



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
Génie Electrique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude technique de la communication à distance  
avec protections numériques du poste EL  
OUALI à Fès**

Réalisé Par :

**OUAZZANI TAYBI NEZAR**

Encadré par :

Mr. Arfaoui Hicham (ONEE FES)

Pr. Ghennioui Hicham (FST FES)

Soutenu le 06 Juin 2018 devant le jury

Pr. Errahimi Fatima (FST FES)

Pr. Razi Mouhcine (FST FES)

Pr. Ghennioui Hicham (FST FES)



## Résumé

Le Maroc connaît une évolution croissante sur différents secteurs et parmi autres, on trouve l'électricité. Ce dernier secteur de l'électricité occupe une grande importance dans la vie quotidienne de chaque personne, ainsi pour la stabilité de notre pays.

Le renforcement et la protection des ouvrages et des lignes de transport du réseau électrique marocaines, notamment les postes Très Haute Tension (THT), reste un défi majeur de l'Office National de l'Electricité et de l'Eau potable-Branche Electrique (ONEE-BE) que s'élabore le présent rapport qui est une synthèse de mon projet de fin d'études.

Ma mission au sein de la Division Exploitation et Transport de Fès est d'établir une communication distante avec l'ensemble des protections numériques du poste EL OUALI depuis Fès amant.

Cependant, nous avons proposé une solution permettant à l'ensemble de service de contrôle/commande de se communiquer à distance avec les protections numériques.

## Dédicaces

Je dédie ce mémoire de projet de fin d'étude à :

Mes parents avec tous mes sincères sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour leur patience illimitée, leurs sacrifices déployés pour m'élever dignement en assumant mon éducation dans les meilleures conditions.

Mes frères vraiment aucune dédicace ne saurait exprimer mon attachement, mon amour et mon affection, je vous offre ce modeste travail en témoignage de toute l'immense tendresse dont vous avez toujours su me combler, que Dieu vous protège et vous prête longue santé et longue vie.

Mes ami(e)s en témoignage de leur sincère amitié.

Et tous ceux qui ont veillé de près ou de loin pour que ce travail soit à la hauteur, que Dieu le tout puissant vous préserve tous et vous procure sagesse, bonheur, santé et prospérité.

## Remerciements

A Dieu, le très miséricordieux pour m'avoir permis d'arriver au terme de ces études en surmontant toutes difficultés.

Mon vif remerciement accompagné de toute ma gratitude s'adresse à mon encadrant pédagogique Mr. Hicham Ghennioui, Professeur à la Faculté des Sciences et techniques de Fès (FSTF), pour son aide, son encadrement, ses conseils, sa disponibilité et son indulgence.

Mes sincères remerciements s'adressent également à mon encadrant professionnel Mr. Hicham Arfaoui, Chef de service Contrôle/Commande de l'ONEE-Fès amont pour son accueil et la confiance qu'il m'a raccordé durant cette période de stage, son encadrement efficace et pour les nombreux débats et discussions que nous avons eu durant ce stage.

A tout le personnel de l'ONEE

Au corps professoral et administratif de la FSTF pour leur inestimable contribution à notre formation.

A toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réussite de ce stage, qu'elle reçoive l'expression de mes sincères reconnaissances et gratitude.

# Table des matières

CHAPITRE 1 – ENVIRONNEMENT DU STAGE .....	10
<b>1.1 APERCU GENERAL SUR L'ONEE.....</b>	<b>10</b>
1.1.1 <i>Historique de l'ONEE</i> .....	10
1.1.2 <i>Objectifs de l'ONEE</i> .....	10
1.1.3 <i>Activités de l'ONEE</i> .....	10
1.1.4 <i>Organigramme de l'ONEE</i> .....	11
<b>1.2 DESCRIPTION DU PROJET DE FIN D'ETUDE .....</b>	<b>14</b>
1.2.1 <i>Contexte du projet</i> .....	14
1.2.2 <i>Tâches du projet</i> .....	14
1.2.3 <i>Planning du projet</i> .....	14
CHAPITRE 2 – GENERALITES SUR LES PROTECTIONS ELECTRIQUES .....	16
<b>2.1. NOTIONS SUR LES PROTECTIONS ELECTRIQUES.....</b>	<b>16</b>
2.1.1 <i>Fonctions de protection</i> .....	16
2.1.2 <i>Principaux défauts de fonctionnement</i> .....	16
2.1.3 <i>Protections d'un Transformateur THT/HT/MT</i> .....	17
2.1.4 <i>Protections d'un départ THT</i> .....	18
2.1.5 <i>Protection de distance</i> .....	20
<b>2.2. PRESENTATION DE LA SOLUTION PROPOSEE .....</b>	<b>26</b>
CHAPITRE 3 – ETABLISSEMENT DE LA COMMUNICATION A DISTANCE .....	28
<b>3.1. PARTIE COMMANDE .....</b>	<b>28</b>
3.1.1 <i>Description de l'équipement de protection de distance</i> .....	28
3.1.2 <i>Présentation des protocoles de communication RS232-RS485</i> .....	31
3.1.3 <i>Description du convertisseur</i> .....	31
3.1.4 <i>Réalisation de la communication avec PC station maître</i> .....	32
3.1.5 <i>Logiciel micom s1</i> .....	33
<b>3.2. PARTIE SUPERVISION.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 <i>La fibre optique</i> .....	35
3.2.2 <i>Mise en place du système de communication</i> .....	35

# LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.1	ORGANIGRAMME DE L'ONEE	11
FIGURE 1.2	ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DE TRANSPORT	12
FIGURE 2.1	CARACTERISTIQUE TEMPS-DISTANCE DE LA PROTECTION	20
FIGURE 2.2	MICOM P444 ALSTOM	22
FIGURE 2.3	MICOM P444 SCHNEIDER ELECTRIC	23
FIGURE 2.4	CARACTERISTIQUE QUADRILATERALE D'UNE PROTECTION DE DISTANCE	23
FIGURE 2.5	COMMUNICATION A DISTANCE	27
FIGURE 3.1	VUE DE LA FACE AVANT DE L'EQUIPEMENT	28
FIGURE 3.2	VUE DE LA FACE ARRIERE DE L'EQUIPEMENT	29
FIGURE 3.3	VUE DU PORT FRONTAL DE L'EQUIPEMENT	30
FIGURE 3.4	CONVERTISSEUR SINTECHI	31
FIGURE 3.5	PAGE D'ACCEUIL DU LOGICIEL	33
FIGURE 3.6	INSERTION DES ELEMENTS	34
FIGURE 3.7	RESEAU ELECTRIQUE DU POSTE EL OUALI	34
FIGURE 3.8	CONNEXION BUREAU A DISTANCE	36

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.1	PLANNING DU STAGE	15
TABLEAU 2.1	PRINCIPAUX DEFAUTS DE FONCTIONNEMENT D'UN RESEAU ELECTRIQUE	16
TABLEAU 2.2	REGLAGE DU 1 <sup>ER</sup> STADE	20
TABLEAU 2.3	REGLAGE DU 2EME STADE	21
TABLEAU 2.4	REGLAGE DU 3EME STADE	21
TABLEAU 2.5	REGLAGE DE LA MISE EN ROUTE	21
TABLEAU 2.6	EXEMPLE DE CONFIGURATION DE P444	24
TABLEAU 2.7	EXEMPLE DE RAPPORT TC/TT	24
TABLEAU 2.8	PARAMETRES DE PROTECTIONS	25
TABLEAU 3.1	REGLAGE SELON LE PROTOCOLE UTILISE	30
TABLEAU 3.2	BROCHAGE CONVERTISSEUR AVEC PROTECTION	32

## LISTE DES ACRONYMES

<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CEI</b>	Commission Electrotechnique Internationale
<b>DTO</b>	Direction de Transport Orientale
<b>FF</b>	Fusion Fusible
<b>HF</b>	Haute Fréquence
<b>HT</b>	Haute Tension
<b>MF</b>	Maintenance Fès
<b>ONEE</b>	Office National de l'Electricité et de l'Eau potable
<b>PSL</b>	Schémas Logiques Programmable
<b>Rd</b>	Résistance Linéique Directe
<b>TC</b>	Transformateur de Courant
<b>THT</b>	Très Haute Tension
<b>VEP</b>	Vérification et Essai des Protections
<b>XF</b>	eXploitation Fès
<b>Zd</b>	Impédance directe de ligne

## Introduction

L'électricité joue un rôle central dans la vie toute entière. Son utilisation nécessite la conduite, la gestion, l'interconnexion et la distribution. Pour cela, on a besoin d'un élément primordial à savoir le poste électrique.

Cet élément est défini comme 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 selon la Commission Electrotechnique Internationale (CEI).

C'est dans ce sens que l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable-Branche Electrique (ONEE-BE)- le responsable du secteur de l'électricité au Maroc, représenté par sa Direction Centrale de Transport Orientale, a développé une vision stratégique dont le but est de maintenir les performances d'exploitation de ses ouvrages critiques. Pour mettre en œuvre cette vision, la Division Exploitation Transport Fès a procédé dernièrement à une opération de supervision de ses postes stratégiques de transformation.

A cet effet, le service Contrôle/Commande de ONEE-BE m'a proposé de faire une étude technique et de faisabilité sur la possibilité d'établir une communication à distance avec les protections numériques entre les deux sites El OUALI et Fès amont.

Le document est organisé de la façon suivante : nous présentons dans le premier chapitre l'environnement du stage et le cahier des charges de notre projet. Le second chapitre est consacré à une étude théorique sur les protections de distance. Nous décrivons dans le dernier chapitre la solution proposée pour établir la communication à distance avec les protections numériques.

## **CHAPITRE 1 –ENVIRONNEMENT DU STAGE**

Ce chapitre a pour objectif de présenter l'organisme d'accueil à savoir l'ONEE, la DTO/XF (Direction Transport Oriental/Exploitation Fès) et leurs services, ainsi d'illustrer le cadre général du projet et les exigences du cahier des charges.

### **1.1 APERCU GENERAL SUR L'ONEE**

#### **1.1.1 HISTORIQUE DE L'ONEE**

L'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable est créé par Dahir en août 1963. Il a été substitué à la Société Electrique du Maroc pour prendre en main le secteur électrique : production, transport et distribution. C'est un établissement public ayant un caractère industriel et commercial et possédant une autonomie financière.

Les droits et obligations de l'ONEE sont définis dans un cahier des charges approuvé par décret en 1974, qui indique les conditions techniques, administratives et financières relatives à l'exploitation des ouvrages de production, de transport et de distribution de l'électricité.

Les ouvrages de production dont dispose l'ONEE, sont constitués de 24 usines hydroélectriques totalisant une puissance installée de 1 283.8MW, de 5 centrales thermiques vapeurs totalisant 2 385MW, de 7 centrales à turbines à gaz et plusieurs centrales Diesel totalisant 1093.7MW et un parc éolien de 250.4MW.

