

République Algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA  
Faculté de Technologie  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière : Électronique  
Spécialité : Électronique de Système Embarqué

Présenté par :

- **Chaib Nada.**
- **Dendani Khouloud.**

# *Automatisation de poste HTA/MT par automate programmable*

Proposé par : Md. BOUGHRIRA NADIA & M. BOUGRID CHERIF.

Année : 2023/2024



## *Remerciement*

On remercie Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de « **Mme. BOUGHRIRA NADIA** ».

On le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Il est également très agréable de remercier notre encadreur de la société Sonelgaz, « **M. CHERIF BOUGRID** », pour leurs efforts, leurs conseils et leurs directives précieuses durant la réalisation de notre projet de fin d'études.

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

Nous n'oublions pas dans nos remerciements tous les membres du personnel de l'entreprise SONELGAZ et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

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

*Sœurs « **Zahra** » et sa petite fille « **Taline** » et son marie Abdala et « **Rania** » et « **Nourhane** », et mon Frère « **Abdeslam** ». Pour tout ce **Bau Monde**, je dédie ce mémoire en signe de gentillesse, amour Et compréhension Lesquels ont été pour moi un grand apport.*

*A ma Meilleur "**Amie Halima**" et ses enfants "**Abderrahmane**" et "**Sidra**" et "**Salma**".*

*Merci d'être toujours là pour des conseils, du soutien et un sourire qui me donne de la force dans les moments difficiles. Tu es un grand ami à tous points de vue, et je suis reconnaissant de connaître quelqu'un comme toi.*

*Et mes très chérés amies **Fatiha Sahki** et **Lilia** et **Fella***

*Pour laquelle je souhaite une vie pleine de joie et de réussite.*

*A ce qu'est fantastique avec moi, A ce qu'est me comprend toujours, Merci d'être là...*

**Nada**

## Dédicace

*"Une belle chose pour une personne chercher le succès et d'obtenir "*

*Il serait plus sympa de mentionner qui en était la raison*

*Merci à Dieu d'abord, l'amour, la reconnaissance et la gratitude, grâce à laquelle aujourd'hui je regarde un rêve tant attendu qui est devenu une réalité et dont je suis fier.*

*Je dédie ce travail à mon ange immaculé et ma force après Dieu, mon premier et éternel soutien "**Ma précieuse mère 'Dieu a prolongé sa vie '** reconnaissant que Dieu vous a aligné pour moi de l'humanité.*

*Et à celui qui ne m'a rien épargné, à celui qui a lutté pour mon confort, à l'homme le plus cher de l'univers, « **mon cher père** »*

*A ceux que Dieu m'a donné leurs bénédictions dans ma vie "**Mes frères**" et qui seront mon soutien dans la vie.*

*À celle qui me rappelle ma force et se tient derrière moi comme mon ombre,  
« **Ma sœur bien-aimée** »*

*À celle qui m'a soutenu ces jours-ci, « **la femme de mon frère** » ou ma deuxième sœur.*

*Et mes plus belles cousines qui ont été mes piliers dans les moments difficiles et mes partenaires de fête dans les moments de joie*

*À tous ceux qui m'ont enseigné une lettre pendant longtemps en étudiant du primaire à l'université, mes chers professeurs.*

*À toute ma famille, et mes amis*

**Khouloud**

## Résume

### Résume :

Dans ce projet, nous avons d'abord étudié les systèmes automatiques chargés de détecter et de localiser les défauts pouvant survenir à l'intérieur ou à l'extérieur des postes électriques. Il s'agit notamment du système SCADA associé à la tranche générale (SCADA-TG) et du système SCADA associé au système de gestion de la distribution (SCADA-DMS). Ensuite, nous avons développé ces deux derniers systèmes en utilisant le logiciel Tiaportal.

