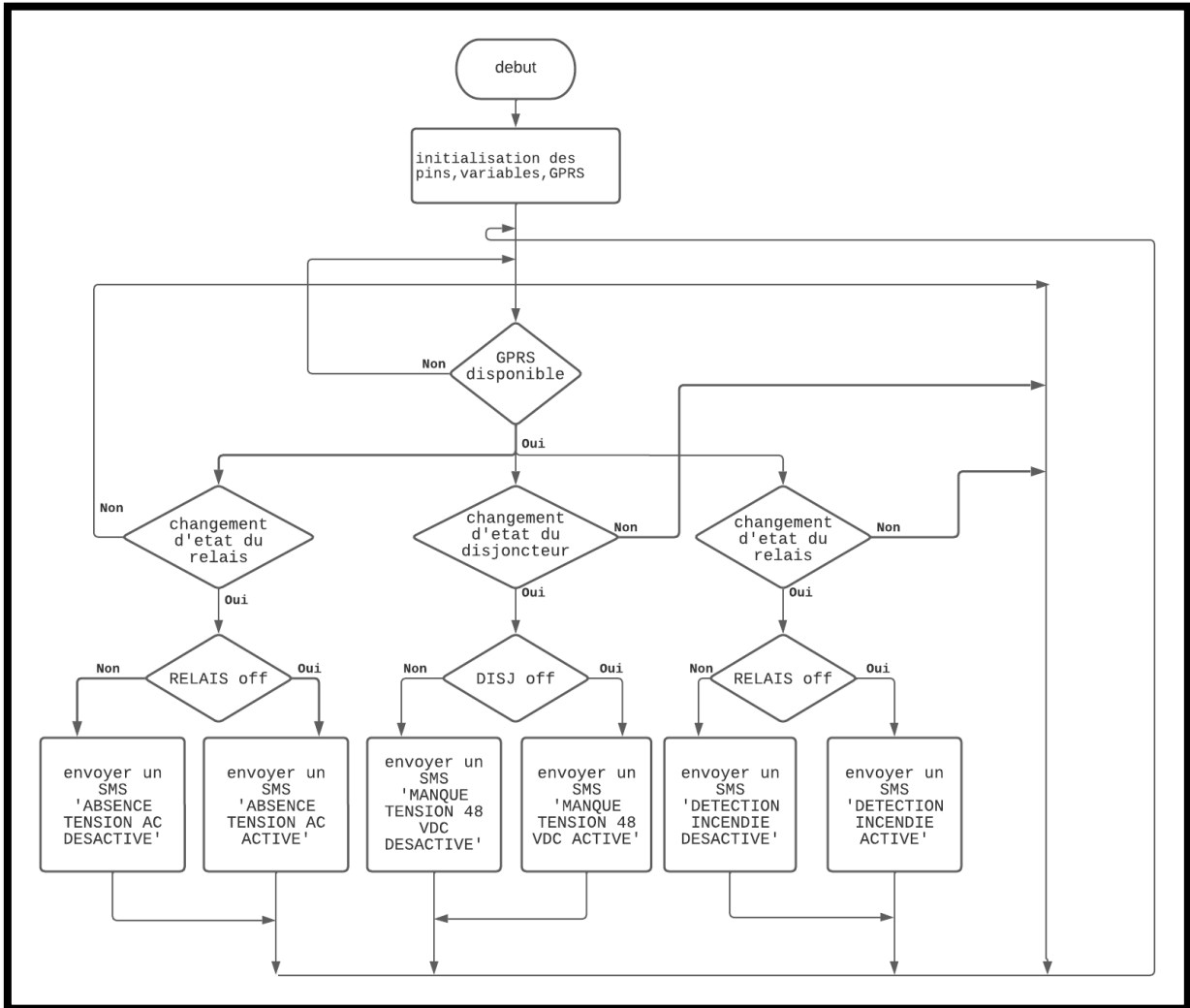


Figure 4.17 : organigramme du déroulement du programme.