Le Dispatching national, implanté à Casablanca est doté de moyens modernes permettant une surveillance permanente et une exploitation optimale [1].

#### **1.1.2 OBJECTIFS DE L'ONEE**

Les principaux objectifs de l'ONEE consistent à :

- couvrir dans les meilleures conditions techniques et économiques la progression de la demande d'énergie,
- réduire les tarifs moyens et hautes tensions pour atteindre des prix concurrentiels au Maroc,
- et assurer directement ou indirectement la couverture financière de programmes d'investissements de plus en plus lourds et indispensables au développement de l'économie de pays [1].

#### **1.1.3 ACTIVITES DE L'ONEE**

L'ONEE opère dans les trois métiers-clés du secteur de l'électricité : la production, le transport et la distribution.

## A. Production d'énergie

En tant que producteur, l'ONEE a la responsabilité de fournir sur tout territoire national et à tout instant une énergie de qualité dans les meilleures conditions économiques. Il assure cette fourniture par les moyens de production qu'il exploite directement ainsi que par les ouvrages qu'il a confiés à des opérateurs privés dans le cadre de contrats de production concessionnaire.

## B. Transport d'énergie

L'Office dispose d'un réseau de transport THT/HT, est constitué de lignes de 400 kV, 225 kV et 60 kV, permettant d'évacuer l'énergie produite vers les centres de consommation. Ce réseau est interconnecté au réseau Espagnol et Algérien. L'ONEE gère en continu, via son dispatching national, les flux d'énergie pour assurer l'équilibre offre/demande.

## C. Distribution d'énergie

La satisfaction de la clientèle et le service public constituent deux axes prioritaires de l'ONEE qui œuvre en permanence pour l'amélioration de la qualité de service sur le plan technique et commercial.

### 1.1.4 ORGANIGRAMME DE L'ONEE

L'organisation de l'ONEE est présentée dans l'organigramme suivant [1] :

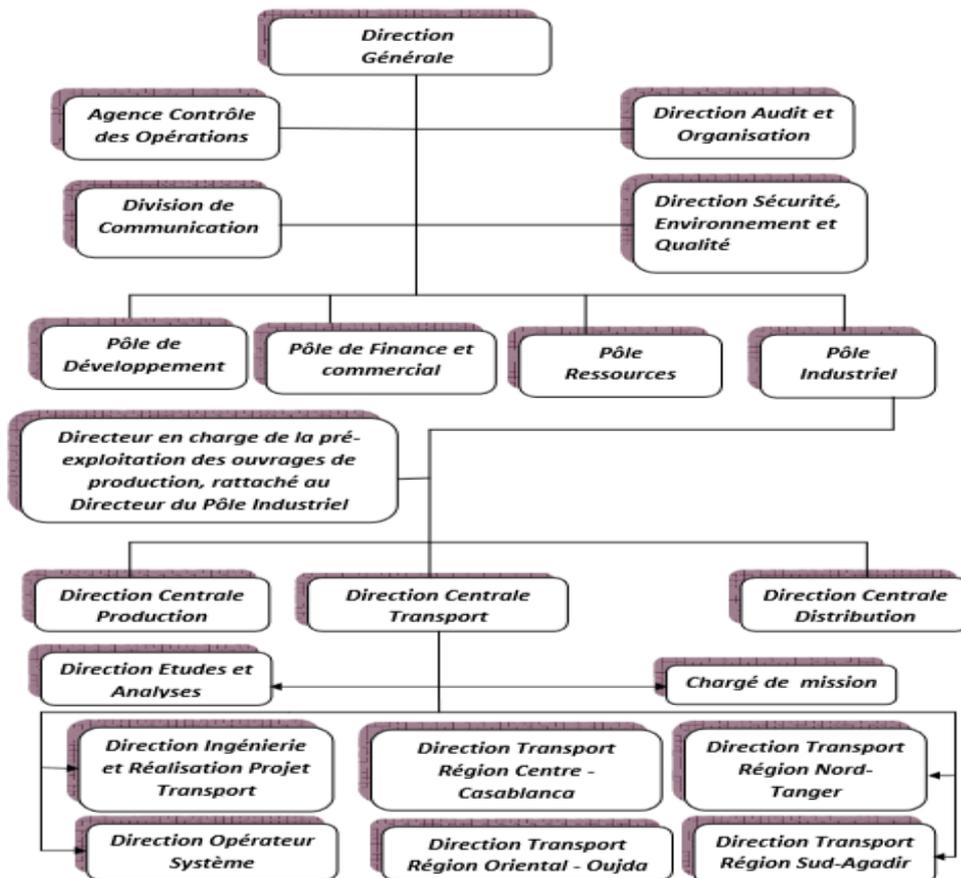


Figure 1.1 : Organigramme de l'ONEE

## A. La Direction Transport Région Oriental – Oujda – « DTO »

La Direction Transport Région Oriental – Oujda couvre le territoire des régions Orientale, TAZA-TAOUNATE, EL HOUCEIMA, OUJDA, FES-BOULEMANE, MEKNES-Tafilalet et ERRACHIDIA. Elle est chargée d'assurer l'exploitation des ouvrages du réseau du transport, ainsi que les études de conception et de réalisation des lignes 60 kV et postes HT/MT situés sur le territoire couvert par la DTO dans les meilleures conditions de sécurité, qualité de service et au moindre coût.

Afin d'atteindre ses objectifs, la DTO est dotée de trois Divisions et de quatre Services lui sont rattachés fonctionnellement (figure 1.2).

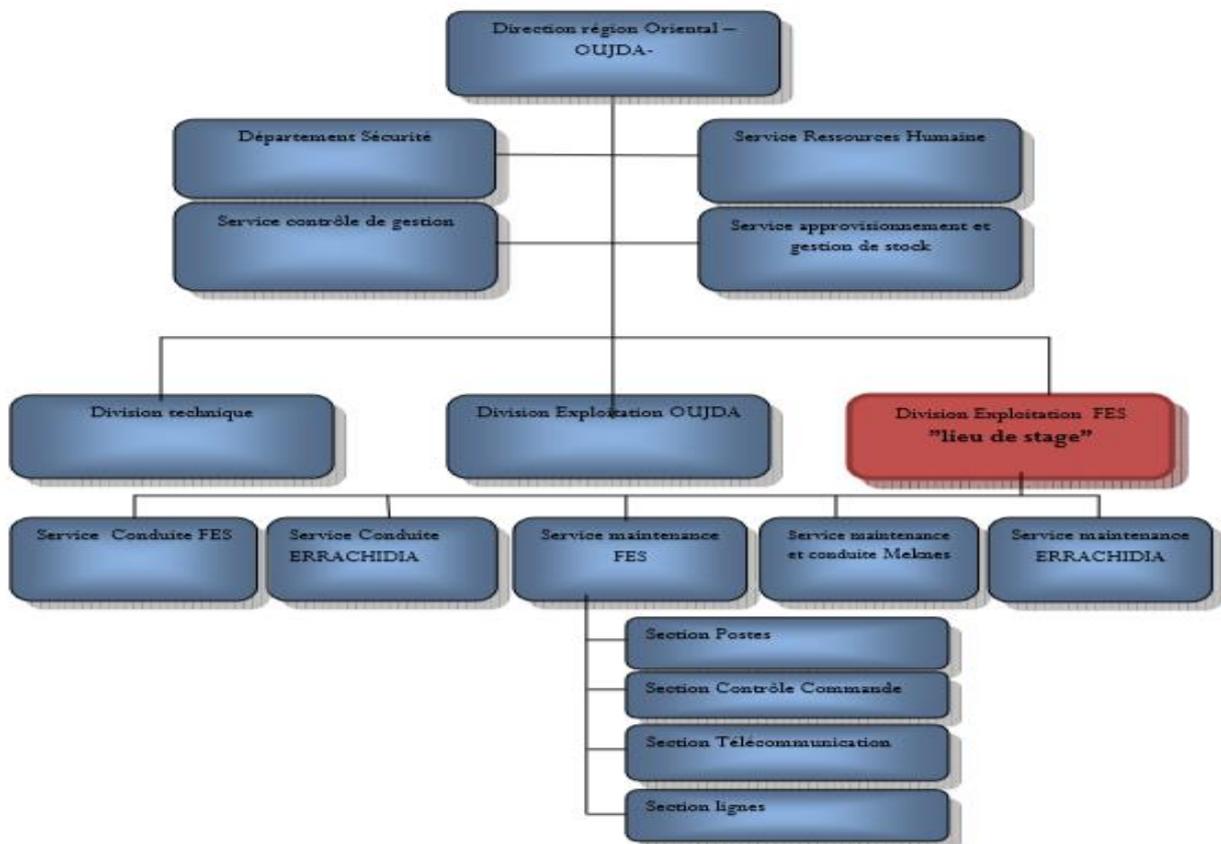


Figure 1.2 : Organigramme de la Direction de Transport Région Oriental

## B. La Division Exploitation Transport FES « XF »

DTO/XF couvre le territoire des régions d'EL HOUCEIMA, TAZA-TAOUNATE, FES BOULMANE et MEKNES-TAFILAL. Elle est chargée d'assurer l'exploitation des ouvrages du réseau du transport, ainsi que l'entretien et la maintenance des lignes 400kV, 225 kV et 60kV et postes THT/HT/MT et HT /MT situés sur son territoire dans les meilleures conditions de sécurité et qualité de services et au moindre cout.

Pour atteindre ses objectifs, la DTO/XF est dotée de Cinq services qui lui sont rattachés : Services de maintenance de Fès et Er-Rachidia, Services de conduite de Fès et Er-Rachidia et le Service de maintenance et conduite de Meknès.

#### a. Le Service Maintenance Fès « MF »

Le Service MF assure la maintenance d'un réseau de transport d'énergie électrique constitué de ligne 400 kV, de ligne 225 kV et de lignes 60kV. Il s'occupe aussi de la maintenance des installations de quatre postes 225kV et quatorze postes 60 kV. Pour la réalisation de ses programmes de maintenance et atteindre ses objectifs annuels, le service maintenance est à son tour divisé en quatre sections :

##### i. Section maintenance ligne

Elle est chargée de la maintenance préventive et corrective des lignes de transport de l'énergie électrique HT et THT.

##### ii. Section maintenance poste

La section maintenance postes assure le suivi des ouvrages hauts tension et très haute tension qui équipent les postes de transformation.

