



## LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES Génie Electrique

### RAPPORT DE FIN D'ETUDES

#### Intitulé :

### AUTO-CICATRISATION D'UN DEPART MOYENNE TENSION DU RESEAU ELECTRIQUE

#### Réalisé Par :

Mehdaoui Youssef  
Mehdaoui Mehdi

#### Encadré par :

Pr F. Abdi (FST FES)

A. El Arfaoui (RADEM)

Soutenu le 12 Juin 2019 devant le jury

Pr F. Abdi (FST FES)

Pr M. Jorio (FST FES)

Pr A. Ahaitouf (FST FES)

# Dédicace :

A nos chers parents  
Pour leur soutien, leur patience, leur sacrifice  
et leur amour, vous méritez tout éloge,  
vous qui avez fait de nous ce que nous sommes maintenant.  
Nous espérons être l'image que vous êtes fait de  
nous, que dieu vous garde et vous bénisse.  
Nous dédions aussi ce travail à nos chers frères et sœurs,  
pour leur affection et leur encouragement qui ont toujours  
été pour nous des plus précieux.  
Que ce travail soit pour vous le gage de notre profond amour  
A tous nos amis  
A tous ceux qui nous ont aidés.  
A tous ceux que nous aimons, nous dédions ce travail ...

---

# Remerciements :

Avant d'entamer la rédaction de ce rapport, nous tenons à remercier très sincèrement les nombreuses personnes qui ont Moralement ou Matériellement pu faire de ce stage un moment très profitable.

Nous aimerons particulièrement remercier :

- La direction de la société R.A.D.E.M dans la personne de son Directeur général « **Mr. BENFEDDOUL JAMAL** » pour nous avoir donné l'opportunité d'effectuer notre stage au sein de la régie.

- Notre encadrant «**Mr. Abdelhakim Elarfaoui**» (Ingénieur dans le domaine d'exploitation électrique) pour son encadrement, sa patience, ses conseils, et ses explications tout au long de notre stage.

Nous tenons à exprimer, également, nos profonde gratitude à tous les personnels du département d'exploitation électrique pour leur esprit de transmission et pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'ils nous ont fait vivre Durant notre 8 semaines de stages.

Nous adressons également nos sincère Remerciements à Monsieur le Doyen de l'**FSTF**, à tous les professeurs et les dirigeants pour les efforts qu'ils consacrent pour notre formation.

---

# Résumé

Pour faire face à la concurrence internationale, et répondre aux exigences du client, les organismes de distribution d'électricité doivent mettre en place une stratégie rapide et efficace pour pallier aux problèmes de distribution. Parmi les problématiques rencontrées est celle de la sécurité du réseau. En effet, les défauts dans les réseaux de distribution peuvent causer des préjudices à la régie de distribution. Aussi la régie doit gérer d'une manière efficace et en temps réel la distribution de l'électricité. Parmi les défauts rencontrés, la coupure et la remise en service du réseau. Le réseau doit être intelligent dans la détection du défaut et d'y remédier de façon rapide et automatique et réduire au minimum de temps de coupure et assurer une continuité du service aux clients pour bien les satisfaire. C'est dans ce contexte que se situe notre projet de fin d'étude que nous avons effectué à la régie autonome de distribution d'eau et d'électricité de Meknès (RADEM).

Ainsi après une visite des différents services de la RADEM, et après une étude de son réseau de distribution de l'électricité, nous avons entamé la problématique des défauts de départ dans le réseau moyenne tension et de leurs remises en état. Nous avons proposé une méthode d'auto-cicatrisation du réseau. Cette technique utilise l'automate programmable Modicon M340, capable de détecter le point de défaut, de l'isoler, de réalimenter les postes sains à travers le point de sectionnement et de permettre la reconfiguration automatique du réseau. Nous avons mis en place une stratégie qui prend en considération les différents états du réseau, nous avons programmé notre solution à l'aide de Unity Pro, et nous l'avons simulé dans le cas d'un quartier avec des données réelles et pour différentes situations, pour montrer ses performances.

---

# Sommaire

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction : .....                                             | 8  |
| I. Chapitre 1 : Présentation de la RADEM.....                    | 9  |
| A. Historique : .....                                            | 9  |
| B. Activité et vision : .....                                    | 9  |
| C. L'organigramme fonctionnel : .....                            | 10 |
| D. Investissement et exploitation électrique : .....             | 10 |
| 1. Service étude et planification : .....                        | 10 |
| 2. Service équipement : .....                                    | 10 |
| 3. Exploitation : .....                                          | 10 |
| E. Conclusion : .....                                            | 10 |
| II. Chapitre 2 : La Télé-conduite du réseau moyenne tension..... | 11 |
| A. Les différents types de postes : .....                        | 11 |
| 1. Les postes sources : .....                                    | 11 |
| 2. Le réseau moyenne tension : .....                             | 12 |
| B. Bureau central de conduite : .....                            | 13 |
| 1. Introduction du BCC : .....                                   | 13 |
| C. La gestion des déclenchements départ par le BCC : .....       | 14 |
| 1. Diagnostic d'apparition des incidents : .....                 | 14 |
| 2. Localisation précise des défauts : .....                      | 15 |
| 3. Isolement du défaut et reprise du service : .....             | 16 |
| 4. Gestion des équipes d'intervention : .....                    | 17 |
| 5. La reprise du réseau normal : .....                           | 18 |
| 6. Conclusion : .....                                            | 18 |
| III. Chapitre 3 : Problématique et Démarches de Résolution.....  | 19 |
| A. La problématique : .....                                      | 19 |
| 1. Introduction : .....                                          | 19 |
| 2. Description de la problématique : .....                       | 19 |
| B. Les démarches de résolution : .....                           | 19 |
| 1. Solution : .....                                              | 19 |
| 2. L'automate programmable : ( Modicon M340).....                | 20 |
| 3. Programmation : .....                                         | 21 |
| 4. Cahier de charge : .....                                      | 23 |
| 5. Simulation : .....                                            | 27 |
| 6. Conclusion : .....                                            | 31 |
| Conclusion : .....                                               | 32 |
| Webographie : .....                                              | 33 |

---

# Liste des Figures :

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: L'organigramme fonctionnel de la régie.....                    | 10 |
| Figure 2: Vue global du système SEEFOX T2000.....                        | 14 |
| Figure 3: visualisation d'un PA à travers superviseur.....               | 15 |
| Figure 4: L'état normal du réseau dans un quartier.....                  | 16 |
| Figure 5: L'état du réseau lors d'un défaut.....                         | 16 |
| Figure 6: Départ B fermé.....                                            | 16 |
| Figure 7: Départ A et B sont fermées et le poste asservi est ouvert..... | 17 |
| Figure 8: Départ A et B sont fermées et le poste asservi est fermé.....  | 17 |
| Figure 9: La transmission de données à travers un réseau Ethernet.....   | 20 |
| Figure 10: Connexion entre PA et API.....                                | 21 |
| Figure 11: Vu de la création d'écran.....                                | 21 |
| Figure 12: Vu de la création des variables entrées et sorties.....       | 22 |
| Figure 13: Vue sur l'écran de supervision.....                           | 23 |
| Figure 14: Programme en Grafcet.....                                     | 27 |
| Figure 15: Illustration du 1er cas.....                                  | 28 |
| Figure 16: Illustration du 2ème cas.....                                 | 28 |
| Figure 17: Illustration du 3ème cas.....                                 | 29 |
| Figure 18: Illustration du 4ème cas.....                                 | 29 |
| Figure 19: Illustration du 5ème cas.....                                 | 30 |
| Figure 20: Illustration du 6ème cas.....                                 | 30 |
| Figure 21: Illustration du 7ème cas.....                                 | 31 |

# Liste des Tableaux :

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Symboles et désignations des entrées..... | 25 |
| Tableau 2: Symboles et désignations des sorties..... | 26 |

---

# Table des acronymes :

| Acronyme | Désignation                                           |
|----------|-------------------------------------------------------|
| RADEM    | Régie autonome de distribution d'eau et d'électricité |
| HT       | Haute tension                                         |
| BT       | Base tension                                          |
| BCC      | Bureau de conduit centralisé                          |
| API      | Automate programmable industriel                      |
| RTC      | Réseau téléphonique commuté                           |
| GSM      | Groupe spécial mobile                                 |
| GPRS     | General packet radio service                          |
| LS       | Ligne spécialisé                                      |
| SCADA    | Supervisory control and data acquisition              |
| GPS      | Guide par satellite                                   |
| NTP      | Network Time Protocol                                 |
| SMS      | Short network system                                  |

# Introduction :

Dans le cadre de la formation universitaire dans les domaines scientifiques et techniques et dans un but aussi pédagogique qu'industriel, ce rapport résume un projet de stage de fin d'études d'une durée de deux mois effectué au sein du département des exploitations électriques de la RADEM.