4.5.2.2 Programme Arduino

Dans notre programme le logiciel sera simple, il est écrit évidemment en langage arduino dans la version 1.8.9 de ‘environnement du développement. Comme tout programme arduino notre programme se décompose en trois partie avec une partie supplémentaire c’est la fonction principale :



- Déclaration des variables, des constantes, l'inclusion des bibliothèques...

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial GPRS(8,7); //TX 8 RX 7
boolean state, lastState;
boolean state1, lastState1;
boolean state2, lastState2;
```

On a utilisé une bibliothèque, et déclaré nos variables.

- La fonction d'initialisation « setup ( ) » :

```
void setup()
{
  pinMode(4, INPUT_PULLUP);
  pinMode(5, INPUT_PULLUP);
  pinMode(10, INPUT_PULLUP);

  state = digitalRead(4);
  state1 = digitalRead(5);
  state2 = digitalRead(10);

  lastState = state;
  lastState1 = state1;
  lastState2 = state2;

  GPRS.begin(9600);
  Serial.begin(9600);

  GPRS.println("AT+CMGF=1");
  delay(100);
  GPRS.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
  delay(100);
  GPRS.println("AT+CMGD=1,4");
  delay(1000);

  delay(1000);
}
```

On a initialisé les pins reliés au relais et les variables ainsi que les commandes AT a utilisé dans notre programme.

- La fonction d'initialisation « Loop ( ) » :

```
void loop()
{
  while(GPRS.available() ) {
    Serial.write(GPRS.read());
  }

  lastState = state;
  lastState1 = state1;
  lastState2 = state2;

  state = digitalRead(4);
  state1 = digitalRead(5);
  state2 = digitalRead(10);

  if ( state != lastState ) {
    sendSMS();
  }
  if ( state1 != lastState1 ) {
    sendSMS1();
  }
  if ( state2 != lastState2 ) {
    sendSMS2();
  }

  delay(500);
}
```

- La fonction sendSMS () :

```

void sendSMS() {
  Serial.print("ABSENCE TENSION AC ");
  Serial.println(state ? " ACTIVE" : "DISACTIVE");
  GPRS.println("AT+CMGS=\"+213552827026\"");

  delay(500);

  GPRS.print("ABSENCE TENSION AC ");
  GPRS.println(state ? " DISACTIVE" : "ACTIVE");
  GPRS.write( 0x1a ); // ctrl+Z character

  delay(500);
}

void sendSMS1() {
  Serial.print("DETECTION INCENDIE ");
  Serial.println(statel ? "ACTIVE" : "DISACTIVE");
  GPRS.println("AT+CMGS=\"+213552827026\"");

  delay(500);

  GPRS.print("DETECTION INCENDIE ");
  GPRS.println(statel ? "DESACTIVIE" : "ACTIVE");
  GPRS.write( 0x1a ); // ctrl+Z character

  delay(500);
}

void sendSMS2() {
  Serial.print("MANQUE TESNION 48 VDC ");
  Serial.println(state2 ? "ACTIVE" : "DISACTIVE");
  GPRS.println("AT+CMGS=\"+213552827026\"");

  delay(500);

  GPRS.print("MANQUE TENSION 48 VDC ");
  GPRS.println(state2 ? "DISACTIVE" : "ACTIVE");
  GPRS.write( 0x1a ); // ctrl+Z character