**Mots clés : Défaut, SACADA, DMS, TG, Poste.**

---

### ملخص

في هذا المشروع، قمنا أولاً بدراسة الأنظمة الأوتوماتيكية التي تتولى الكشف عن العيوب وتحديد مواقعها والتي مرتبطة بالوحدة العامة SCADA قد تحدث داخل أو خارج المحطات الكهربائية. تشمل هذه الأنظمة نظام (SCADA-TG) ونظام (SCADA-DMS) المرتبط بنظام إدارة التوزيع SCADA. قمنا بتطوير بعد ذلك، قمنا بتطوير Tiaportal هذين النظامين باستخدام برنامج

---

### Abstract :

In this project, we first studied the automatic systems responsible for detecting and locating faults that may occur either inside or outside electrical substations. These systems include the SCADA system associated with the general section (SCADA-TG) and the SCADA system associated with the distribution management system (SCADA-DMS). In the next phase, we developed these two systems using the Tiaportal software.

**Keywords:** Fault, SCADA, DMS, TG, Substation.

# *Table des matières*

Liste de Figure .....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale .....	

## **CHAPITRE I : Généralité sur les réseaux électriques et présentation de l'entreprise.**

I.1. Intrudction : .....	02
I.2. Présentation de SONELGAZ : .....	02
I.3. Présentation de l'entreprise d'accueil : .....	03
I.4. Les activités de SONELGAZ : .....	04
I.5. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre : .....	05
I.6. Présentation de réseaux électriques : .....	06
I.6.1. Les system électrique : .....	07
I.6.2.. Différents réseaux électriques: .....	07
I.6.3. Tension normalisée .....	10
I.7. Principe de fonctionnement du réseau : .....	11
I.8. Position de présentation de PFE dans SONALGAZ Bida : .....	12
I.9. Service Télé conduite .....	13
I.10. Conclusion .....	13

## **CHAPITRE II : Présentation de SACADA et Les postes électriques**

II.1. Introduction .....	16
II.2. Généralités et présentation sur le systeme SCADA.....	16
II.3. Le système Micro SCADA (Blida) .....	17
II.4. Eléments de SCADA .....	18
II.5. Avantages du SCADA .....	20
II.6 Moyens de transmission .....	20
II.6.1 Radio (UHF) .....	21
II.6.2 Fibre optique .....	22
II.6.3 GPRS.....	24
II. 7 Postes électriques .....	26

II. 7. 1 Présentation d'un poste électrique .....	26
II. 7.2 Types de postes électriques .....	26
II.7.4. Source de poste HTA/MT : .....	27
II.7.5. Eléments constitutifs d'un poste de HTA/MT : .....	27
II.7.6 Postes de distribution HTA/BT .....	28
II. 8. Conclusion .....	36

### **CHAPITRE III : Présentation de la TG et système DMS**

III.1. Introduction : .....	36
III.2. Protection à l'intérieur du poste MT : .....	36
III.2.1. Présentation de La tranche générale : .....	36
III.2.1.1. Structure interne de la TG : .....	37
III.2.1.2. Emplacement et rôle des cartes de la TG : .....	37
III.2.1.3. Fonctionnement de la TG : .....	39
III.2.1.4. La connexion entre la TG et le SACADA : .....	39
III.2.1.5. Emplacement-de la TG .....	40
III.2.2. Présentation des défauts à l'intérieur de poste : .....	43
III.2.3. La détection des Défaut : .....	44
III.2.4. Les conséquences des défauts : .....	47
III.2.5. Les caractéristiques principales d'une protection électrique .....	45
III.3. Protection à l'extérieur du poste MT : .....	47
III.3.1. Système globale des postes à l'extérieur : .....	47
III.3.2. Présentation d'un système de gestion de la distribution (DMS) : .....	48
III.3.3. Pourquoi DMS ? .....	48
III.3.4. Les fonctions DMS : .....	48
III.3.5. Fonctionnement du système SCADA-DMS : .....	49
III.3.6. Gestion des défauts par le DMS : .....	49
III.3.7. La détection des Défaut : .....	50
III.4. Conclusion : .....	50