De nos jours les installations du Réseau de distribution d'Electricité (lignes et transformateurs) sont équipées de systèmes permettant la surveillance et la commande à distance depuis des centres de conduite le bon acheminement de l'électricité vers les consommateurs finaux. Les dispositifs qui permettent d'assurer ces fonctions utilisent les technologies de l'électronique, de l'informatique industrielle et des télécommunications par voies optique, hertzienne ou filaire.

Pour faire face au défi de la concurrence internationale et dans le but d'augmenter le niveau de sécurité et de répondre aux exigences des clients, la RADEM a orienté ses objectifs vers l'amélioration du réseau de distribution électrique en exploitant les ressources dont elle dispose.

A cet effet, le présent document a pour objet de présenter un aperçu du régime de gestion du réseau moyenne tension de la ville de Meknès et d'exposer le travail réalisé durant notre stage afin de fixer une méthodologie qui consiste à rendre le réseau plus intelligent lors de la détection des défauts DEPART et c'est ce qu'on appelle L'AUTO-CICATRISATION DU RESEAU MOYENNE TENSION.

Au fil de ce projet, nous nous focaliserons sur 3 principales parties pour présenter notre sujet :

- 1ère partie : Présentation de la RADEM
- 2ème partie : La Télé-conduite du réseau moyen tension.
- 3ème partie : Problématique et démarches de Résolution



# Chapitre 1 :

## Présentation de la RADEM

### 1. Historique :

La RADEM a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Meknès en date de 1969 en vertu de dahir N° 1-59-315 du 28 Hijria 1379 (23 juin 1960) relatif à l'organisation communale.

Le rythme d'évolution de développement urbanistique de la wilaya de Meknès obligera la régie à accroître ses efforts humains, technique et matériels.

C'est ainsi que la RADEM géré par un directeur entouré d'une équipe de 32 ingénieurs, cadre et un effectif de 498 employées satisfait annuellement environ 7000 nouveaux abonnés.

La RADEM est animé par le souci d'assurer une distribution efficace et un service de qualité en matière d'eau et d'électricité, c'est pourquoi des efforts considérables sont déployés pour moderniser les réseaux d'une manière scientifique et progressive afin de mieux préparer l'étape de l'intercommunalité et répondre aux besoins futurs.

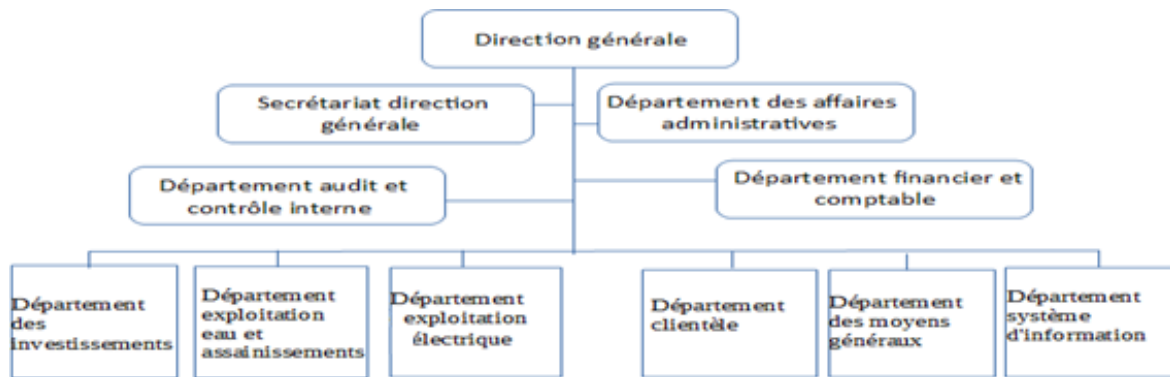
### 2. Activité et vision :

La RADEM assure la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Meknès par l'intermédiaire de trois postes sources qui permet de transformer la tension obtenu des 2 lignes HT de L'ONE (l'office national d'électricité) en MT pour alimenter les différents usines dans la ville ou pour la distribuée ensuite via un large réseau de transformation MT/BT pour l'amener jusqu'à l'utilisation final.

La mission première de la RADEM, depuis 40 ans est d'assurer une alimentation en eau potable et en électricité à la population de la ville de Meknès, et de collecte et de traiter les eaux usée, domestique et industrielles.

Toutes les activités de la RADEM reposent sur les technologies les plus performantes et sur l'informatique de point, comme sur les systèmes d'informatique géographique.

### 3. L'organigramme fonctionnel:



### 4. Investissement et exploitation électrique:

#### a. Service étude et planification :

Ce service a pour tâche de préparer les programmes travaux, et de procéder aux études nécessaires à leurs réalisations, il se compose de deux bureaux : « étude et planification »

#### b. Service équipement :

Il s'occupe de la phase d'exécution des travaux déjà étudiés par le service ci-dessus. Son rôle alors consiste à :

- ✓ La réalisation des travaux de pose de câbles et d'équipement des lotissements, ainsi que le suivi de ceux réalisés par les entrepreneurs.
- ✓ L'équipement, la réception et le raccordement des postes réseau et répartiteurs.
- ✓ La réalisation des branchements souterrains et aériens.

#### c. Exploitation :

Se compose de :

- ✓ Maintenance et dépannage
- ✓ Mesure et protection
- ✓ Eclairage public

### 5. Conclusion:

Dans cette partie nous avons donné une petite présentation de la RADEM, de ses services avec leurs départements. Dans la suite, nous présenterons le réseau moyenne tension de la RADEM et ses différents postes.

# Chapitre 2 :

## La Télé-conduite du réseau Moyenne Tension

### **A. Les différents types de postes :**

#### **1. Les postes sources :**

Appelé aussi poste HT/MT (**Haute Tension/ Moyenne Tension**) est un poste qui transforme la haute tension obtenue de l'ONE en moyenne tension pour alimenter les différents usines dans la ville et pour la distribuer via un large réseau de transformateurs MT/BT afin de l'amener jusqu'à l'utilisateur final.

La R.A.D.E.M possède 3 postes source alimentant la ville de Meknès :

Le poste source Jbabra : à l'ouest de Meknès qui comporte deux transformateurs de puissance (36 MVA) alimenté par deux lignes 60Kv (nommées 225 ; 227).

Le poste source Zerhoun : au nord de la ville avec trois transformateurs de puissance ( $2 \times 36\text{MVA} + 1 \times 20\text{MVA}$ ) alimenté par deux lignes 60Kv (nommées 125 ; 127).

Le poste Meknès sud : qui est constitué de deux transformateurs (NEXANS 36MVA) alimenté par deux lignes 60KV (nommées 183 ; 513).

Ils sont composés de quatre parties :

- La partie HT 60 000 v.
- La partie des transformateurs.
- La partie MT : la salle 20 000 v.
- La partie commande.

L'intérêt d'utiliser ce genre de poste par la RADEM est la réduction des pertes d'énergie lors des extensions du réseau électrique.

### 2. Le réseau moyen tension:

#### a. Poste répartiteur :

Ce poste ressemble beaucoup aux salles 20KV qui se trouvent à l'intérieur des postes source il se compose de plusieurs RAMES qui contiennent des voies commandés par des disjoncteurs motorisés, il contient lui aussi une ou plusieurs arrivée MT et des départs qui assurent la répartition de la moyenne tension reçue des postes HT/MT, cette dernière s'achemine ensuite vers les postes de distribution publique, les postes abonnés et les postes asservis qui se placent généralement près de ce poste répartiteur.

#### b. Poste de réflexion :



La R.A.D.E.M possède 6 postes de ce type, chaque poste est composé de 2 RAMES dont chacune contient plusieurs voies commandées par des interrupteurs motorisés. Ce poste est alimenté par des départs de 2 sources différentes ce qui permet la réorientation de l'électricité vers d'autres chemins en cas de pannes grâce à la possibilité de couplage entre les deux rames.

#### c. Poste de distribution public :



C'est un poste de transformation MT/ BT mis en place sur demande de l'utilisateur. Il peut être un poste abonné  (destiné aux grands consommateurs tel que les usines, les hôpitaux, les Hôtels, les campus sportif et universitaire les lycées ...) ou bien un poste de distribution  (des postes distributeurs qui assurent d'une manière permanente la fourniture d'énergie électrique aux petits utilisateurs terminaux (particuliers, PME, centres commerciaux, ...) et à l'éclairage public).