  delay(500);
}

```

Cette partie du programme consiste que apres avoir comparer l'etat des variables si on a un changement par raport a leur valeur initiale et le gprs est disponible on envoie le sms au numero du destinaire. La fonction sendSMS () créée est ce qui envoie réellement le SMS. Cette fonction utilise les commandes AT : AT+CMGF=1\r et AT+CMGS. On peut modifier le numéro de portable du destinataire.

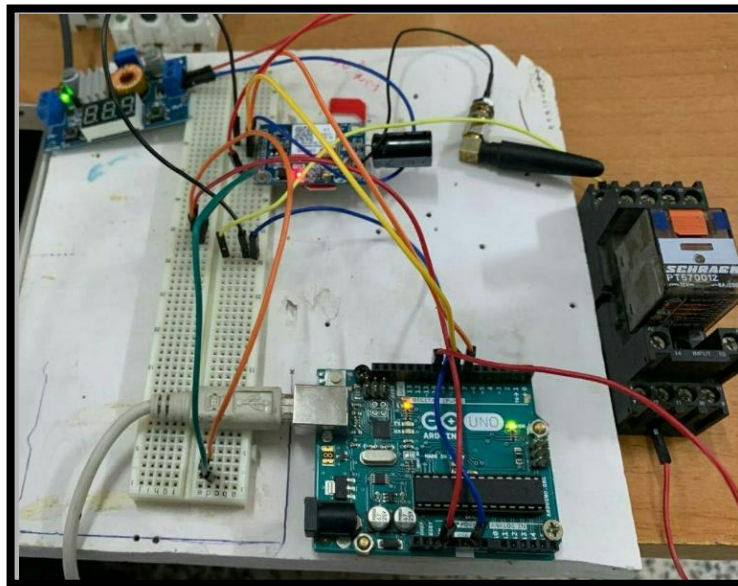
### 4.5.3 Fonctionnement

#### 4.5.3.1 Simulation d'un seul relais

Nous avons mentionné dans les chapitres précédents que la tranche générale représente le cerveau du poste, elle regroupe toute information importante sur les équipements de l'étage MT qui assure lui-même l'alimentation des abonnés MT, le rôle de la TG donc c'est d'aider les équipes de maintenance à intervenir le plus vite possible.

Chaque composant du circuit de relayage représente un des exemples des alarmes signaler par la TG dans les postes HT/MT.

Dans la simulation on a essayé d'abord avec un seul relais on a relié comme montre le montage qui suit :



*Figure 4.18* : Simulation d'un seul relais.

- En reliant les pins 8 ,7 au TX et RX comme récepteur et émetteur broche utilisée dans la communication série.
- On relie le relais un des bornes au pin 10 et l'autre au GND.

1<sup>er</sup> test :

Relais OFF : recevoir un SMS « ABSENCE TENSION AC ON »

Relais ON : recevoir un SMS « ABSENCE TENSION AC OFF »

**4.5.3.2 Application du circuit complet**

En reliant tous les composants, on a câblé la carte arduino UNO, SIM800, les deux relais (relais de phase, relais 48VDC), disjoncteur avec l'alimentation.

Dès un des relais change d'état la carte SIM800 charger de la transmission envoie un SMS au numéro du destinataire choisi dans le programme arduino qui représente l'équipe de maintenance pour savoir son état actuel.

Après avoir exécuter le programme nous avons 3 cas :

Cas 1 :

Relais OFF : recevoir un sms « ABSENCE TENSION AC ACTIVE »

Relais ON : recevoir un sms « ABSENCE TENSION AC DESACTIVE »

Cas 2 :

Disjoncteur OFF : recevoir un sms « MANQUE TENSION 48 VDC ACTIVE »

Disjoncteur ON : recevoir un sms « MANQUE TENSION 48 VDC DESACTIVE »

CAS 3 :

Relais OFF : recevoir un sms « DETECTION INCENDIE ACTIVE »

Relais ON : recevoir un sms « DETECTION INCENDIE DESACTIVE »

La figure ci-dessous représente les messages envoyés depuis la carte vers le téléphone :



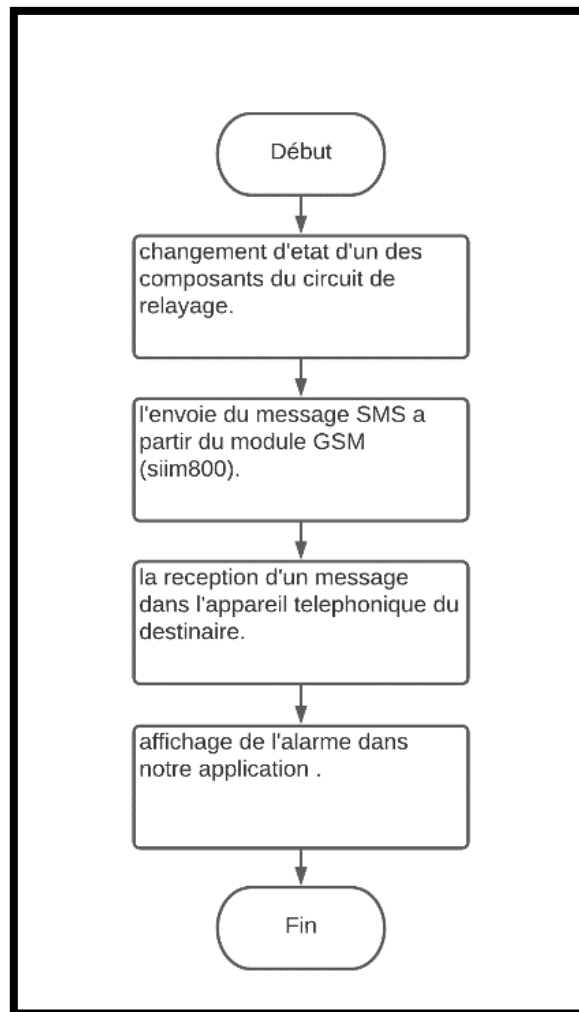
*Figure 4.19* : les messages d’alarme reçus.