##### iii. Section Télécommunication

La section Télécoms est chargée de la maintenance préventive et corrective des installations de télécommunications installées sur le réseau et placées sous la responsabilité du service MF, ces installations comprennent :

- Liaison HF(CPL).
- **Liaison SDH à fibres optique.**

##### iv. Section contrôle commande

La mission de la section contrôle commande est d'assurer la disponibilité et le bon fonctionnement des protections et automatismes des départs et des transformateurs. Ses principales activités sont :

- L'entretien préventif de l'ensemble des protections et automatismes installés dans les postes de transformation.
- Vérification et essai des protections (VEP).
- Entretien de la tranche générale : consignateurs d'état, imprimantes et enregistreurs de manœuvres et signalisations.
- L'affichage du réglage des protections et automatismes.
- Les essais spéciaux.
- Participation aux travaux de réceptions et de mise en service de nouveaux ouvrages.
- Analyse des incidents.
- Relevés mensuels des courbes de charge et du comptage des abonnés grands comptes.

## **b. Service Conduite Fès**

L'activité du service conduite se résume dans les travaux suivants :

- La conduite et l'exploitation des postes.
- L'établissement et la mise à jour des manuels d'exploitation, des consignes et des notes de mise en service.
- Les interventions sur incidents.
- Les travaux d'entretien et les visites type I et type II dans les postes.

## **1.2 DESCRIPTION DU PROJET DE FIN D'ETUDE**

### **1.2.1 CONTEXTE DU PROJET**

Pour assurer le bon fonctionnement des équipements dans un poste électrique que ce soit HT ou BT, il est nécessaire de suivre une politique de modernisation, d'adaptation et de renouvellement des divers équipements, et de suivre une stratégie qui s'adapte au développement.

A ce propos, la Division Exploitation Transport Fès a annoncé un projet de réalisation d'une communication avec protections numériques du poste EL OUALI depuis un PC distant à FES amont afin de garantir la sécurité, la qualité et la continuité du poste.

Cette communication va permettre aux ensembles du service Contrôle/Commande de communiquer à distance en temps réel avec ces relais de protection ainsi de récupérer les signalisations et les défauts acquis par les protections d'une façon rapide et efficace sans se déplacer jusqu'au poste.

### **1.2.2 TACHES DU PROJET**

Dans ce contexte, les taches à réaliser dans ce projet sont :

- Se familiariser avec l'environnement professionnel du stage et apprendre les processus de travail.
- Faire une étude générale sur les protections de distance.
- Proposer une solution pour établir une communication à distance avec les protections numériques du poste EL OUALI.

### **1.2.3 PLANNING DU PROJET**

Durant ces deux mois de stage, nous étions amenés à réaliser les taches selon le planning décrit au niveau du tableau suivant :

<b>Début</b>	<b>Fin</b>	<b>Description</b>
02/04/2018	06/04/2018	Visite de l'ONEE
09/04/2018	13/04/2018	Visite des différents services de l'ONE
16/04/2018	20/04/2018	Formation sur les protections de distance
23/04/2018	26/04/2018	Familiarisation avec les différents équipements
27/04/2018	28/04/2018	Réalisation d'une communication directe avec les protections numériques sur une faible distance
02/05/201	08/05/2018	Visite des postes : DOUYET et EL OUALI
08/05/2018	15/05/2018	Poursuivre les travaux au sein du Service télécom
15/05/2018	21/05/2018	Mise en application du projet à distance avec poste EL OUALI
22/05/2018	30/05/2018	Rédaction du rapport PFE

**Tableau 1.1 : planning du stage.**

## **Conclusion**

A l'issue de ce chapitre, nous avons présenté l'environnement du stage et le cahier des charges du projet.

Dans le chapitre suivant nous présentons les protections de distance et nous abordons la problématique de ce projet de fin d'études.

## CHAPITRE 2 – GENERALITES SUR LES PROTECTIONS ELECTRIQUES

### 2.1. NOTIONS SUR LES PROTECTIONS ELECTRIQUES

#### 2.1.1. FONCTIONS DE PROTECTION

Selon la Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I), la protection électrique est l'ensemble des dispositions destinées à la détection des défauts et des situations anormales des réseaux afin de commander le déclenchement d'un ou de plusieurs disjoncteurs et, si nécessaire d'élaborer d'autres ordres de signalisations. Les dispositifs de protection surveillent donc en permanence l'état électrique des éléments d'un réseau et provoquent leur mise hors tension, c'est-à-dire l'ouverture du disjoncteur, lors d'une perturbation indésirable : court-circuit, surtension, surcharge...etc.

#### 2.1.2. PRINCIPAUX DEFAUTS DE FONCTIONNEMENT

Les principaux défauts de fonctionnement d'un réseau électrique et leurs causes et conséquences sont résumés dans le tableau suivant,

Défauts	Causes	Conséquences
<p><b>Court-Circuit :</b> C'est la mise en connexion de deux points ou plus d'un circuit électrique entre lesquels il y a une différence de potentiel, par un conducteur de faible résistance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Coup de foudre</li> <li><input type="checkbox"/> Contact intempestif</li> <li><input type="checkbox"/> Claquage d'isolant</li> <li><input type="checkbox"/> Fausse manœuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Surintensité</li> <li><input type="checkbox"/> Chute de tension</li> <li><input type="checkbox"/> Déséquilibre</li> <li><input type="checkbox"/> Echauffement</li> <li><input type="checkbox"/> Chute de fréquence</li> </ul>
<p><b>Surtension :</b> On parle d'une surtension lorsque le réseau se trouve accidentellement porté à une tension supérieure à sa tension nominale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Défaut phase-terre</li> <li><input type="checkbox"/> Manœuvre</li> <li><input type="checkbox"/> Foudroiement d'une ligne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vieillesse de l'installation électrique.</li> <li><input type="checkbox"/> Déclenchement intempestif</li> <li><input type="checkbox"/> Pertes d'exploitation</li> </ul>
<p><b>Surcharge :</b> La surcharge est une surintensité de nature progressive qui se produit dans un circuit sain suite à une augmentation de la charge.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Appareil utilisé au-delà de sa puissance nominale (volontaire Ou accidentelle)</li> <li><input type="checkbox"/> Mauvais fonctionnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Surintensité</li> <li><input type="checkbox"/> Echauffement</li> <li><input type="checkbox"/> Déséquilibre</li> <li><input type="checkbox"/> Chute de fréquence</li> </ul>

**Tableau 2.1 : les principaux défauts de fonctionnement d'un réseau électrique.**

### 2.1.3. PROTECTIONS D'UN TRANSFORMATEUR THT/HT/MT

La protection des transformateurs adoptée sur le réseau national est basée sur le compromis entre un critère économique et la possibilité de protéger le transformateur contre les différents défauts qui peuvent l'endommager.

Un transformateur de puissance peut être soumis à deux types de défauts :

- **Les défauts internes** : court-circuit entre spires ou enroulement et la cuve du transformateur, défaut sur le circuit magnétique ou mauvais fonctionnement du système de refroidissement ou défaut sur le régulateur en charge.

- **Les défauts externes** : court-circuit sur le réseau qui alimente le transformateur, surcharge, surtension due à la foudre ou défaut du système de régulation.

La détection, l'élimination de ces défauts et la continuité du service nécessitent l'usage de plusieurs types de relais de protection et des réducteurs de mesure pour les alimenter.

#### A. Protections contre les défauts internes

**La protection masse cuve** basée sur l'isolement de la cuve par rapport à la terre (et la détection, en cas de court-circuit entre un enroulement et la cuve ou en cas de contournement de bornes d'une traversée, du courant qui transite sur la seule liaison qui relie la cuve du transformateur à la terre par l'intermédiaire du TC tore installé sur cette dernière. Cette protection du type ampérométrique à une action instantanée.

**La protection buchholz** : qui permet la détection du dégagement gazeux provoqué par la décomposition de l'huile suite à la survenue de défauts à l'intérieur du transformateur ou par l'augmentation de la vitesse de circulation d'huile entre le conservateur et la cuve.

**Contrôle de la température** : Une élévation de la température d'un transformateur de puissance peut être due à :

- Des défauts d'isolement à l'intérieur du transformateur non détectés par les protections ou à une surcharge progressive.
- Une défaillance du système de refroidissement.

**Le contrôle de la température** est réalisé par des sondes thermostatiques installées sur les transformateurs.

**La protection manque de circulation d'huile** : est constituée par des clapets pour la détection de l'arrêt de la circulation d'huile, en vue de déclencher le transformateur si la charge dépasse 20% de la charge nominale.

## B. Protections contre les défauts externes

Afin d'améliorer la sûreté d'élimination des défauts dont le transformateur peut être le siège. Il a été retenu, en plus des protections internes (buchholz, température etc...) d'adopter les protections suivantes :

- Protection à maximum de courant de phases et neutre côté THT et HT
- Protection défaillance de disjoncteur côté THT.
- Protection de surtension
- Protection de distance côté secondaire du transformateur

### 2.1.4. PROTECTIONS D'UN DEPART THT

Un départ THT est équipé par les protections et automatismes suivantes :

- Deux **protections de distance**
- Une protection directionnelle de terre à puissance résiduelle à temps inverse
- Une protection de surtension
- Une protection de minimum de tension
- Un automatisme de réenclenchement
- Un automatisme de contrôle de synchronisme
- Une protection différentielle de ligne.

#### A. Protection directionnelle de terre

La protection directionnelle de terre est complémentaire à la protection de distance. Elle est sensible à des défauts résistants donnant naissance à un courant de terre inférieur au seuil de mise en route de la protection de distance qui élimine surtout les défauts francs.

Plusieurs types de protections existent, parmi celles les plus utilisées on trouve :

##### - **La protection à courant résiduel**

Elle fonctionne en cas de dépassement de seuils de courant résiduels pour les protections (électromécaniques, statiques).

##### - **La protection à puissance résiduelle**

Pour les protections numériques. Son principe est basé sur la mesure de la puissance résiduelle générée pas un défaut résistant à la terre, si  $P \geq P_{\text{seuil}}$  alors elle donne l'ordre de déclenchement au disjoncteur de départ.

#### B. Protection minimum de tension

A la suite d'un déclenchement dus aux protections dans des situations anormales du réseau il se peut que des disjoncteurs se trouvent hors tension. En cas de manque de tension générale, cette protection assure l'ouverture de tous les disjoncteurs des départs.

### C. protection de surtension

Cette protection est utilisée pour protéger les matériels contre une tension anormalement élevée. Elle est temporisée pour éviter son fonctionnement suite aux surtensions transitoires et aux défauts fugitifs.

### D. Protection différentielle de ligne

La protection différentielle de ligne est basée sur le contrôle de la différence des courants traversant les deux extrémités de la ligne. Chaque phase est dotée de part et d'autre d'un dispositif différentiel relié entre eux par deux fils pilotes contrôlés en permanence par un appareil qui élabore une signalisation en cas de leur coupure.

### E. Réenclencheur

Pratiquement la plupart des défauts affectant les réseaux THT sont fugitifs, c'est à dire qu'ils ne produisent pas une détérioration durable de l'isolant à l'endroit du court-circuit.