#### d. Les postes asservi PA :



Peut être soit un poste source, réflexion, répartition et parfois de distribution publique et abonné qui contient un appareil (T200I) utilisé pour effectuer des manœuvres ouverture ou fermeture des voies qui sont motorisées, à partir d'un poste de conduite éloigné. Son application principale correspond aux organes de manœuvre télécommandés, interrupteurs ou disjoncteurs installés sur le réseau moyen tension.



### **e. L'équipement T200I :**

Easergy T200I est une unité de contrôle et de commande destinée à être installée dans des postes MT pour piloter à distance tout type d'interrupteur. Le T200I est un équipement ouvert à tout moyen de communication à savoir :

- 2 ports de communication série et un port Ethernet pour une gestion optimale des Réseaux de transmission.
- Large catalogue de modems intégrés : radio, RTC, GSM, GPRS, LS.
- Les liaisons Ethernet ou RS232 pour la gestion des modems externes.

### **Remarque :**

La R.A.D.E.M utilise pour l'instant 3 moyens de communication : GSM, RTC et LS qui permet une surveillance et un contrôle permanent même en cas d'absence d'électricité car ces poste sont équipés d'une alimentation de secours (batterie 12 V) qui assure la fourniture et le stockage d'énergie avec une autonomie de 5 heures en cas de perte secteur.

## **B. Bureau central de conduite :**

### **1. Introduction du BCC :**

Dans le cadre de sa mission de service public, la RADEM assure la gestion et la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Meknès. Cette gestion s'exerce en temps réel, par l'intermédiaire de son Bureau de Conduite Centralisé (BCC) qui est situé au Sud de Meknès, il est responsable de la conduite des réseaux moyenne tension. Il coordonne les manœuvres sur les appareils, exécute les coupures et surveille le réseau M.T à partir de plans accrochés sur les bureaux.

Le BCC, en rapport avec le Dispatching national, procède aux opérations de délestage manuel en cas de déficit de production et participe à la restauration du système suite à des perturbations majeures.

Les opérateurs du Bureau Central assurent la surveillance du réseau moyenne tension 24h sur 24h il sont réparties en 2 groupes dont chacun travaille 12 heures par jour. Ils sont assistés durant les jours et heures ouvrables par un agent supplémentaire.

L'objectif principal du BCC reste de réduire les durées des interruptions d'électricité lors d'incidents, d'isoler le défaut et de réalimenter les parties saines en temps réel ainsi que de déclarer les pannes aux personnels chargés d'interventions.

Le bureau central de conduite contient un système de contrôle et d'acquisition de données SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), qui permet :

- Acquisition et Contrôle des Données à Distance,

- Validation / Invalidation des informations,
- Traitement et Surveillance,
- Gestion des alarmes,
- Archivages et restitutions,
- Télécommande,
- Rapports et statistiques.

### Vue global de l'interface du système :

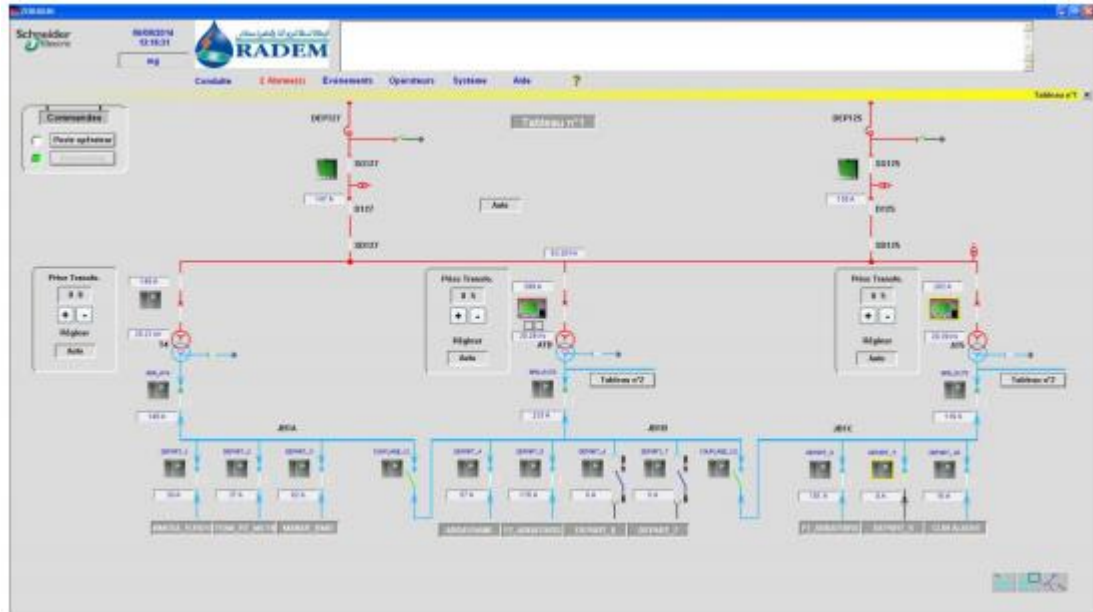


Figure 2: Vue global du système SEEFOX T2000

### **C. La Gestion du déclenchement départ par le BCC :**

Au cas où un incident sur un départ MT est survenu, l'opérateur devra appliquer strictement les consignes d'exploitation (Gestion des déclenchements) pour localiser le tronçon en défaut et réalimenter les tronçons sains.

Cette Gestion a pour objet d'identifier les perturbations du système, d'exécuter les manœuvres nécessaires au rétablissement du service et de fournir aux intervenants les informations nécessaires (localisation entre PA).

Le déroulement des opérations s'effectue, généralement, de la manière suivante :

#### **1. Diagnostic d'apparition des incidents :**

S'appuie sur les informations parues dans le journal séquentiel et transmises par les détecteurs de défauts qui sont placés sur le départ MT.

En général il y a 2 types de défaut :

- Défaut Maximum Intensité Phase
- Défaut Maximum Intensité Terre (HOMOPOLAIRE).

Pour la détection des défauts nous avons programmé notre appareil T200I sous des conditions spécifique, c'est-à-dire il fait des calculs de courants alors les conditions que nous avons pris en charge c'est que l'intensité phase doit être fixé sur l'intervalle de 200A et l'intensité homopolaire sur 40A.

### 2. Localisation précise des défauts :

On fait l'appel de chaque PA, du départ déclenché, liés au BCC à travers le GSM ou bien RTC afin de voir l'état de leurs voies par rapport au défaut (défaut vu ou non vu).

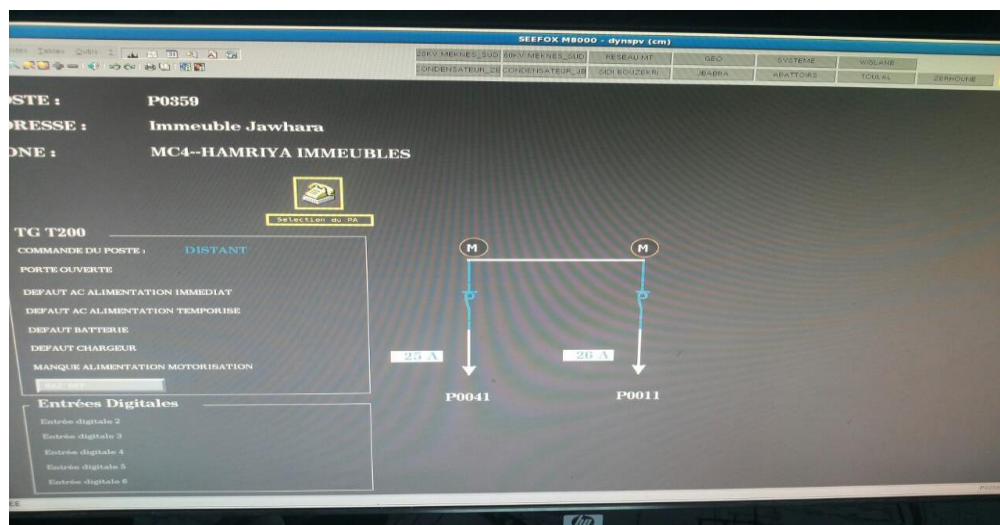
- Si le PA voit le défaut donc il est en aval
- Sinon le défaut est en amont

La localisation se fait à travers l'information obtenue par les PA qui consiste à localiser le défaut cela se fait entre la dernière voies qui a vu le défaut et la première qui ne l'a pas vu, Alors au niveau de cette étape on peut trouver 2cas :

- Les 2 voies appartiennent au même PA donc le problème est au niveau du poste et il faut l'isoler.
- Si ce n'est pas le cas donc le défaut se situe sur le tronçon entre les deux PA qu'il faut isoler tout en ouvrant les 2 voies concernées.