### **CHAPITRE IV :**

IV.1. Introduction : .....	53
IV.2. La protection à l'intérieur de poste : .....	53
IV.2.1. La gestion des défauts par la TG : .....	53

IV.2.2. Fonctionnement du système réalisé : .....	55
IV.2.3. Table de Variable E/S : .....	57
IV.3. La protection à l'extérieur de poste : .....	58
IV.3.1. Gestion des défauts par le système DMS : .....	58
IV.3.2. Techniques de détection de défaut et localisation : .....	60
IV.3.3. Compilation et simulation : .....	66
IV.4. Conclusion : .....	69



# *Liste des figures*

Figure I.1: Direction générale « SONELGAZ ».....	2
Figure I.2 : Organigramme du groupe « SONELGAZ ».....	3
Figure I.3 : Direction de distribution de l'électricité et du gaz du centre. [4].....	6
Figure I.4 : : Réseau électrique.....	6
Figure I.5 : Les différentes parties d'un réseau électrique.....	7
Figure I.6: Réseau de distribution Haute Tension.....	9
Figure I.7 : Schéma de description de réseaux électriques.....	10
Figure I.8 : Schéma illustré d'un réseau électrique montrant l'électricité Produite.....	11
Figure I.9: décomposition de service de distribution.....	12
Figure II.1 : Architecture d'un système SCADA.....	16
Figure II.2 : Architecture de SCADA Blida.....	17
Figure II.3 : IHM d'un poste commandé par GPRS.....	18
Figure II.4 : IHM d'un poste commandé par fibre optique.....	18
Figure II.5 : IHM d'un poste commandé par UHF.....	19
Figure II.6 : Schéma général d'un MTU.....	19
Figure II.7 : Schéma général d'un RTU.....	20
Figure II.8 : architecture de communication par UHF.....	21
Figure II.9: FCZ.....	22
Figure II.10 : l'ancien poste commander par UHF.....	22
Figure II.11 : Structure d'une fibre optique.....	22
Figure II.12: Fox 515 ABB.....	23
Figure II.13: poste de BENI MERED commander par la fibre optique.....	24
Figure II.14 : modem.....	25
Figure II.15 : poste MT/BT commander par GPRS.....	25
Figure II .16: salle MT.....	27
Figure II.17 : composant de cellule .....	27
Figure II.18: Relais de protection numériques .....	28
Figure II.19 : Compteur électrique.....	28
Figure II.20: Autotransformateur.....	30
Figure II.21 : Transformateur de tension.....	31

Figure II.22: Disjoncteur à haute tension.....	31
Figure II.23 : Sectionneur de barre.....	32
Figure II.24 : Sectionneur de mise à la terre (MALT).....	32
Figure II.25 : Sectionneur vertical.....	33
Figure II.26 : Sectionneur pantographe.....	33
Figure II.27: Parafoudre.....	33
Figure II.28 : Jeu de barres.....	34
Figure II.29: Tubes.....	34
Figure II.30: flexibles.....	34
Figure III.1: la TG de poste SONALGAZ SIDI EL KEBIR .....	37
Figure III.2: exemple de structure interne de la TG C264.....	37
Figure III.3 : exemple sur emplacement des carte.....	38
Figure III.4 : schéma électrique de poste.....	39
Figure III.5 : la position de la TG dans le poste.....	40
Figure III.6 : Les batterie de poste SIDI EL KEBIR.....	41
Figure III.7 : Redresseur de poste Sidi El KEBIR.....	42
Figure III.8 : exemple de détection de défauts avec la TG .....	44
Figure III.9 : exemple de détection de défauts avec système DMS .....	49
Figure IV.1: maquette de simulation des défauts gérés par la TG.....	52
Figure IV.2÷ Organigramme de la gestion des défauts.....	53
Figure IV. 3 : description générale des organes d'entrées et de sorties du système.....	54
Figure IV. 4 : a) réseau de gestion de l'alarme d'incendie.....	54
b) simulation pratique.....	54
Figure IV. 5 : a) représente le réseau qui simule le défaut manque AC .....	55
b) réseau de commutation entre le disjoncteur primaire et secondaire .....	55
c) simulation pratique : voyant manque AC allumé et commutation des relais (représentants les disjoncteurs). .....	55
Figure IV. 6 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme Température.....	55
b) simulation pratique : voyant Température allumé. ....	55
Figure IV. 7 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme Monique DC.....	56
b) simulation pratique : voyant de Manquer DC allumé.....	56