La durée minimale de mise hors tension qui permet à l'isolation de se rétablir spontanément sur le trajet de l'arc de défaut est appelée temps de dé ionisation. Ce temps est de l'ordre de 0.2 à 0.3 s. Après ce délai, il est possible de remettre sous tension l'ouvrage atteint. Cette opération peut être automatisée ; elle s'appelle alors le réenclenchement automatique et les automates qui la commandent sont des réenclencheurs. Dans les réseaux THT on utilise :

- Le déclenchement –réenclenchement phase par phase et, plus particulièrement le déclenchement- réenclenchement monophasé dans lequel on ne déclenche et réenclenche que le pôle du disjoncteur de la phase atteinte par le court-circuit. Ce mode de déclenchement réenclenchement nécessite d'équiper les disjoncteurs de dispositifs de commande pôle par pôle, donc plus complexe et plus coûteux. Le cycle de réenclenchement monophasé est réglé à 1,5 s. Ce temps tient compte du temps de dé ionisation, du temps de réaction de la protection ainsi que du temps de fermeture du disjoncteur et des temps d'attente pour chaque étape.

Dans les réseaux HT on utilise : Le déclenchement–réenclenchement triphasé. Le cycle de réenclenchement triphasé est réglé à 3 s. Ce temps tient compte du temps de dé ionisation, du temps de réaction de la protection ainsi que du temps de fermeture du disjoncteur et des temps d'attente pour chaque étape.

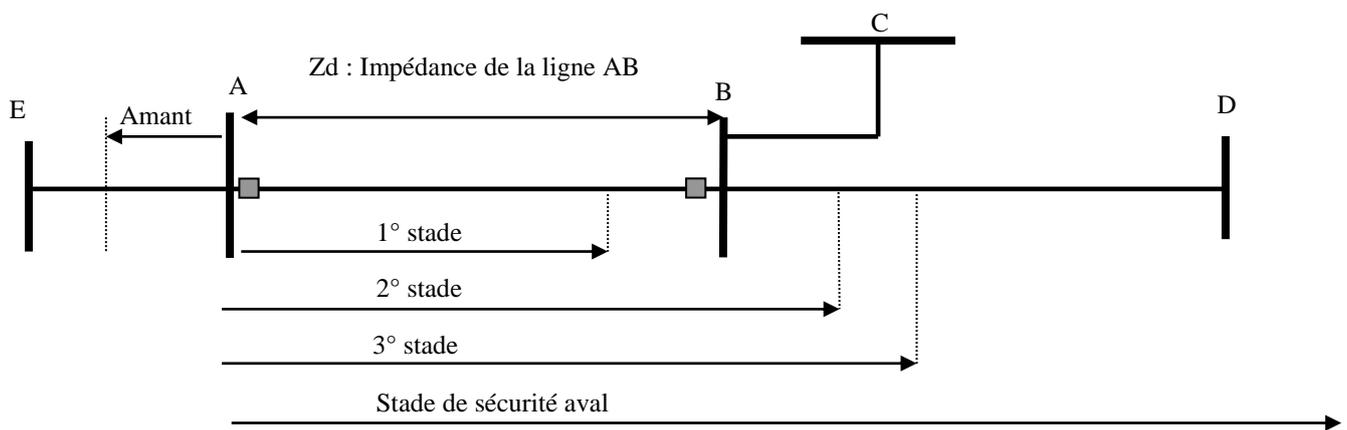
### F. Contrôle de synchronisme

Le contrôleur de synchronisme surveille les tensions des deux cotées du disjoncteur, pour autoriser ou interdire la fermeture manuelle ou automatique du disjoncteur.

### 2.1.5. PROTECTION DE DISTANCE

Une protection de distance ou « minimum d'impédance » est un relais de protection destiné à surveiller l'état de certains éléments d'un réseau électrique, en particulier les lignes ou câbles haute tension, mais également les transformateurs de puissance et les générateurs. Elle a pour fonction de détecter les défauts électriques (court-circuit sur la ligne), et de donner au disjoncteur l'ordre d'ouvrir pour mettre hors tension la ligne. On distingue trois générations de cette protection : électromécanique, statique puis numérique.

Son nom vient de sa capacité à estimer à quelle distance du début de la ligne se trouve le court-circuit. Cette capacité permet au gestionnaire de réseau de transport de très rapidement envoyer sur le lieu précis de l'incident une équipe de maintenance pour remettre en état au plus vite, sans avoir à faire un examen complet de la ligne pour trouver le lieu du défaut. Une protection de distance se distingue par sa caractéristique (temps-distance) à 4 stades réglés comme suit (Figure 2.1) :



**Figure 2.1 : caractéristique temps-distance de la protection.**

#### - 1<sup>er</sup> stade

Il est réglé généralement à 80% de l'impédance directe ( $Z_d$ ) de la ligne AB et non pas à 100% pour éviter l'empiétement sur des défauts survenant au début des lignes adjacentes (erreurs introduites par TT, TC et protection). Le déclenchement est instantané (Tableau 2.2).

Stades	Portée de stade	Temporisation
- <b>Zone 1</b>	$0,8 \times Z_d$	$t = 0 \text{ s}$

**Tableau 2.2 : réglage du 1<sup>er</sup> stade**

#### - 2<sup>ème</sup> stade

Il est réglé à 120% de l'impédance directe de la ligne AB et non pas à 100% pour éviter le non fonctionnement en cas de défaut survenant au bout de la ligne à protéger (erreurs introduites par TT, TC et protection). Le déclenchement est temporisé (150 à 400ms) (Tableau 2.3).

Stades	Portée de stade	Temporisation
Zone 2	1,2 x Zd	150 ms ≤ t ≤ 400ms

Tableau 2.3 : réglage du 2<sup>ème</sup> stade

- **3<sup>ème</sup> stade**

Il est réglé généralement à 140% de l'impédance directe de la ligne AB avec une temporisation de 1 sec (Tableau 2.4).

Stades	Portée de stade	Temporisation
Zone 3	1,4 x Zd	t = 1 s

Tableau 2.4 : réglage du 3<sup>ème</sup> stade

- **Mise en route (stade de sécurité)**

**En aval**

L'élément de la zone 4 aval est normalement utilisé pour détecter tous les défauts survenus sur la ligne à protéger et secourir les protections des lignes adjacentes qui ne sont pas équipées de double protection de distance. Dans ce cas, les conditions de réglages sont comme suit :

- $Z_4 > 1.2 Z_{dl}$  (pour couvrir la ligne à protéger)
- $Z_4 = 1.2 * (Z_{dl} + Z_{dladj})$  (pour couvrir la ligne adjacente la plus impédante)

$Z_{dladj}$  : impédance directe de la ligne adjacente la plus impédante.

**En amont**

L'élément de la zone 5 en amont, généralement les réglages préconisés sont  $Z_5 = Z_4$  ou  $Z_5 = 20\% * Z_4$ . Ces deux dernières zones sont temporisées à 2 sec (Tableau 2.5).

Stades	Portée de stade	Temporisation
Zone 4 (Aval)	$Z_{aval} = 1,2 \times (Z_{dl} + Z_{dladj})$	t = 2 s
Zone 5 (Amont)	$0,2 \times Z_{aval} \leq Z_{amont} \leq Z_{aval}$	t = 2 s

Tableau 2.5 : réglage de la mise en route.

**A. Fonctions de protection de distance**

- **Anti pompage**

Le phénomène de pompage est dû à un déséquilibre du réseau lors d'une brusque variation de charge. Il peut se traduire par une désynchronisation des deux sources équivalentes des deux parts de la ligne protégée.

Le dispositif de détection de pompage permet d'éviter un déclenchement inutile lorsque le point d'impédance mesuré pénètre dans la caractéristique de mise en route, tout en permettant de déclencher si un défaut est présent. L'élément de détection de pompage permet également un déclenchement sélectif lorsqu'un déséquilibre du réseau est constaté.

### **- Fusion fusible**

Cette fonction est utilisée pour verrouiller les éléments qui pourraient opérer de façon inadéquate pour une perte partielle ou totale d'une tension causée par la fusion d'un ou de plusieurs fusibles. Sans cette fonction, la fusion d'un fusible amène au déclenchement par minimum d'impédance.

Lorsque l'entrée logique FF est activée, la fonction protection de distance est bloquée instantanément.

### **- Détection de la rupture du conducteur**

Dans les réseaux électriques, la majorité des défauts surviennent entre une phase et la terre ou entre deux phases et la terre. Il s'agit de court-circuit qui sont occasionnés par la foudre ou des surtensions générant des arcs électriques. D'autres court-circuit peuvent avoir des origines diverses tels que des oiseaux sur les lignes aériennes ou des dommages mécaniques sur des câbles. De tels défauts entraînent une forte augmentation du courant permettant dans la majorité des cas une détection aisée du défaut.

#### **B. Exemples de protection de distance numérique**

Les principaux fabricants sont les acteurs principaux sur le marché des produits hauts tension : ABB, Siemens, Schneider Electric, Areva et Alstom Grid.

#### **- Micom P444 d'ALSTOM**

La protection Micom Alstom s'illustre sur la figure 2.2 :



**Figure 2.2 : Micom P444 Alstom**

#### **- Micom P444 de Schneider Electric**

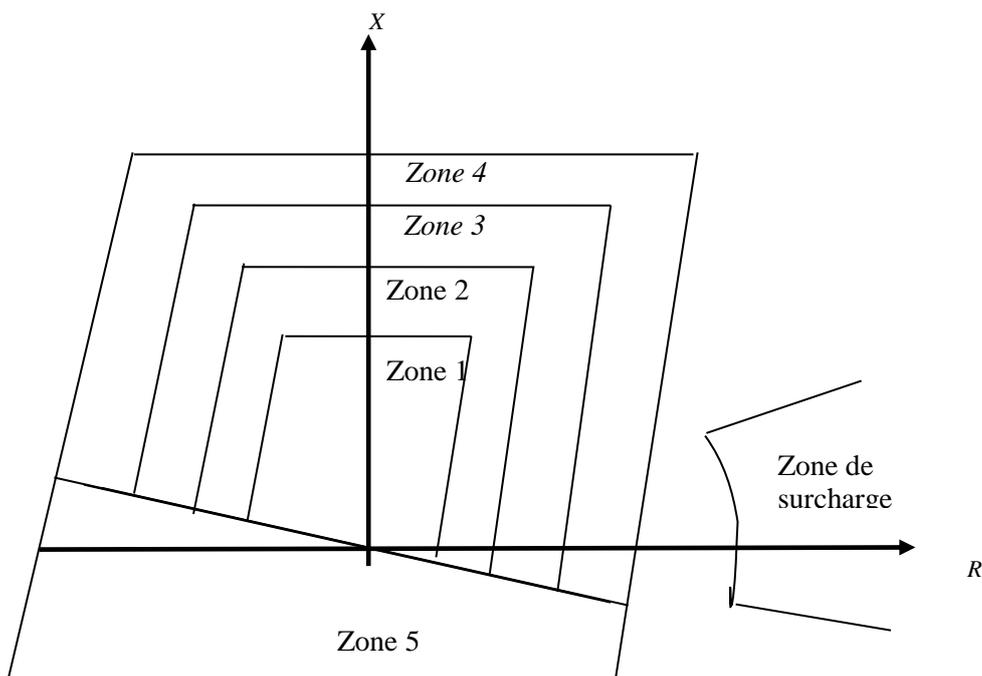
La protection Micom de Schneider Electric s'illustre sur la figure 2.3 [2] :



**Figure 2.3 : Micom P444 Schneider Electric**

### C. Réglage de protection de distance numérique

En pratique, la protection mesure l'impédance de la ligne à chaque instant et la compare à l'impédance directe de la ligne, si celle-ci devient faible et entre dans une des zones de la protection, la protection déclenche. Ceci explique son nom : « minimum d'impédance ». Elle agit suivant la caractéristique (Figure 2.5) [2].