Une fois le défaut isolé, le système doit réalimenter les postes sains, cela se fait en fermant le départ s'il y'a lieu et le point de sectionnement aussi.

A ce niveau les équipes d'intervention doivent intervenir, une fois terminer le retour au réseau normal nécessite juste un clique sur bouton poussoir pour que le système puisse rétablir les voies ouvertes et ouvrir le point de sectionnement.



**Figure 3: visualisation d'un PA à travers superviseur**

### 3. Isolement du défaut et reprise du service :

Tout réseau électrique possède des systèmes de protection (relais, disjoncteur...) pour déconnecter (déclencher) le système en cas de défaut sur la ligne pour :

- Protéger le réseau, les clients et le matériel installé.
- Indiquer aux agents l'existence d'un défaut afin de le localiser.

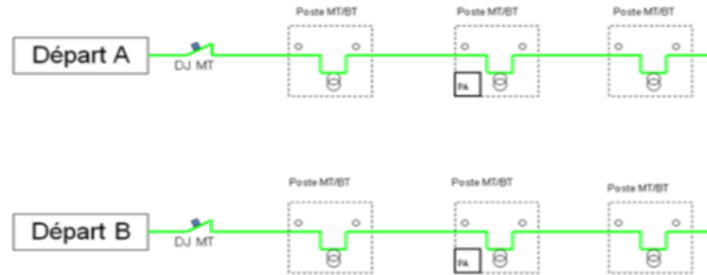


Figure 4: L'état normal du réseau dans un quartier

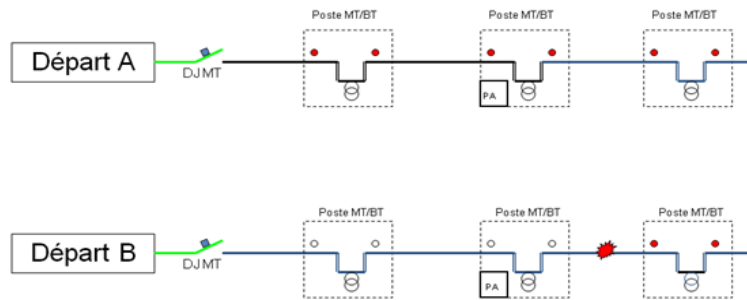


Figure 5: L'état du réseau lors d'un défaut

Localiser un défaut c'est chercher à isoler la section de la ligne en défaut, cela se fait en deux étapes :

**Première étape :** Une procédure des essais à partir du BCC, dont on divise le départ déclenché en plusieurs tronçons selon le nombre de postes télécommandés qu'il contient.

On ouvre le premier poste télécommandé qui ne voit pas le défaut (le voyant ne clignote pas) et on ferme le deuxième côté de la boucle pour réalimenter une partie des clients.

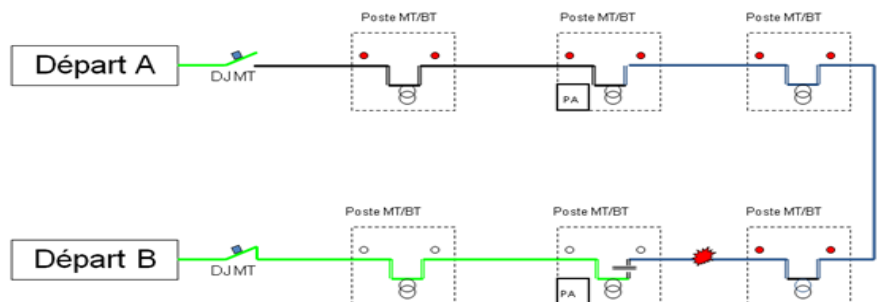


Figure 6: Départ B fermé



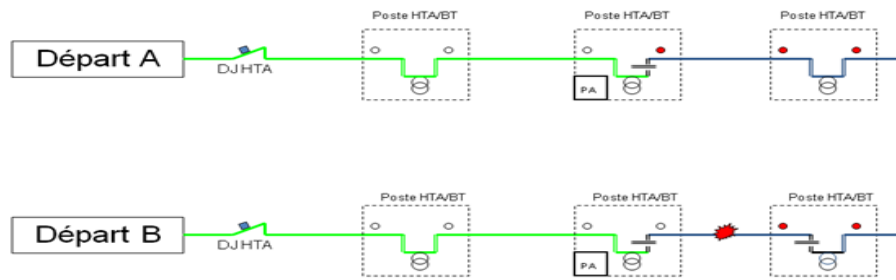


Figure 7: Départ A et B sont fermées et le poste asservi est ouvert

On ouvre un autre poste télécommandé entre le départ déclenché et le poste ouvert précédemment (dans l'exemple qu'on a c'est le seul qui reste) et on ferme le départ déclenché : si ce départ se déconnecte alors le défaut est dans cette zone sinon le défaut est ailleurs comme notre exemple indique :

**Deuxième étape :** Bien qu'on a réalimenté une grande partie de clients, on doit chercher encore plus pour réalimenter tous les clients et isoler seulement la ligne en défaut, et cela ne peut être fait que par une visite sur le champ pour vérifier les relais BARDIN s'ils clignotent ou non puisque le défaut existe entre deux relais ayant des états inverses (un qui clignote, l'autre non).

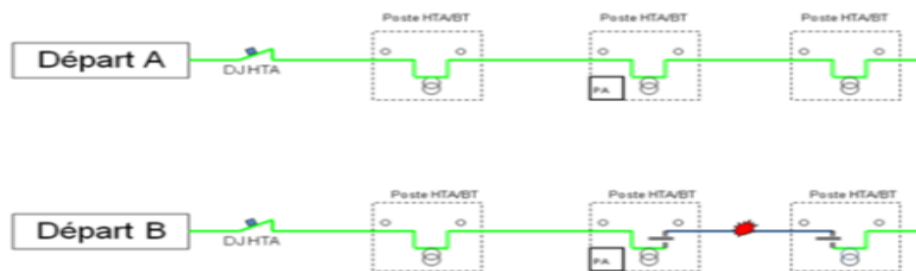


Figure 8: Départ A et B sont fermées et le poste asservi est fermé

#### 4. Gestion des équipes d'intervention :

Après la localisation du défaut et après la réalimentation de tous les clients ces équipes interviennent sur place pour trouver la position exacte du défaut.

La recherche du défaut se fait en suivant les étapes suivantes :

- Branchement des trois phases d'un des côtés de la ligne isolée avec les trois phases du véhicule.
- Mise à la terre.
- Envoi d'une grande tension sur les trois phases pour trouver la phase en défaut : C'est celle pour laquelle le courant augmente lors de la variation de la tension.
- Après détection de la phase en défaut, on estime la distance du défaut par échométrie, puis on détermine la position du défaut en utilisant l'onde de choc, qu'on peut suivre sur la ligne par le DIGIPHONE.
- Lorsqu'on s'approche de la position du défaut on peut entendre les battements de l'onde comme on peut voir sa vitesse et sa puissance sur le DIGIPHONE.

### **5. La reprise du Réseau normal :**

Après la réparation du tronçon en défaut le personnel chargé d'intervention contact le BCC afin qu'il rétablisse le réseau initial.

### **6. Conclusion:**

Dans cette partie, nous avons présenté le réseau de distribution électrique moyen tension de Meknès, tout en donnant une description détaillée des différents postes mis en œuvre par la RADEM ; qui sont supervisés et parfois commandé à distance par le BCC à travers le système de télé conduite SEEFOX . Nous avons aussi présenté le système de télé conduite SEEFOX utilisé et les différents type de défaut et comment les détecter pour assurer une bonne qualité de service.

# Chapitre 3 :

## Problématique et Démarches de Résolution

### **A. La Problématique :**

#### **1. Introduction :**

Etant donné que la RADEM son rôle commence depuis les postes sources ou se transforme la HT en MT ensuite l'électricité prend son chemin vers les clients en passant soit par des postes abonnés ou bien des postes de distribution publique pour arriver aux clients finaux. Donc Le souci de la RADEM est d'assurer une continuité de service aux clients et les satisfaire.

Cependant lors d'un incident qui provoque une rupture d'électricité la RADEM doit diminuer le minimum le temps de cette rupture.