Figure IV. 8 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme porte ouvert .....	56
b) simulation pratique : voyant de porte ouvert allumé.....	56
Figure IV. 9 : Table d'affectation des variables d'E/S.....	57
Figure IV.10 : exemple d'étude .....	57
Figure IV.11 : organigramme de défaut MT entre P850 et P1299.....	58
Figure IV.12 : Hiérarchie des vues. ....	59
Figure IV.12 : Vue initiale.....	61
Figure IV.13 : a) Vue de départ de sous-cours BENI MERED.....	62
b) Vue de Départ principal OULED YAICH.....	62
Figure IV.14 : a) vue de départ principal OY dans le cas de présence de défaut.....	63
b) vue de départ principal OY dans le cas de court dépasse 300A.....	63
Figure IV.15 : a) vue de groupe d'alimentation D1 du cas de recherche le défaut.....	64
b) vue de schéma unifilaire de cas de recherche le défaut. ....	64
c) vue de départ de OY 30kv dans le cas de recherche le défaut. ....	64
<b>Figure IV.16 : a) vue de schéma de groupe D'alimentation D1 du cas d'isolation le défaut</b> <b>ente le P783 BT et P1130 BT. ....</b>	<b>65</b>
b) vue de schéma de groupe D'alimentation D2 du cas d'isolation le défaut ente le P850 BT et P1299 BT .....	65
c) vue de départ principal OULED YAICH dans le cas d'isolation le défaut. d)vue de schéma unifilaire dans le cas d'isolation le défaut.....	65
Figure IV.17 : Interface de simulation PLCSIM.....	66

## *Liste des tableaux*

Tableau I.1: Tension normalisées du réseau national algérienne, les lignes HTB, HTA, et BT [14] .....	11
Tableau II.1 : Postes télé conduite par UFH.....	21
Tableau II.2 : poste commande par fibre optique.....	23
Tableau II.3 : poste commande par GPRS.....	24

## *Liste des abréviations*

<b>CCN</b>	Contrôle commande numérique.
<b>HTA</b>	Haute Tension Niveau A.
<b>HT</b>	Haute Tension.
<b>GRTE</b>	Gestion du Réseau de Transport de l'Électricité.
<b>GPS</b>	Global Positioning System.
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service (Service général de radio par paquets).
<b>EGA</b>	Electricité et Gaz d'Algérie.
<b>CEI</b>	Commission Electrotechnique Internationale.
<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Acquisition (Système De Contrôle Et D'acquisition de Données).
<b>RTU</b>	Remote Terminal Unit (Unité terminale distante.
<b>RDO</b>	Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Ouest.
<b>RDE</b>	Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Est.
<b>RDC</b>	Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz du Centre.
<b>RDA</b>	Société algérienne de Distribution de l'électricité et du gaz d'Alger.
<b>KVA</b>	Kilovoltampère.
<b>HTB</b>	Haute Tension Niveau B.
<b>TG</b>	Tranche générale.
<b>PC</b>	Partie commande.
<b>PO</b>	Partie opérative.
<b>MTU</b>	Unité maître terminal.
<b>UHF</b>	Ultra High Fréquence.
<b>CEI</b>	La Commission Electrotechnique Internationale.
<b>Tc</b>	Transformateurs de courant.
<b>Tt</b>	Transformateurs de tension.
<b>CPU</b>	Central Processing Unit.
<b>BIU</b>	Basic Interface Unit.
<b>DIU</b>	Digital Input Unit.
<b>DOU</b>	Digital Output Unit.
<b>CCU</b>	Circuit Breaker contrôle Unit.
<b>DSP</b>	Digital Single Processing.