**Figure 2.4 : Caractéristique quadrilatérale de la protection de distance**

Pour mesurer l'impédance, la protection de distance mesure la tension et le courant en un point :

- le courant de ligne  $I$  est mesuré à l'aide d'un TC
- la tension de la ligne  $U$  est mesurée à l'aide d'un TT.

Une ligne de longueur  $L$ (KM) est caractérisée par :

- Sa résistance linéique  $R_d$  ( $\Omega$  /KM)

- Sa réactance linéique  $X_d$  ( $\Omega$  /KM)

Ces caractéristiques sont données en se basant sur la section et le type du métal de chaque ligne.

L'impédance directe totale de la ligne est donnée par :  $Z_d = R_d + jX_d$

Le calcul de réglage doit être effectué en HT et ramené en BT.

Soient :

- $K_1 = U/u$  ( rapport de tension primaire sur tension secondaire du TT )
- $K_2 = I/i$  ( rapport de courant primaire sur courant secondaire du TC )

On a  $Z_{HT} = U/I = K_1 \cdot u / K_2 \cdot i = (K_1/K_2) \cdot u/i = (K_1/K_2) \cdot Z_{BT}$

D'où :  $Z_{BT} = Z_{HT} / K_z$

Posons  $K_z = K_1/K_2$ .

#### D. Exemple pratique : réglage protection P444 « POSTE EL OUALI »

Le réglage de la protection s'effectue en se basant sur cette fiche de réglage.

##### - Configuration

Groupe réglages	Etat
Réglages actifs	Groupe 1
Protection distance	Activé
Détection pompage	Activé
Protection ampèremètre	Désactivé
Réencleumeur	Désactivé
Rapports TC/TP	Visible
Configuration mesure	Visible
Mise en service	Visible
Valeurs paramètres	Secondaire

Tableau 2.6 : Exemple de configuration de P444

##### - Rapport TC/TP

Primaire, TP principale	60 000 V
Secondaire, TP principale	100 V
Primaire, TC principale	400 A
Secondaire, TC principale	5 A

Tableau 2.7 : Exemple de rapport TC/TP

- **Paramètres de la protection**

<b>PARAMETRES LIGNE</b>	
Longueur ligne	59.60Km
Impédance Zd	2.775 $\Omega$
Argument de la ligne	62°
<b>PARAMETRES DE LA ZONE</b>	
Z1	2.22 $\Omega$
tZ1	0 s
Z2	3.33 $\Omega$
tZ2	0.2 s
Z3	3.885 $\Omega$
tZ3	1 s
Z4	5 $\Omega$
tZ4	2 s
Z5	1 $\Omega$
tZ5	2 s

**Tableau 2.8 : Paramètres de protection.**

**E. Schémas logiques programmables**

Le but des schémas logiques programmable (PSL) est de permettre à l'utilisateur de configurer un schéma de protection personnalisé correspondant à son application particulière. Cette configuration est effectuée en utilisant des temporisateurs et des portes logiques programmables.

L'entrée d'un PSL est une combinaison de l'état des signaux d'entrées logiques en provenance des optocoupleurs sur la carte d'entrée, des sorties des éléments de protection comme les démarrages de protection, ainsi que des sorties des schémas logiques fixes de la protection. Les schémas logiques fixes fournissent les schémas standards de protection à l'équipement. Les PSL proprement dits reposent sur l'utilisation de temporisateurs et de portes logiques sous forme logicielle. Les portes logiques peuvent être programmées pour assurer une gamme de fonctions logiques différentes. Elles peuvent accepter tout nombre d'entrées. Les temporisateurs sont utilisés pour créer une temporisation programmable et/ou pour conditionner les sorties logiques, notamment pour créer une impulsion de durée fixe sur la sortie indépendamment de la durée de l'impulsion sur l'entrée. Les sorties de PSL sont les LED en face avant de l'équipement et les contacts de sortie connectés aux borniers arrières.

L'exécution de la logique PSL est déclenchée par un événement. Elle est appliquée à tout changement d'une de ses entrées, notamment à la suite d'un changement d'un des signaux d'entrées logiques ou d'une sortie de déclenchement en provenance d'un élément de protection. Seule la partie du PSL concernée par le changement d'état de son entrée est traitée. Cela réduit la durée de traitement par les PSL. Le logiciel de protection et de contrôle actualise les temporisateurs logiques et recherche tout changement dans les signaux d'entrée de PSL, dans le cadre de son fonctionnement.

Ce système est d'une grande souplesse d'emploi pour l'utilisateur, en lui permettant de créer ses propres schémas logiques dédiés à chacun des 4 groupes de réglages. Cela signifie également que la logique PSL peut être configurée sous forme de système très complexe mise en œuvre dans le logiciel de support informatique MICOM S1.

Tout changement d'état d'un signal d'entrée logique ou d'un signal de sortie de protection s'accompagne de la création d'un enregistrement d'événement.

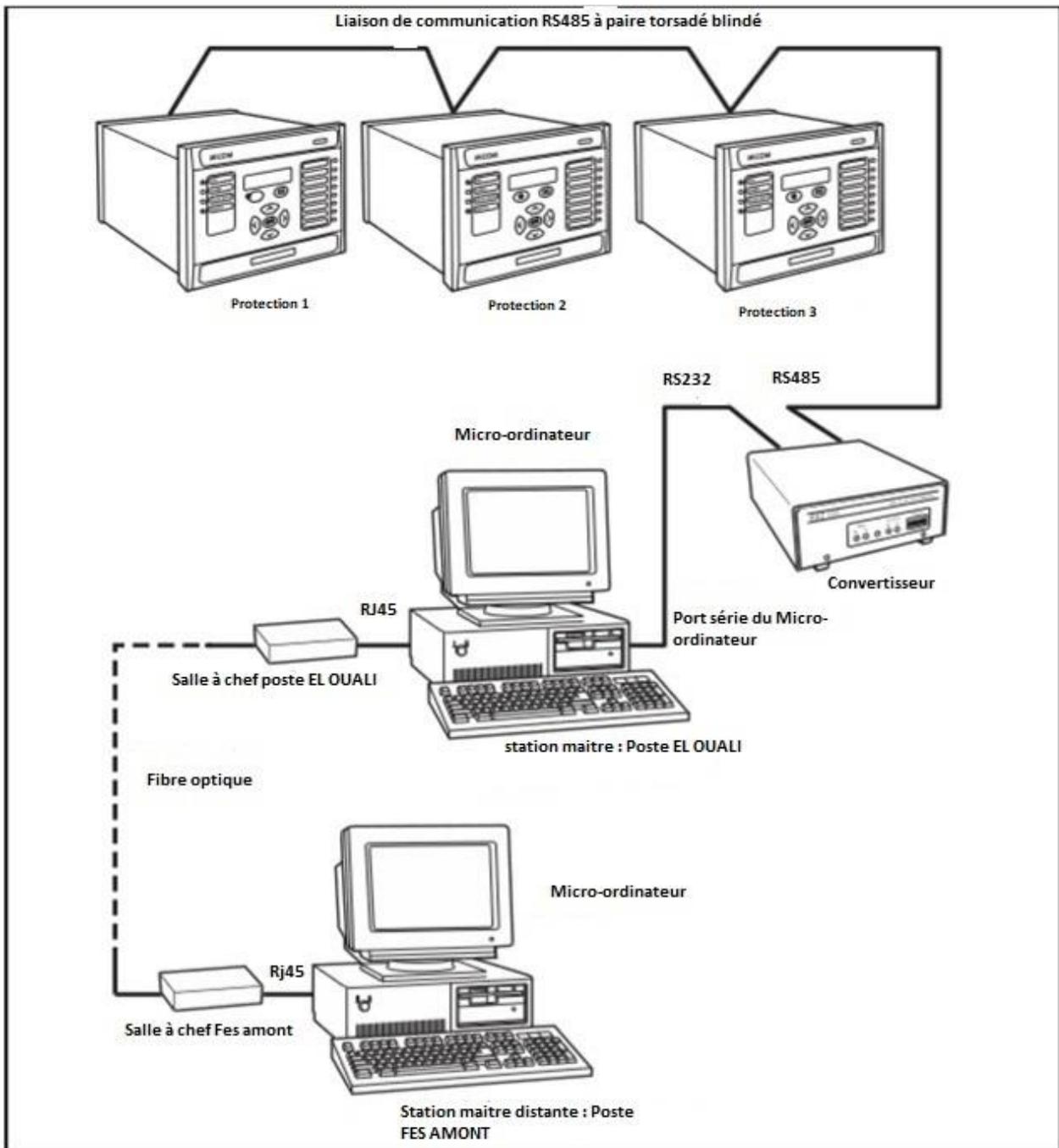
#### F. Localisateur de défaut

Le localisateur de défaut est aussi indépendant de la tâche de protection et de contrôle. Le localisateur de défaut est appelé par la tâche de protection et de contrôle lorsqu'un défaut est détecté. Il utilise une mémoire tampon à 12 périodes des signaux d'entrée analogiques et renvoie la position calculée du défaut à la tâche de protection et de contrôle, qui l'inclut dans le compte-rendu du défaut.

### 2.2. PRESENTATION DE LA SOLUTION PROPOSEE

Au cas d'un défaut dans un poste, nécessite le déplacement sur place des agents afin de récupérer les signalisations et les défauts acquis par les protections de distance, ce qui peut prendre du temps en plus du problème du déplacement dans le cas d'un poste lointain : problème de perte de temps et de déplacement.

Afin de résoudre cette problématique, on a opté pour une communication à distance qui va nous assurer la connexion entre les différentes protections de distance du poste à partir d'un PC distant. L'architecture de la solution est présentée sur la figure suivante.