#### **2. Description de la problématique :**

Aujourd'hui, lorsqu'un incident survient, par exemple un défaut ou une « agression » de câble, le disjoncteur, par sécurité coupe l'alimentation de tous les postes situés sur la même maille, ce qui provoque une coupure de courant chez les clients du secteur géographique concerné. La RADEM est alerté par son système de supervision actuel qui annonce qu'un départ est déclenché, puis les opérateurs commencent à chercher les PA liés à ce départ à partir des cartes collés sur les bureaux, ensuite ils localisent le défaut tout en communiquant avec les postes asservis, une fois le défaut localisé ils isolent ce dernier, et ils essayent de réalimenter, enfin une équipe d'intervention envoyée sur place pour réparer le défaut.

La réalimentation ne peut se faire que progressivement et dans la plupart des cas, dans un délai qui excède les 30 minutes.

### **B. Les Démarches de Résolution :**

#### **1. Solution :**

Chacun peut ressentir rapidement les conséquences d'une interruption de courant, aussi bien à la maison qu'au travail ou dans l'espace public. C'est la raison pour laquelle on a opté pour :

« L'auto-Cicatrisation du réseau MT de la ville de Meknès »

L'auto-cicatrisation est la solution qui demain, permettra au réseau électrique de se reconfigurer en des temps records, sans même que les clients s'aperçoivent de la coupure.

Cette solution se résume dans la programmation d'un automate « l'automate programmable Modicon M340 » capable de détecter le point de défaut, de l'isoler, de réalimenter les postes sains à travers le point de sectionnement et de permettre la reconfiguration automatique du réseau.

L'objectif est de réduire le temps de coupure d'électricité qui va diminuer de 83% en passant de 30min de coupure à MOINS de 5min tout en gardant la même infrastructure actuelle de la RADEM en ajoutant un seul équipement qui est l'API.

### 2. L'Automate programmable : (Modicon M340)

#### a. Introduction sur Modicon M340:

Le Modicon M340 est un automate programmable ou contrôleur d'applications qui se prête à l'automatisation d'applications de taille moyenne ou petite, jusqu'à 1000 E/S. Le M340 est équipé de fonctions de communications étendues qui le rendent compatible avec les applications distantes réparties géographiquement et qui doivent communiquer avec une station centrale via des liaisons non permanentes.

Le choix de l'API est basé sur les moyens de communication et la performance. Ces critères nous ont menés au Modicon M340.

Il existe plusieurs outils de programmation des API, dans notre projet vu qu'on utilise un automate Schneider de type Modicon M340, on va utiliser l'outil de programmation Unity Pro.

#### b. Communication entre API et automate :

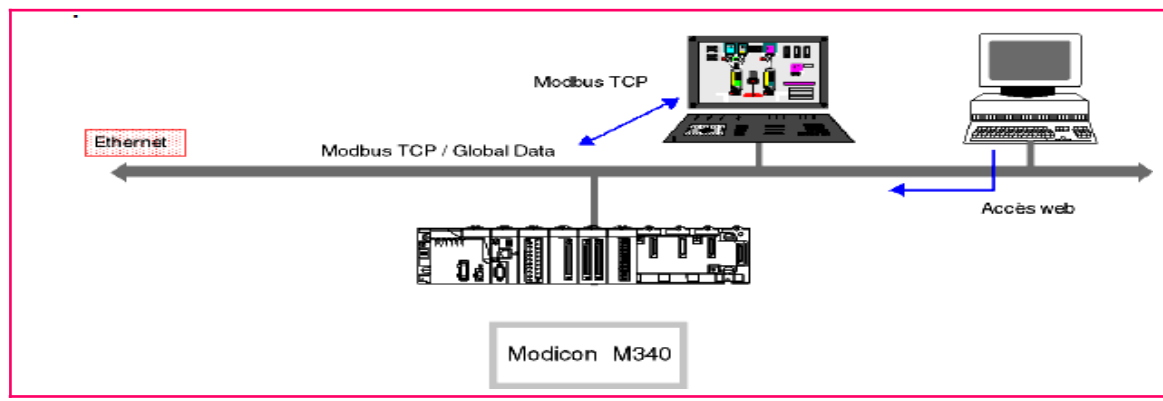


Figure 9: La transmission de données à travers un réseau Ethernet

Dans notre programme l'automate sera relié au superviseur à travers un Protocole Ethernet. Ethernet est un standard de transmission de données pour réseau.

En général, Ethernet est conçu pour faciliter :

- la coordination entre des automates programmables
- la supervision locale ou centralisée
- la communication avec le traitement de production des données professionnelles

- la communication avec les entrées/sorties distantes.

Et pour les entrées et les sorties de l'automate ils sont liés aux postes asservis, donc l'automate reçoit l'information à travers ces postes, et envoie les ordres à ces derniers.

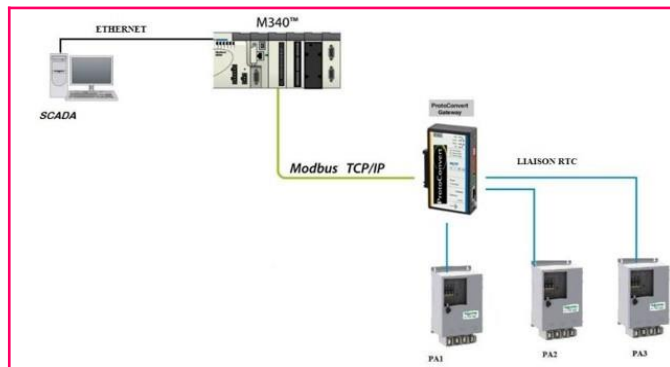


Figure 10: Connexion entre PA et API

### 3. Programmation :

#### a. Unity Pro :

Unity Pro est un logiciel "tout en un" (simulation et supervision) permettant le développement de programmes et l'exploitation des automatismes Modicon. Unity Pro prend en charge les plateformes matérielles suivantes : Modicon M340 ; Premium ; Atrium ; Quantum.

#### i. La première étape de la programmation avec Unity Pro est:

La première étape de la programmation avec Unity Pro c'est la création d'un nouveau projet, dans cette étape on fait le choix de l'automate à utiliser. Pour notre projet on utilise une automate Modicon M340. Dans un deuxième lieu, au niveau de navigateur de projet on choisit l'angle de configuration dans le qu'elle on choisit le type de rack, l'alimentation, module de communication et les module d'entrées et sorties.

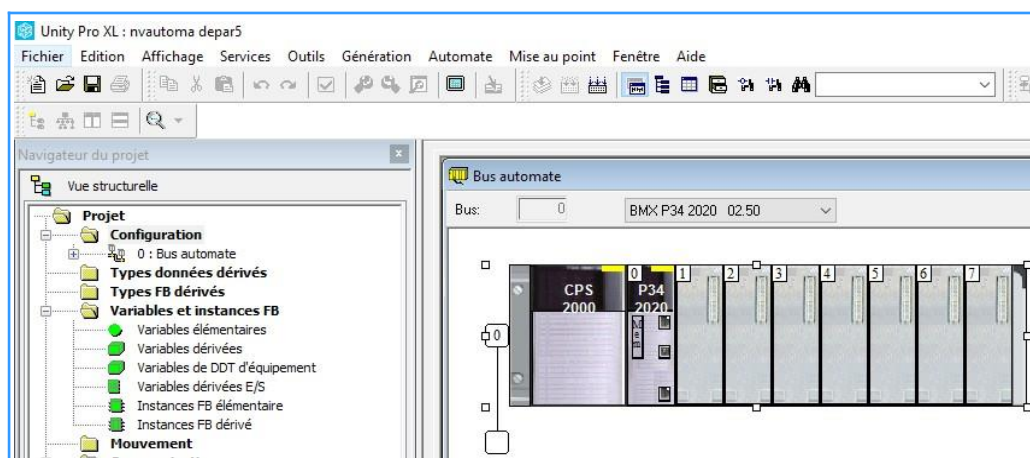
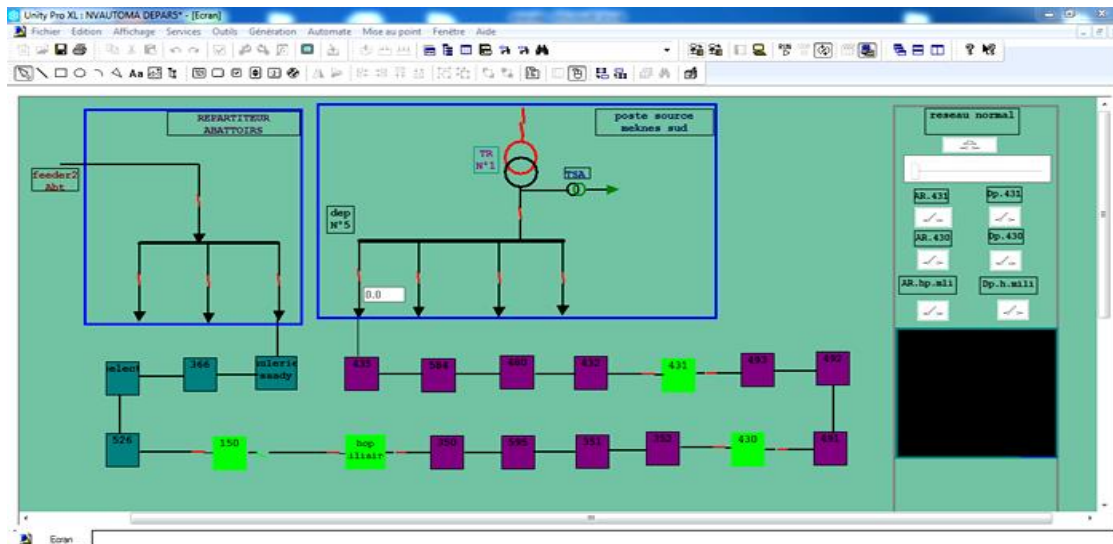