# *Introduction générale*

L'énergie électrique est devenue un élément indispensable dans la vie quotidienne de quasiment tous les habitants de la planète. C'est une forme d'énergie facilement transportable, et pratique à convertir en d'autres formes : mécanique, thermique, etc. Elle représente jusqu'à 45% des énergies primaires, en Algérie, comme dans la majorité des pays développés.

Les réseaux électriques actuels sont confrontés à de nombreux nouveaux défis, car ils doivent s'adapter à la demande croissante de l'énergie, assurer l'intégration des sources d'énergie renouvelables et assurer la cyber sécurité. Pour relever ces défis, la Sonelgaz s'appuie sur l'adoption du système SCADA-DMS et la mise en place de centres de contrôle à distance. Ce système vise à fournir un contrôle et une protection aux réseaux électriques, réduisant ainsi les temps d'arrêt et améliorant l'utilisation des équipements. Dans ce contexte, le système offre de multiples avantages, y compris la surveillance continue, l'analyse des données et la réponse immédiate, ce qui en fait un outil essentiel pour l'industrie électrique.

La Sonelgaz est l'une des entreprises leaders dans le secteur de l'énergie en Algérie. Aujourd'hui, le monde connaît une avancée rapide des technologies numériques, ce qui oblige les grandes entreprises dans des secteurs vitaux comme l'énergie à adopter des stratégies modernes pour garantir l'excellence de leurs services. Dans ce cadre, la Sonelgaz a mis en place les systèmes "La Tranche Générale" et "DMS" dans la stratégie de contrôle à distance.

Ces systèmes sont très importants car elles permettent de détecter rapidement les pannes et de contrôler efficacement les équipements à distance. À travers cette étude, nous cherchons à renforcer la compétitivité de Sonelgaz et garantir la meilleure qualité de service. La recherche porte sur l'application de ces services avancés chez Sonelgaz et leur rôle dans l'amélioration de l'efficacité opérationnelle, la réduction des temps d'arrêt dus aux pannes, et ainsi assurer la continuité du service au plus haut niveau de performance.

Dans ce projet, nous avons fait dans une première phase l'étude des systèmes automatiques qui gèrent la détection et la localisation des défauts qui peuvent survenir soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des postes électriques, il s'agit du système de SCADA et de la tranche générale (SCADA-TG) et du système de SCADA et de « distribution management system » (SCADA-DMS). Dans une seconde phase, nous avons développé ces deux derniers en utilisant le Tiaportal.

Notre étude... vise à améliorer les infrastructures énergétiques. Ces améliorations contribuent à fournir des services fiables aux consommateurs et à renforcer la confiance dans l'entreprise, ce qui soutient la croissance économique et renforce la stabilité sociale.

Ce mémoire est organisé de la manière suivante :

Chapitre I : Généralité sur les réseaux électriques et présentation de l'entreprise

Chapitre II : Présentation de SACADA et Les postes électriques.

Chapitre III : Présentation de la TG et système DMS.

Chapitre IV : Simulation de la TG et DMS.

# ***CHAPITRE I***

***Généralité sur les réseaux électriques et  
présentation de l'entreprise***



### **I.1. Intrudction :**

L'approvisionnement en énergie électrique repose sur les points de production, les points de transport et de distribution. Les réseaux électriques sont essentiels pour acheminer cette énergie vers les points de consommation, jouant un rôle central dans nos sociétés, avec une importance croissante pour l'avenir.