#### 4.5.4 Interface

Après avoir réalisé notre projet qui consiste à envoyer des sms à l’aide d’un support GSM il sera plus utile de gérer la réception des messages si on a une interface qui joue le rôle d’un IHM.

Notre interface est une application nommé ‘TG BENI MERAD’ créée par MIT APP INVENTOR pour recevoir des alarmes sous forme de messages SMS envoyés par notre système. Nous pouvons résumer fonctionnement de notre système comme suit :

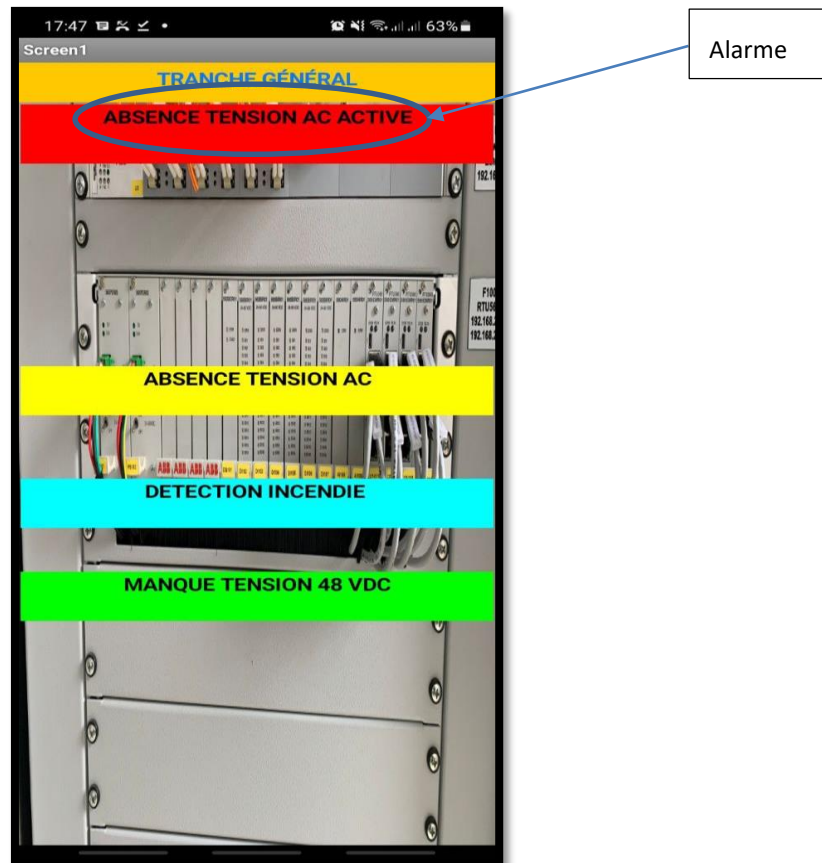




**Figure 4.20** : fonctionnement du système.

Les figures qui suit représente notre interface, et l’affichage de quelques alarmes dans notre application :

- Dans le cas où le relais de phase change de position (RELAIS OFF) la commande va signaler une absence de tension et envoie un sms au numéro du destinaire et l’alarme s’affiche comme suit :



*Figure 4.21* : affichage de l'alarme « ABSENCE DE TENSION AC ».

- Un autre cas où le disjoncteur change son état (disjoncteur ON) la commande va signaler qu'il n'y a plus un manque de tension et envoie un sms au numéro du destinataire et l'alarme s'affiche comme suit :

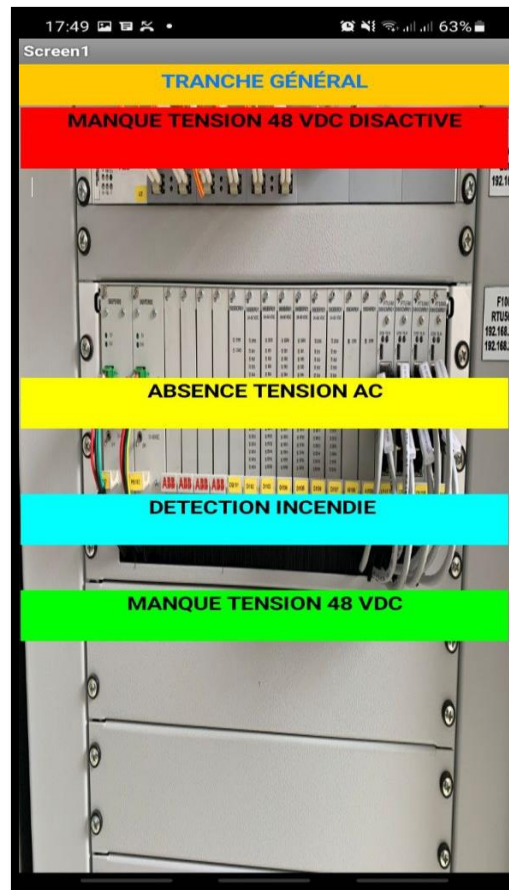


Figure 4.22 : affichage de l'alarme « MANQUE DE TENSION 48 VDC ».

## 4.6 Conclusion

La réalisation pratique de ce système nous a permis de renforcer nos connaissances théoriques après avoir pu faire fonctionner l'interface et la carte correctement, aussi, elle nous a enrichi en d'autres connaissances sur les deux parties : matérielle et logicielle. Nous avons pu maîtriser quelques logiciels qui sont très importants en électronique et qui facilite le développement d'applications tels que le MIT INVENTOR et l'ARDUINO. Comme tout travail, des points perspectives restent à améliorer prochainement.

## **Conclusion générale**

De nos jours, les facteurs temps et distance rencontrent des contraintes de plus en plus sévères. Vu l'importance donnée en industrie et dans la vie moderne à ces facteurs, on se trouve devant l'obligation d'améliorer les méthodes et les outils de communication. En effet, dans le domaine de l'électricité, les points de production, de transport, et de consommation, sont des sites de haute importance. Par conséquent la technique de télésurveillance s'est avérée indispensable et très utile pour la bonne gestion des différentes tâches dans ses points en toute sécurité et dans les meilleurs délais.

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