**Figure 2.5 : communication à distance.**

La solution proposée consiste à établir une communication entre une station maître, c'est-à-dire salle de commande du poste EL OUALI, et une autre station maître distante, c'est-à-dire salle de commande groupée « FES AMONT ».

### **Conclusion**

A l'issue de ce chapitre, la solution proposée permet de résoudre la problématique affrontée. Cette solution présente l'avantage de nous permettre d'avoir une bonne exploitation et une souplesse de fonctionnement du poste. Nous détaillons la solution proposée dans le chapitre suivant.

## CHAPITRE 3 – ETABLISSEMENT DE LA COMMUNICATION A DISTANCE

L'objectif de ce chapitre est de décrire les différents éléments de la solution proposée. Celle-ci est composée de deux parties :

- Partie commande
- Partie supervision.

### 3.1. PARTIE COMMANDE

La partie commande de cette solution est constituée de la protection de distance numérique et du convertisseur RS232-RS485.

#### 3.1.1. DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT DE PROTECTION DE DISTANCE

Comme nous l'avons marqué dans le chapitre précédant, on trouve différentes équipements (ALSTOM, SIEMENS, ABB...). Nous présentons l'équipement le plus fréquent « MICOM P444 Alstom ».

##### A. Face avant

La figure 3.1 illustre la face avant de l'équipement avec les couvercles à charnière ouverts en haut et en bas de l'équipement.

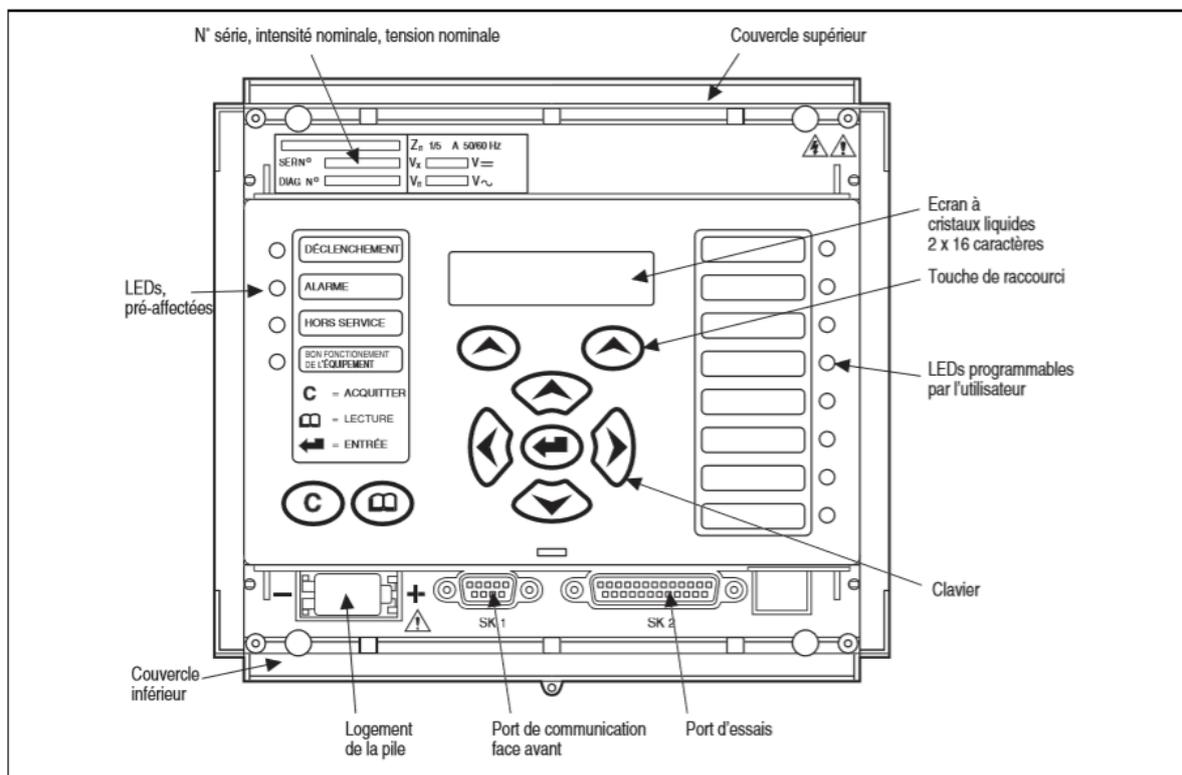


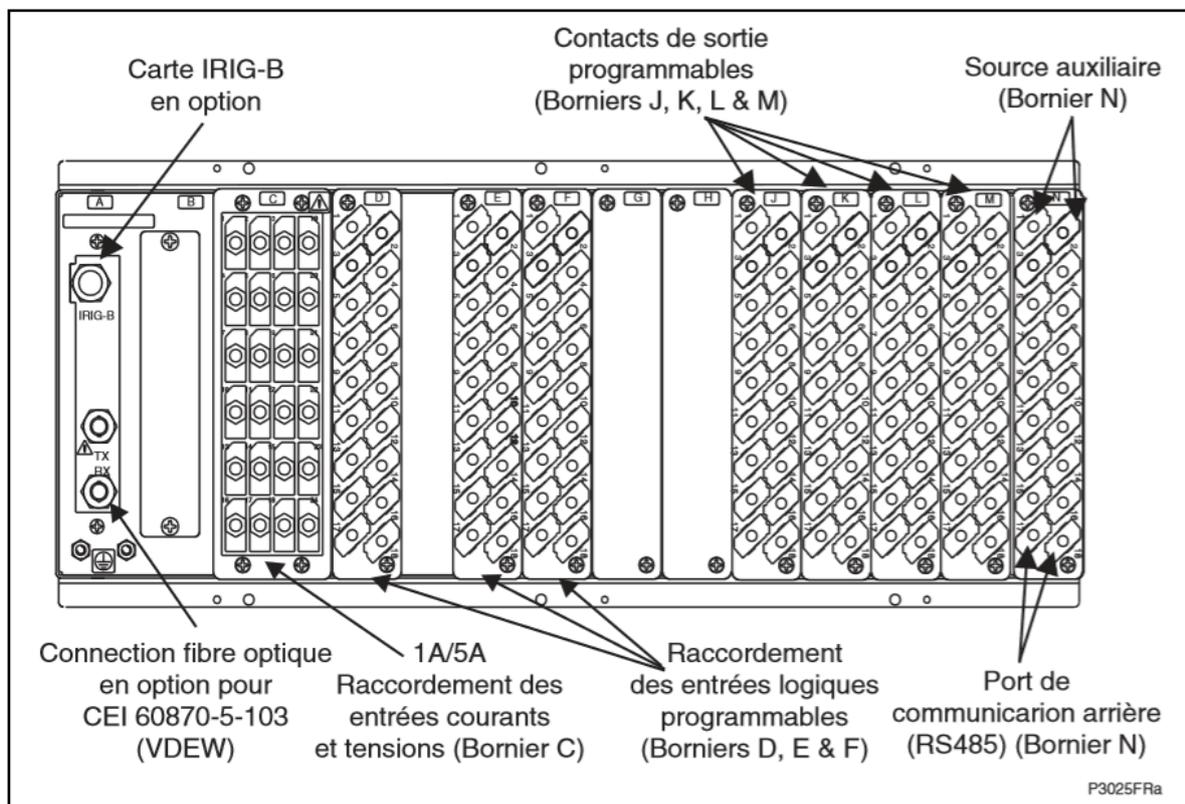
Figure 3.1 : VUE DE LA FACE AVANT DE L'EQUIPEMENT.

La face avant de l'équipement comporte les éléments suivants illustrés sur la figure 3.1 :

- Un écran d'affichage de 2 lignes de 16 caractères à cristaux liquides (LCD).
- Un port de type D femelle à 9 broches pour les communications avec un microordinateur connecté localement à l'équipement (à une distance maximale de 15m) par l'intermédiaire d'une liaison série EIA (RS) 232.

### B. Face arrière

La figure 3.2 décrit la face arrière du relais. Toutes les entrées analogiques (courants et tensions) ainsi que les signaux d'entrée logique numérique et les contacts de sortie sont connectés à l'arrière de l'équipement. La liaison à paires torsadées du port de communication EIA(RS) 485 arrière, l'entrée de synchronisation horaire IRIG-B (option) et le port de communication à fibre optique (option) sont également présents à l'arrière de l'équipement.

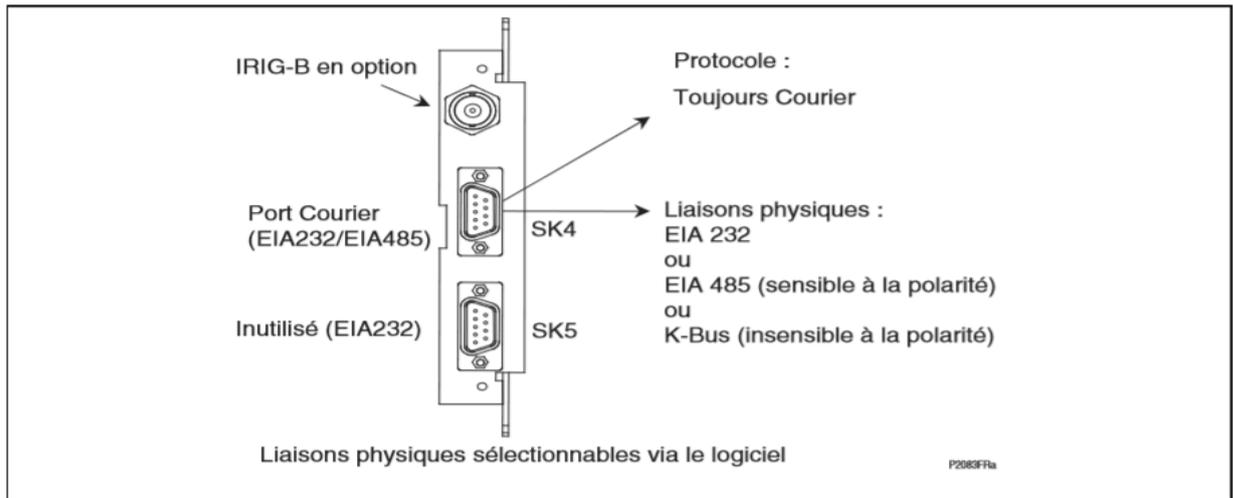


**Figure 3.2 : VUE DE LA FACE ARRIERE DE L'EQUIPEMENT**

### C. Interfaces utilisateur

L'équipement possède trois interfaces utilisateur :

- L'interface utilisateur de la face avant par l'intermédiaire de l'écran à cristaux liquides et du clavier (figure 3.1).
- Le port arrière supportant un des protocoles suivants : Courier, Modbus, CEI 60870-5-103 ou DNP 3.0. Le protocole du port arrière doit être spécifié à la commande de l'équipement. (figure 3.2)
- Le port frontal supportant la communication **courrier**. (figure 3.3)



**Figure 3.3 : VUE DU PORT FRONTAL DE L'ÉQUIPEMENT**

Le tableau 3.1 récapitule les informations de mesure et les réglages de l'équipement disponible selon les interfaces utilisées.