Figure 11: Vu de la création d'écran





**Figure 13: Vue sur l'écran de supervision**

## 4. Cahier de charge :

Notre projet est basé sur quelques étapes qui devraient être incluses dans le graphe de fonctionnement séquentiel pour obtenir les résultats désirés.

On distingue deux cas: l'état normal du réseau et le cas de déclenchement d'un défaut.

Tout d'abord lorsqu'un courant de défaut est détecté, le départ se déclenche (ouverture du réseau). Plusieurs situations se présentent:

- ❖ **1<sup>er</sup> cas aucune voie n'a vu le défaut :** Les actions à effectuer sont:
  - Ouverture du départ.
  - Ouverture de la voie d'arrivée du poste 431.
  - Fermeture du point d'ouverture 150.
- ❖ **2<sup>ème</sup> cas : juste la voie d'arrivée du poste 431 a vu le défaut : (défaut à l'intérieur du poste 431) :** Les actions à effectuer sont:
  - Ouverture de la voie d'arrivée du poste 431.
  - Ouverture de la voie du départ du poste 431.
  - Fermeture du départ N°5.
  - Fermeture du point d'ouverture 150.
- ❖ **3<sup>ème</sup> cas : la voie du départ 431 a vu le défaut et la voie d'arrivée 430 ne l'a pas vu :** Les actions à effectuer sont:
  - Ouverture de la voie du départ du poste 431.

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 430.
- Fermeture du départ N°5.
- Fermeture du point d'ouverture 150.

❖ **4<sup>ème</sup> cas : la voie d'arrivé 430 a vu le défaut et la voie de départ ne l'a pas vu :** Les actions à effectuer sont:

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 430.
- Ouverture de la voie de départ du poste 430.
- Fermeture du départ N°5.
- Fermeture du point d'ouverture 150.

❖ **5<sup>ème</sup> cas : la voie du départ 430 a vu le défaut et la voie d'arrivé de l'hôpital ne l'a pas vu :** Les actions à effectuer sont:

- Ouverture de la voie de départ du poste 430.
- Ouverture de la voie d'arrivée du poste Hôpital militaire.
- Fermeture du départ N°5.
- Fermeture du point d'ouverture 150.

❖ **6<sup>ème</sup> cas : la voie d'arrivé de l'hôpital a vu le défaut et la voie du départ ne l'a pas vu :** Les actions à effectuer sont:

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste Hôpital militaire.
- Ouverture de la voie du départ du poste Hôpital militaire.
- Fermeture du départ N°5.

❖ **7<sup>ème</sup> cas : les 2 voies du poste Hôpital militaire ont vu le défaut :** Les actions à effectuer sont:

- Ouverture de la voie du départ du poste Hôpital militaire.
- Fermeture du départ N°5.

### **a. Symboles et désignation :**

Lors de la simulation, les symboles utilisés dans notre programme sont ceux qui utilisés dans le réseau de la RADEM, leurs correspondances sont présentés dans les tableaux suivants.



### i. Les entrées :

| Les entrées | DESIGNATION                                       |
|-------------|---------------------------------------------------|
| AR 431 O    | Arrivée du poste 431 est ouverte                  |
| AR 430 O    | Arrivée du poste 430 est ouverte                  |
| AR HM O     | Arrivée du poste 430 est ouverte                  |
| DP 431 O    | Départ du poste 431 est ouvert                    |
| DP 430 O    | Départ du poste 430 est ouvert                    |
| DP HM O     | Départ du poste Hôpital militaire est ouvert      |
| DP 5 F      | Départ N°5 est fermé                              |
| P.O 150 F   | Point d'ouverture 150 est fermée                  |
| D.PH        | Défaut phase                                      |
| D.H         | Défaut homopolaire                                |
| AR 431 V    | Arrivée du Poste 431 a vu le défaut               |
| DP 431 V    | Départ du poste 431 a vu le défaut                |
| AR 430 V    | Arrivée du Poste 430 a vu le défaut               |
| DP 430 V    | Départ du Poste 430 a vu le défaut                |
| AR HM V     | Arrivée du Poste Hôpital Militaire a vu le défaut |
| DP HM V     | Départ du Poste Hôpital Militaire a vu le défaut  |

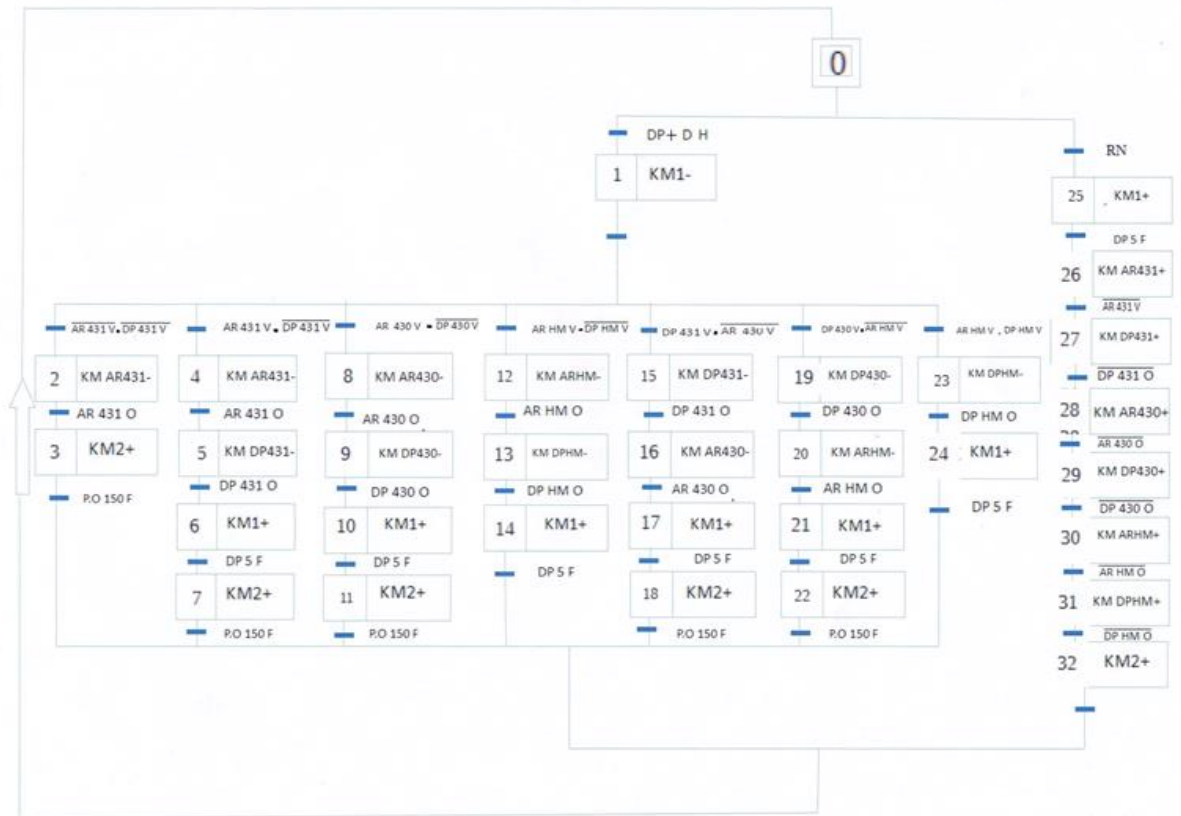
**Tableau 1: Symboles et désignations des entrées**

## ii. Les sorties :

| Les sorties | DESIGNATION                                 |
|-------------|---------------------------------------------|
| KM1+        | Fermer le départ N° 5                       |
| KM1-        | ouvrir le départ N° 5                       |
| KM2+        | Fermer le point d'ouverture 150             |
| KM2-        | ouvrir le point d'ouverture 150             |
| KM AR431+   | Fermer l'arrivée du poste 431               |
| KM AR431-   | ouvrir l'arrivée du poste 431               |
| KM AR430+   | Fermer l'arrivée du poste 430               |
| KM AR430-   | ouvrir l'arrivée du poste 430               |
| KM ARHM+    | Fermer l'arrivée du poste Hôpital militaire |
| KM ARHM-    | ouvrir l'arrivée du poste Hôpital militaire |
| KM DP431+   | Fermer le départ du poste 431               |
| KM DP431-   | ouvrir le départ du poste 431               |
| KM DP430+   | Fermer le départ du poste 430               |
| KM DP430-   | ouvrir le départ du poste 430               |
| KM DPHM+    | Fermer le départ du poste Hôpital militaire |
| KM DPHM-    | ouvrir le départ du poste Hôpital militaire |

**Tableau 2: Symboles et désignations des sorties**

## b. Grafcet :



**Figure 14: Programme en Grafcet**

## 5. Simulation :

Après la connexion au simulateur et la régénération du programme il suffit juste de transférer le programme et l'exécuté.