Pour atteindre l'objectif de notre projet nous avons donc commencé par donner un aperçu succinct sur les notions fondamentales de réseau électrique, on a énuméré les différents types, architecture et fonctionnement. Ensuite on a donné une présentation détaillée sur les postes électriques qui sont donc un élément du réseau électrique servant à la fois à la transmission et à la distribution d'électricité on a exposé leurs types et les équipements nécessaires primaire et secondaire qui le compose. Ainsi qu'il nous a paru nécessaire de donner assez d'informations sur le système de supervision SCADA, qui permet de surveiller et de commander des postes électriques, Nous avons présenté aussi notre étage MT et les différentes salles qui le compose et Les différents éléments qui composent un système de protection et contrôle commande afin d'assurer une protection efficace contre les différents types d'anomalies qui peuvent survenir sur le réseau électrique, afin de réduire les durées des interruptions lors d'incidents et isoler les défauts.

Dans le dernier chapitre, La conception et la réalisation de la carte d'acquisition des signalisations basées sur le microcontrôleur ARDUINO et autour du module GSM était l'objectif principal de notre projet, en effet notre application permet la surveillance à distance des équipements d'une sous-station., nous avons développé cette application de supervision pour garantir l'interface Homme-Machine, Nous avons terminé notre travail par la présentation des résultats obtenus par les essais.

Le développement de ce projet comprend plusieurs parties, notamment, l'étude et la sélection de tous les composants du système, la programmation et enfin la réalisation. Au cours de ce projet, nous avons eu l'occasion d'étudier et d'utiliser la diversité matérielle et logicielle (programmation, montage ...) qui ont été très utiles pour notre projet et aussi pour approfondir nos connaissances.

Enfin, nous pouvons citer quelques avantages et inconvénients de notre système utilisant le GSM :

❖ L'avantage de notre système :

✓ Portée illimitée dans une zone couverte par l'opérateur téléphonique.

✓ débit élevé.

✓ Gain en temps.

✓ La taille de l'unité est petite et facile à entrer dans la réalité.

✓ Surveillance à distance et réduction du nombre de déplacements.

❖ Inconvénients de notre système :

✓ Le coût de la puce (module) nécessite un abonnement.

✓ Un téléphone de l'un des trois opérateurs.

✓ Consommation électrique très élevée. (300 mA à 3,8 V).