	Clavier/ Ecran	Courier	Modbus	CEI6087 0-5-103	DNP3.0
Affichage et modification de tous les réglages	•	•	•		
Etat du signal d'E/S numérique	•	•	•	•	•
Affichage/extraction des mesures	•	•	•	•	•
Affichage/extraction des enregistrements de défauts	•	•	•		
Extraction des enregistrements de perturbographie		•	•		
Réglages des schémas logiques programmables		•			
Réinitialisation des enregistrements de défauts et d'alarmes	•	•	•	•	•
Acquittement des enregistrements de défauts et d'événements	•	•	•		•
Synchronisation horaire		•	•	•	
Commandes de contrôle	•	•	•	•	•

**Tableau 3.1 : Réglages selon le protocole utilisé**

On remarque que le protocole courrier assure tous les réglages par rapport aux autres protocoles, la raison pour laquelle on a opté pour le protocole courrier pour notre solution en utilisant le port frontal : port **sk4** (figure3.3).

### 3.1.2. PRESENTATION DES PROTOCOLES DE COMMUNICATION RS232-RS485

#### A. Protocole de communication RS232

C'est le plus connu des protocoles de communication série. Les ports série RS232 sont présent sur la plupart des PC Windows. Il permet de faire communiquer uniquement un maître et un esclave sur chaque ligne. Sa vitesse de communication peut aller jusqu'à 115 Kbits/s. En RS232, la distance séparant les deux équipements ne dépasse pas généralement 15 m.

#### B. Protocole de communication RS485

Il permet de faire communiquer jusqu'à 32 périphériques sur la même ligne de données. Chaque périphérique esclave peut communiquer avec les 32 autres périphériques. Le protocole de communication RS485 est multi-drop c'est à dire plusieurs périphériques peuvent communiquer sur la même ligne de données.

Afin de communiquer avec l'ensemble de protections d'un poste, la norme RS485 est convenable car il permet de faire communiquer jusqu'à 32 protections. Raison pour laquelle on a opté pour utiliser la norme RS485 pour le port sk4.

Pour réaliser la communication avec le micro-ordinateur, on a besoin d'un convertisseur RS232-RS485 qui va permettre de connecter le port RS232 de l'ordinateur avec le port sk4 des protections comme l'illustre la figure 2.5.

### 3.1.3. DESCRIPTION DU CONVERTISSEUR

Le convertisseur utilisé dans la solution proposé est le suivant :



**Figure 3.4 : Convertisseur SINTECHI**

Pour établir une communication numérique distante entre des ordinateurs avec des instruments intelligents (exemple : protection de distance numérique), il est nécessaire d'utiliser un convertisseur d'interface série standard RS-232 vers RS-485. Cela permet de convertir des signaux RS-232 de sorte à équilibrer différents signaux RS-485 et à porter la

distance de communication à 1,2 km. Ce convertisseur n'utilise aucune alimentation externe, mais emploie une pompe de charges RS-232 particulière pour alimenter le système et obtenir de l'électricité sans initialiser l'interface série RS-232 [3].

Le port RS485 est constitué de trois entrées : +ve,-ve et GND.

### C. Brochage du convertisseur avec le port sk4

Le brochage de la partie RS485 du convertisseur avec le port sk4 est le suivant :

PORT CONVERTISSEUR	PORT SK4
+VE	Pin 4
-VE	Pin 7
GND	Pin 5

**Tableau 3.2 : Brochage convertisseur avec protection**

#### 3.1.4. REALISATION DE LA COMMUNICATION AVEC PC STATION MAITRE

Une fois le raccordement de l'équipement effectué, les réglages de communication de l'équipement doivent être configurés. Pour cela, nous avons utilisé l'interface utilisateur clavier-écran. Dans le menu de l'équipement, nous avons commencé par contrôler que la cellule "Réglages Comm" de la colonne "Configuration" qui est réglée sur "Visible", puis passer à la colonne "Communications". Seulement deux réglages s'appliquent au port **SK4** en utilisant **Courier** : l'adresse et la temporisation d'inactivité de l'équipement. Dans la colonne "Communications», nous avons passé de l'en-tête à la première cellule indiquant le protocole de communication : Protocole Courier.

La cellule suivante en descendant la colonne contrôle l'adresse de l'équipement : Adresse distante 1.

Un maximum de 32 équipements peut être connecté sur un réseau comme l'indique la figure 2.5. Il est donc nécessaire que chaque équipement dispose de sa propre adresse afin que les messages provenant du poste de commandes principales ne soient acceptés que par un équipement à la fois. Courier utilise un nombre entier entre 0 et 254 pour l'adresse de l'équipement correspondant à cette cellule. Il est essentiel que la même adresse Courier ne soit pas affectée à deux équipements différents. C'est cette adresse Courier qui est utilisée par la station maître pour communiquer avec l'équipement.

La cellule orientée vers le bas contrôle la temporisation d'inactivité : Temporisation d'inactivité 10.00 minutes.

La temporisation d'inactivité contrôle la durée pendant laquelle l'équipement attend sans recevoir de message sur le port arrière, avant de reprendre son état par défaut, ce qui inclut la révocation de tout accès par mot de passe précédemment activé. Pour le port arrière, cette temporisation peut être réglée entre 1 et 30 minutes.

### 3.1.5. LOGICIEL MICOM S1

Une fois le raccordement est effectué entre les protections numériques (ALSTOM et SHNEIDER ELECTRIC) et le micro-ordinateur de la station maître EL OUALI, le logiciel MICOM S1 permet d'assurer une navigation totale sur les menus des protections : de configurer les protections raccordées, d'extraire les événements enregistrés, d'envoyer les PSL aux protections.

#### A. Présentation du logiciel MICOM S1

Une fois nous lançons le logiciel, l'interface suivante apparait :

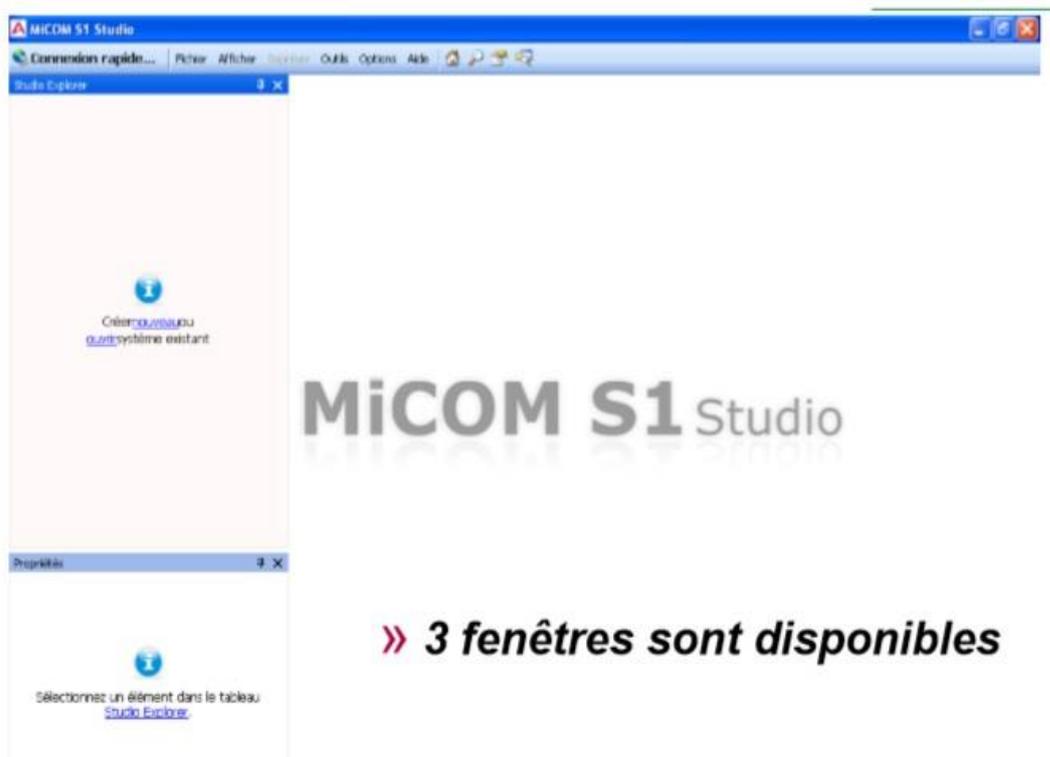


Figure 3.5 : Page d'accueil du logiciel.

Puis, nous insérons les éléments relatifs au réseau concerné :

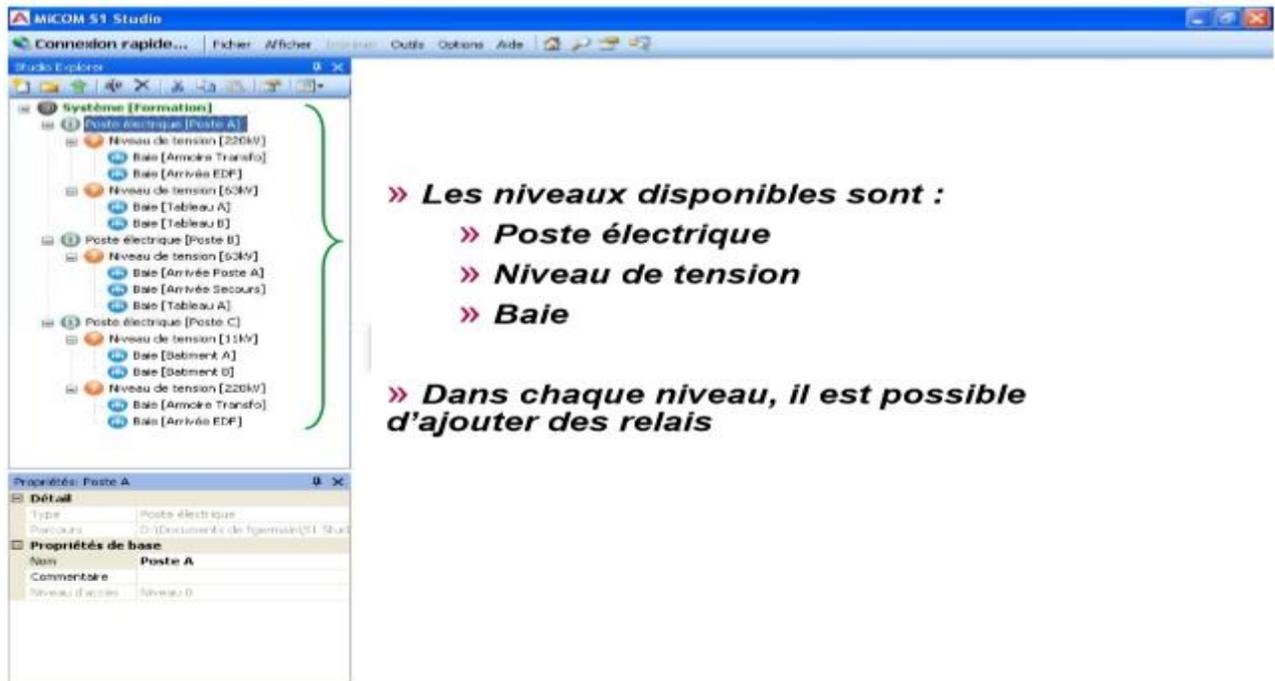


Figure 3.6 : Insertion des éléments.