### a. Écran d'exploitation:

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

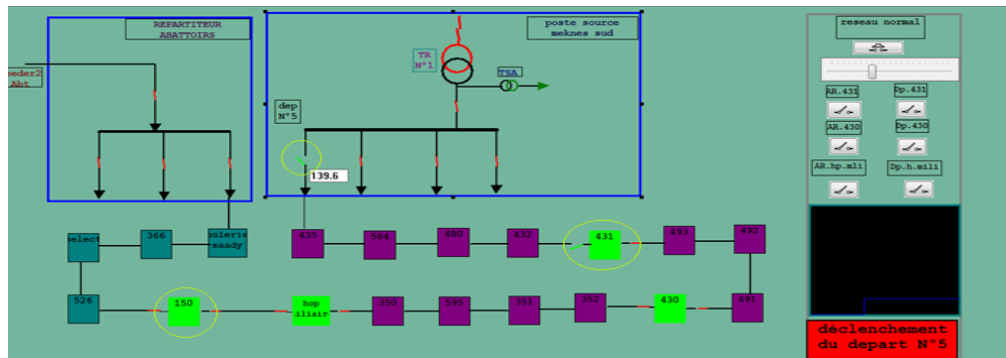
Dans l'informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité.

### b. Les différents cas de défauts :

Comme déjà vu dans le Grafcet le programme se résume à la programmation d'un départ qui contient 3 PA lors d'un défaut qui se situe n'importe où, le système doit le localiser et l'isoler et réalimenter les postes sains. Le bouton poussoir permet le retour au réseau normal.

## Lors d'un courant de défaut le départ déclenché

### ❖ 1<sup>er</sup> cas aucune voie n'a vu le défaut :

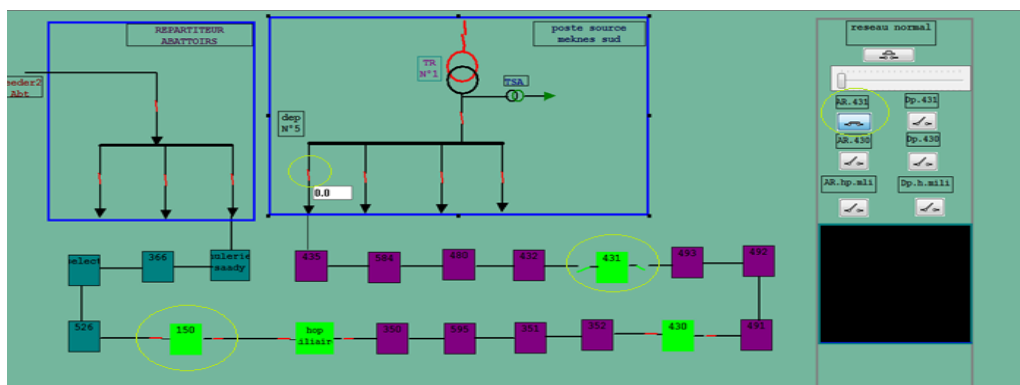


**Figure 15: Illustration du 1er cas**

Lorsqu'aucune voie n'a vu le défaut l'automate doit effectuer les commandes suivantes :

- Ouverture du départ N°5. (KM1-)
- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 431. (KM AR431-)
- Fermeture du point d'ouverture 150. (KM2-)

### ❖ 2<sup>ème</sup> cas : juste la voie d'arrivée du poste 431 a vu le défaut : (défaut à l'intérieur du poste 431) :

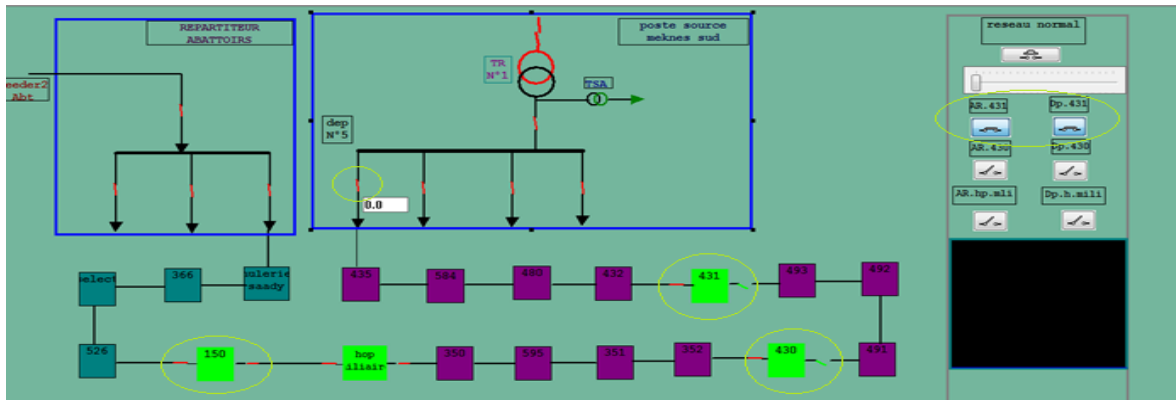


**Figure 16: Illustration du 2ème cas**

Pour le 2<sup>ème</sup> cas, nous remarquons que la voie d'arrivée du poste 431 a vu le défaut c'est-à-dire que l'entrée AR 431 V est fermée. Lorsque ce dernier est fermé l'automate doit effectuer les commandes suivantes :

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 431. (KM AR431-)
- Ouverture de la voie du départ du poste 431. (KM DP431-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)
- Fermeture du point d'ouverture 150. (KM2+)

### ❖ 3<sup>ème</sup> cas : la voie du départ 431 a vu le défaut et la voie d'arrivée 430 ne l'a pas vu :

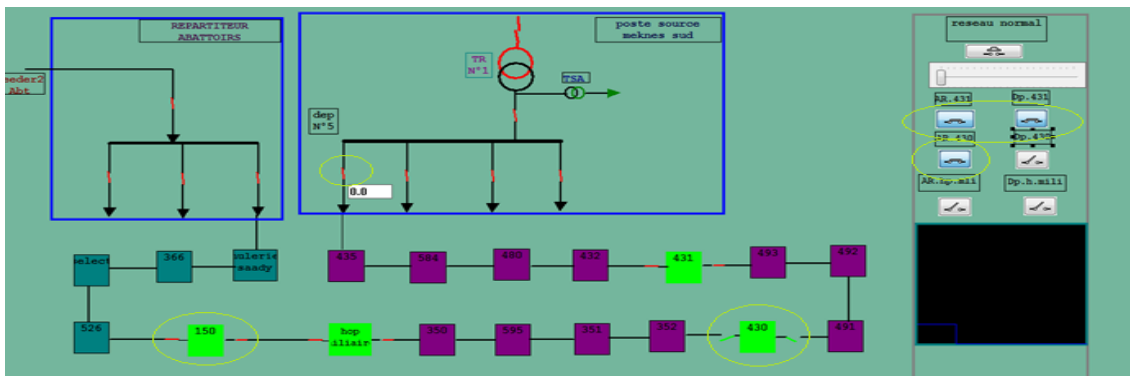


**Figure 17: Illustration du 3ème cas**

Pour le 3<sup>ème</sup> cas, nous avons vu que la voie du départ 431 a vu le défaut et la voie d'arrivée 430 ne l'a pas vu, c'est-à-dire que les entrées AR 431 V et DP 431 sont fermées, alors automatiquement l'automate doit effectuer les commandes suivantes :