## Bibliographie

- [1] : « historique sonelgaz » : disponible sur <<https://www.sonelgaz.dz/category/historique>>
- [2] : Manuel interne SONELGAZ
- [3] : EQUANS France, le nouveau leader des services multi techniques. Poste Electrique Industriel. Disponible sur : <<https://www.equans.fr/>>
- [4]: The world's leading Wikipedia reader. Réseau électrique. Disponible sur : <<https://www.wikiwand.com/>>
- [5] : « Chapitre I Généralités sur les Réseaux électriques », Disponible sur : <https://pmb.univ.saida.dz>, Consulté le : 20/03/2022.
- [6] : SOPIEG SPA.Société du groupe sonelgaz, Disponible sur :< <https://www.sopieg.dz/>>
- [7] : « Sensibilisation Enedis », Disponible sur : <<http://www.pap08.eu>>
- [8] : Dr. Merah Amir. UEF - ELTF 214 intitulé : cours Analyse des réseaux de transport et de distribution, Chapitre1 Généralités sur les Réseaux de transport d'énergie. Disponible sur : <<https://elearning.esgee-oran.dz/mod/resource/view.php?id=3101>>
- [9] : « Les Réseaux Électriques », Disponible sur : <<https://docplayer.fr>> (consulte le 22/03/2022)
- [10] : Ens : H. Belila. RESEAUX ELECTRIQUES :chapitre1 présentation Du Réseau Electrique Terminologie Et Concept de Base, Disponible sur : <<https://fr.scribd.com/document/399652153/CHAP1-presentation-Du-Reseau-Electrique-Terminologie-Et-Concept-de-Base>>
- [11] : production et distribution. Appareillage électrique : poste électrique. Disponible sur : <<http://www.electrosup.com/>>
- [12]: EATON Powering business worldwide. Relais de protection. Disponible sur: <<https://www.eaton.com/ca/fr-ca.html>>
- [13] : Dr. Mohamed ZELLAGUI. Comptage et Compteurs Electrique. Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG), Centre Ain M'lila, Groupe SONELGAZ. Disponible sur : <<https://www.researchgate.net/>>



[14] : contrôle électrique. Conservatoire du Contrôle-Commande du Réseau français de Transport d'Electricité. Auxiliaires. Disponible sur : < <https://esconce2014.estelenerg.org/6-equipements-communs-de-postes/6-4-auxiliaires/>>

[15] : Description des systèmes temps réel [en ligne]. Université de Annaba. Disponible sur : <<https://elearning-facsci.univ-annaba.dz/mod/resource/view.php?id=1942>>

[16] : H. BENCHIKH EL HOCINE. Protection Etage MT. Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG). Centre Ain M'lila. Groupe SONELGAZ. (consulte le mars 2022). disponible sur : <<https://www.ifeg.dz/>>

[17] : Serge THEOLEYRE. Les Techniques de Coupure en MT. Cahier technique N°193. Schneider Electric.(consulte le avril 2022).disponible sur : <<http://www.surprises.ch/HT/annexes/CT-193.pdf>>