Ci-dessous, un exemple de système d'un poste électrique (poste EL OUALI)

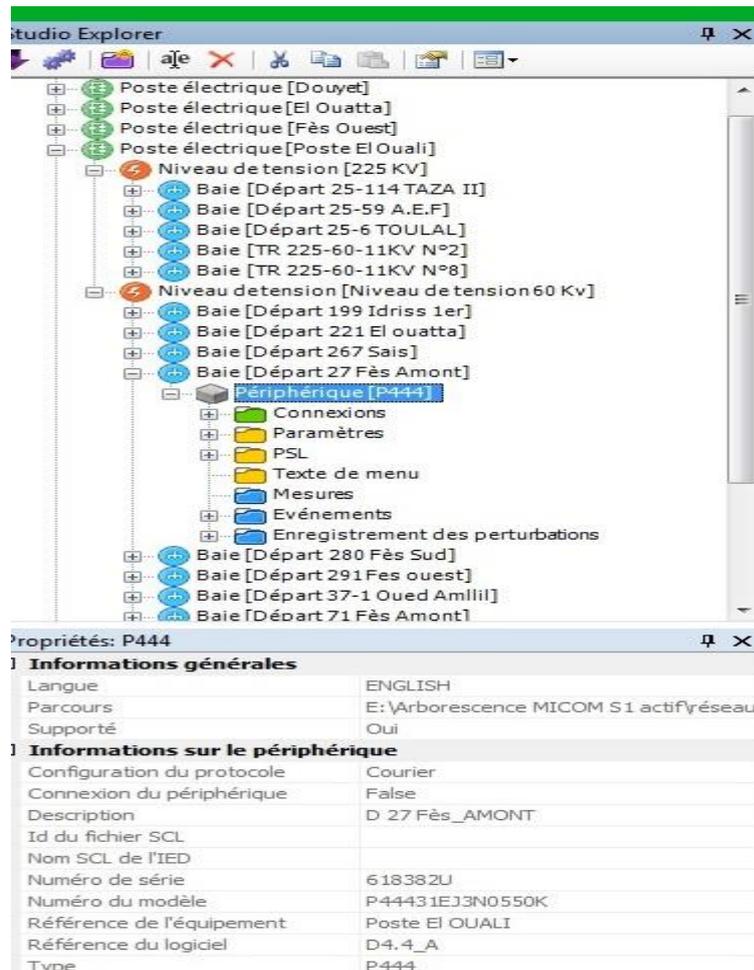


Figure 3.7 : Réseau électrique du poste EL OUALI.

## 3.2. PARTIE SUPERVISION

Étant donné que les sites d'exploitation ONEE (Transports et unités de production) sont éloignés et ne sont pas desservies par les opérateurs télécom et il n'y a pas de couverture de ces ouvrages par les types de services de connectivité aux réseaux internet et intranet. Raison pour laquelle l'ONEE a opté pour utiliser la fibre optique pour connecter entre ses postes.

### 3.2.1. LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique est un fil dont l'âme, très fine, en verre ou en plastique a la propriété de conduire la lumière et sert pour la fibroscopie, l'éclairage ou la données numérique. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et peut servir de support à un réseau « large bande » par lequel transitent aussi bien les données informatiques.

Entourée d'une gaine protectrice, la fibre optique peut être utilisée pour conduire de la lumière entre deux lieux distants de plusieurs centaines de kilomètres. Le signal lumineux codé par une variation d'intensité est capable de transmettre une grande quantité d'information. En permettant les communications à très longue distance et à des débits jusqu'alors impossibles, les fibres optiques ont constitué l'un des éléments clés de la révolution des télécommunications [4].

L'ONEE a assuré grâce à la fibre optique la connexion entre tous ses postes.

### 3.2.2. MISE EN PLACE DU SYSTEME DE COMMUNICATION

L'ONE assure la connexion entre ses différents postes via l'outil de fibre optique, ce qui permet que les deux postes EL OUALI et FES AMANT sont connectés sur le même réseau. Raison pour laquelle nous avons utilisé l'option de partage d'écran entre les deux PC distants.

#### A. L'outil « Ping ».

«Ping» (acronyme de Packet INternet Groper) est sans nul doute l'un des outils d'administration de réseau le plus connu. Il s'agit pourtant de l'un des outils les plus simples puisqu'il permet, grâce à l'envoi de paquets, de vérifier si une machine distante répond et, par extension, qu'elle est accessible par le réseau.

L'outil Ping permet ainsi de diagnostiquer la connectivité réseau grâce à une commande du type : **Ping adresse IP du PC.**

Voici le résultat d'une telle commande sous un système Windows si les deux PC sont connectés sur le même réseau :

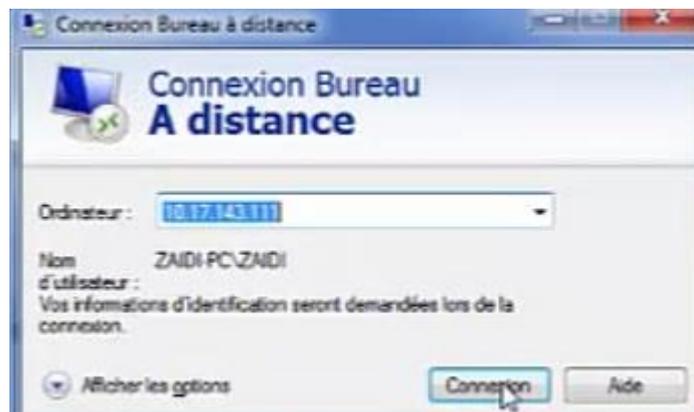
```
Réponse de 163.5.255.85 : octets=32 temps=34 ms TTL=54
Réponse de 163.5.255.85 : octets=32 temps=37 ms TTL=54
Réponse de 163.5.255.85 : octets=32 temps=32 ms TTL=54
Réponse de 163.5.255.85 : octets=32 temps=33 ms TTL=54
```

```
Statistiques Ping pour 163.5.255.85:
Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
Minimum = 32ms, Maximum = 37ms, Moyenne = 34ms
```

## B. L'outil « bureau à distance »

Avec la fonctionnalité Connexion Bureau à distance, nous pouvons nous connecter à un ordinateur exécutant Windows depuis un autre ordinateur exécutant Windows qui est connecté au même réseau ou à Internet. Par exemple, nous pouvons utiliser tous les programmes, les fichiers et les ressources réseau de l'ordinateur professionnel depuis l'ordinateur personnel, comme si nous nous trouvions au bureau.

Pour que nous puissions nous connecter à un ordinateur distant, celui-ci doit être allumé, disposer d'une connexion réseau et le Bureau à distance doit être activé dessus. Nous devons par ailleurs disposer d'un accès réseau à l'ordinateur distant (via fibre optique, par exemple), ainsi que des autorisations nécessaires pour nous connecter. Pour être autorisé à nous connecter, nous devons figurer sur la liste des utilisateurs [5].



**Figure 3.8 : connexion bureau à distance.**

## C. Réalisation de la solution proposée

A poste EL OUALI, nous avons assuré le raccordement parallèle des différentes protections de distance de chaque départ avec le PC de la salle de commande du poste via le convertisseur présenté (Figure 3.4) comme est représenté dans la figure 2.5.

Une fois le raccordement de la partie commande est effectué, nous avons équipé la salle de commande du poste EL OUALI d'un PC fixe contenant le logiciel MICOM S1 qui permet de se connecté avec les relais. A ce stade, nous avons assuré la communication directe avec les protections au sein du poste EL OUALI.

Afin d'établir la communication à distance, et vu que les deux postes sont connectés sur le même réseau, nous avons partagé l'écran du PC du poste EL OUALI à FES AMONT via l'outil bureau à distance.

## **Conclusion**

A l'issue de ce chapitre, nous avons réalisé la solution proposé ce qui a permet à l'ensemble du service Contrôle/Commande Fès de minimiser le temps d'analyse d'incident.

## CONCLUSION GENERALE

Pour étudier les dysfonctionnements du poste EL OUALI nous avons procédé par communication à distance avec les protections de distance numériques du poste. Ceci nous a permis de proposer une solution pour établir cette communication.

En effet, le programme de réalisation a pris en considération les difficultés susceptibles d'apparaître lors de la réalisation.

D'ailleurs, au terme de cette étude, tous les objectifs de ce projet ont été atteints :

- Se familiariser avec l'environnement professionnel du stage et apprendre les processus de travail.
- Faire une étude générale sur les protections de distance.
- Proposer une solution pour établir une communication à distance avec les protections numériques du poste EL OUALI.

Et finalement, ce stage a été d'un grand intérêt pour moi dans le parcours de ma formation grâce à différentes missions qui m'ont été confiées. Il m'a permis d'avoir une image réel sur le domaine d'ingénierie en contrôle commande, de développer et d'enrichir d'avantage mes connaissances.

J'ai aussi appris que la performance individuelle ne permet pas d'accomplir des grandes choses, contrairement à l'esprit d'équipe et à l'intelligence collective qui mène vers des bons résultats.

## WEBOGRAPHIE

[1] : <http://www.one.org.ma/> Consulté le 05/04/2018

[2] : [http://www.schneiderelectric.fr/documents/news/electrical\\_distribution/guideparafoudres.pdf](http://www.schneiderelectric.fr/documents/news/electrical_distribution/guideparafoudres.pdf). Consulté le 30/04/2018

[3] : [http://www.DA-70161\\_manual\\_French\\_20160204.pdf](http://www.DA-70161_manual_French_20160204.pdf), consulté le 25/05/2018

[4] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fibre\\_optique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fibre_optique), consulté le 25/05/2018

[5] : <https://support.microsoft.com/fr-ma/help/17463/windows-7-connect-to-another-computer-remote-desktop-connection> , consulté le 29/05/2018