- Ouverture de la voie du départ du poste 431. (KM DP431-)
- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 430. (KM AR430-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)
- Fermeture du point d'ouverture 150. (KM2+)

❖ **4<sup>ème</sup> cas : la voie d'arrivée 430 a vu le défaut et la voie de départ ne l'a pas vu :**

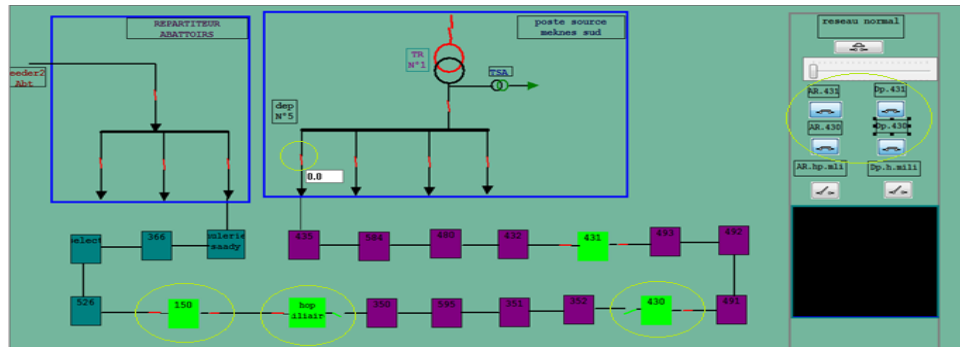


**Figure 18: Illustration du 4ème cas**

Pour le 4<sup>ème</sup> cas, nous remarquons que le voie d'arrivée 430 a vu le défaut et la voie de départ ne l'a pas vu ce que veut dire que les entrées AR 431 V, DP 431 V et AR 430 V sont fermées. Ensuite, l'automate doit effectuer les sorties suivantes :

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste 430. (KM AR430-)
- Ouverture de la voie de départ du poste 430. (KM DP430-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)
- Fermeture du point d'ouverture 150. (KM2+)

## ❖ 5<sup>ème</sup> cas : la voie du départ 430 a vu le défaut et la voie d'arrivé de l'hôpital ne l'a pas vu :

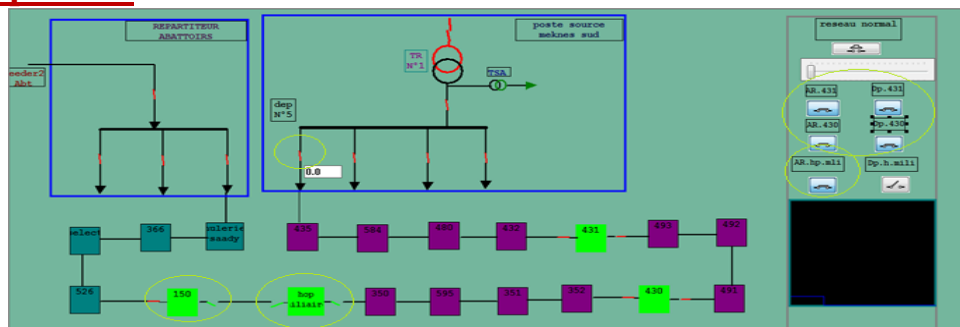


**Figure 19: Illustration du 5ème cas**

Pour le 5<sup>ème</sup> cas, nous avons remarqué que la voie du départ 430 a vu le défaut et la voie d'arrivée de l'hôpital ne l'a pas vu alors les entrées AR 431 V, DP 431 V, AR 430 V et DP 430 V sont activées c'est-à-dire ils se ferment par la détection. Donc l'automate doit effectuer les commandes (sorties) suivantes :

- Ouverture de la voie de départ du poste 430. (KM DP430-)
- Ouverture de la voie d'arrivée du poste Hôpital militaire. (KM ARHM-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)
- Fermeture du point d'ouverture 150. (KM2+)

## ❖ 6<sup>ème</sup> cas : la voie d'arrivé de l'hôpital a vu le défaut et la voie du départ ne l'a pas vu :

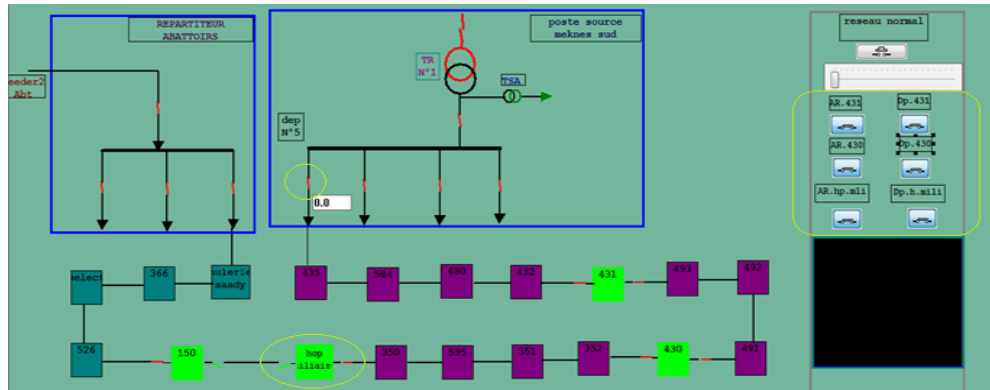


**Figure 20: Illustration du 6ème cas**

Pour le 6<sup>ème</sup> cas, les entrées AR 431 V, DP 431 V, AR 430 V, DP 430 V et AR HM V sont détectées, ce que veut dire l'automate doit effectuer les commandes suivantes :

- Ouverture de la voie d'arrivée du poste Hôpital militaire. (KM ARHM-)
- Ouverture de la voie du départ du poste Hôpital militaire. (KM DPHM-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)

## ❖ 7<sup>ème</sup> cas : les 2 voies du poste Hôpital militaire ont vu le défaut :



**Figure 21: Illustration du 7ème cas**

Pour le 7<sup>ème</sup> cas, les entrées AR 431 V, DP 431 V, AR 430 V, DP 430 V, AR HM V et DP HM V sont détectées (fermées), alors l'automate doit effectuer les commandes suivantes :

- Ouverture de la voie du départ du poste Hôpital militaire. (KM DPHM-)
- Fermeture du départ N°5. (KM1+)

### 6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons discuté la problématique et les démarches de résolution, on a donné aussi une petite présentation de l'automate avec ses caractéristiques et pourquoi on la choisi pour notre problématique.

Nous avons appris comment programmer avec Unity Pro, et nous avons effectué une étude et une simulation sur un quartier selon une stratégie que nous avons proposé pour remettre le réseau dans un bon état de fonctionnement suite à un défaut de départ.

---

# Conclusion :

En guise de conclusion, nous pourrions avancer que notre stage au sein de la RADEM et plus précisément la division électrique , a été d'un grand intérêt, il nous a permis, d'établir une sorte de mariage de la théorie et de la pratique, et de comprendre plusieurs fonctionnalités du travail .

Un sujet que nous avons trouvé important, et qui a servi sans aucun doute dans l'amélioration de nos connaissances surtout dans le domaine de l'électricité et l'automatisme, sans négliger l'auto-formation sur le logiciel Schneider UNITY PRO XL qui pourrait nous servir dans notre vie professionnelle.

Le travail achevé se base sur la programmation du système [auto-cicatrisation d'un Départ Moyenne tension du réseau électrique](#).

Pour mener à terme ce projet, dans un premier temps on a décrit le système de télé-conduite du réseau moyen tension actuel.

En deuxième temps, il fallait programmer un automate pour qu'il puisse détecter, localiser, isoler, réalimenter les postes sains, et le retour au réseau normal tout ça afin de réduire la durée de coupure.

Cette expérience professionnelle qu'on a vécu nous a poussé à adhérer aux valeurs de la société et à développer certains traits de notre personnalité ; du sens de l'organisation et de la responsabilité à la rigueur et la ponctualité en passant par l'esprit d'équipe et la curiosité.



---

# Webographie :

Site de Schneider Electric : <https://www.se.com/ma/fr/> date de consultation le 28/05/2019

Site de l'entreprise : <http://www.radem.ma/> date de consultation le 15/05/2019

Manuel du Logiciels Unity Pro XL Safety : [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog+Page&p\\_File\\_Name=48388-FR+%28web%29.pdf&p\\_Doc\\_Ref=48388-FR](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog+Page&p_File_Name=48388-FR+%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=48388-FR) date de consultation le 27/05/2019

Manuel du Modicon M340:  
<https://www.se.com/africa/fr/download/document/35012677K01000/> date de consultation le 28/05/2019