[18] : Dr. BENALI Abdelkrim. Schémas et Appareillage électrique : COURS SCHEMAS ET APPAREILLAGE ELECTRIQUE. Centre Universitaire Nour Bachir El Bayadh.3eme licence, cours, 2019/2020, disponible sur : <<https://www.cu-elbayadh.dz/ar/wp-content/uploads/2018/01/cours-schemas-et-appareillages-%C3%A9lectriques.pdf>>

[19] : Frédéric MACIELA. Parafoudres à moyenne tension HTA et à haute tension HTB. Frédéric MACIELA [ D4755 v1] .(consulte le 10/04/2022) disponible sur :<<https://www.techniques-ingenieur.fr/>>

[20]: Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems. National Communications System, Technical Information Bulletin 04-1(consulte en mai 2022)

[21]: Dictionnaires et Encyclopédies sur 'Academic'.Supervisory Control and Data Acquisition. Disponible sur : <<https://fr-academic.com/>>

[22]: David Bailey, Edwin wright «Practical SCADA for Industry», Edition Newnes 2003.

[23]: Ronald L. Krutz «Securing SCADA Systems», Edition Wiley Publishing, Inc 2006.

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

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

[26] : 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

[27] : logiciel de programmation. Arduino. Disponible sur : <<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Arduino.html>>

[28] : Guy SINNIG. Présentation arduino. Découverte de la carte arduino. Maison de libre. Disponible sur:

<[https://wiki.mdl29.net/lib/exe/fetch.php?media=robotsarduino:presentation\\_arduino.pdf](https://wiki.mdl29.net/lib/exe/fetch.php?media=robotsarduino:presentation_arduino.pdf)>

[29] : ARDUINOEXPERIENCES. Disponible sur : <<https://funxperiences.wordpress.com/>>

[30] : Module GSM SIM800L-Prise en main. (Consulte le 18/04/2022). Disponible sur :

< <https://letmeknow.fr/fr/>>

[31] : Automatismes et contrôle pour l'industrie. Harmony control. Schneider Electric.

Disponible sur : <<https://www.se.com/fr/fr/>>

[32] : Étiquette. Breadboard. (Consulte le 24/04/2022). Disponible sur :

<<https://ledisrupteurdimensionnel.com/>>

[33] : Spécialiste en matériel électrique. Les disjoncteurs et différentiels. Gamme iC60.

Disponible sur : < <https://www.one-elec.com/fr/>>

[35] : Télé conduite. Introduction aux tranches électrique. Consulté le (27/05/2022).

Disponible sur : [Conservatoire des Télécommunications du Réseau Electrique français \(clone\)](https://www.conservatoire-telecom.fr/)  
([estelenerg.org](http://estelenerg.org))