Ce chapitre a pour objectif de présenter d'une manière globale de la Sonelgaz, société dans laquelle nous avons effectué notre projet

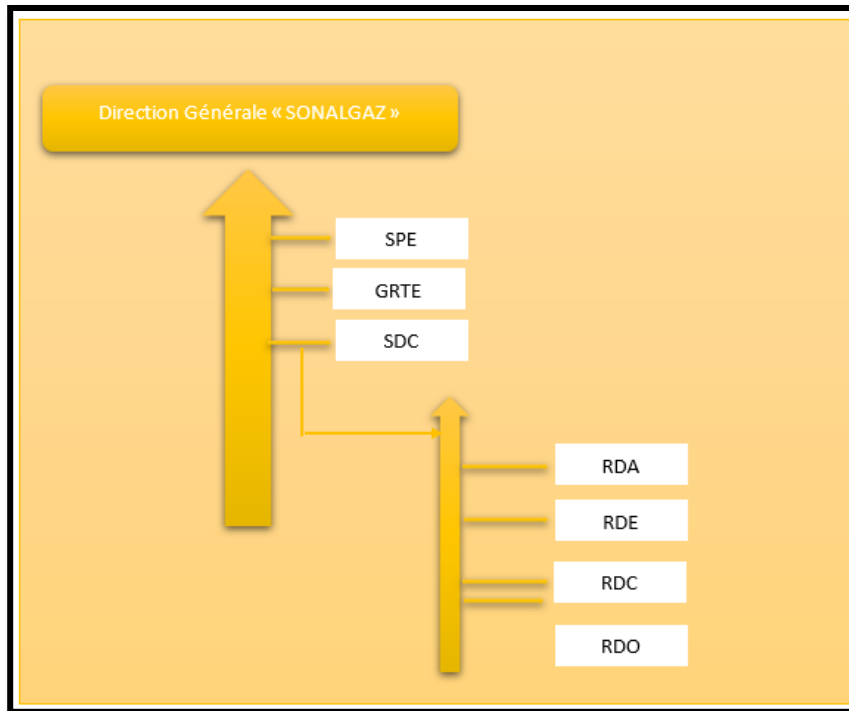
### **I.2. Présentation de SONELGAZ :**

De l'époque EGA (Electricité et Gaz d'Algérie), fournisseur historique d'électricité et de gaz, à l'émergence d'un groupe énergétique de premier plan au niveau national, reconnu et notoire à l'échelle du continent africain et du bassin méditerranéen, Sonelgaz (Société Algérienne de l'Electricité et du Gaz) a écrit l'une des plus belles pages du développement économique et social de l'Algérie. Présente partout sur le territoire national, jusque dans les zones les plus éloignées, en assurant un taux de pénétration d'électricité de plus de 99 %, un taux de pénétration de gaz de plus de 60 %, taux les plus élevés au monde, Sonelgaz a contribué à améliorer la qualité de vie des familles algériennes. Sensible à son environnement, consciente de sa dimension sociale, Sonelgaz a de tout temps adopté une attitude de proximité et une démarche citoyenne ; elle a soutenu massivement les initiatives, encourageant les talents et valorisant l'esprit associatif par le mécénat et le sponsoring (Figure I.1). [1]



**Figure I.1:** Direction générale « SONELGAZ »

Ainsi, les filiales métiers de base assurent la production, le transport et la distribution de l'électricité, et du gaz par canalisations. On compte (figure I.2) :



**Figure I.2 :** Organigramme du groupe « SONELGAZ ».

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

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

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

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

Les Principales missions et objectif de l'entreprise [2] :

- L'exploitation et la maintenance du réseau de distribution de l'électricité et du gaz.
- Le développement des réseaux électricité et gaz permettant le raccordement des nouveaux clients.

- La commercialisation de l'électricité et du gaz tout en développant et modernisant ses réseaux pour répondre à la demande de ses clients.

#### **I.4. Les activités de SONELGAZ :**

SONELGAZ est composée des trois branches d'activités suivantes :

##### **a) Activité de production et l'interconnexion :**

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

C'est l'activité consistant à transformer l'énergie calorifique ou hydraulique en énergie mécanique puis électrique. Le parc de production dont les ouvrages sont conçus et dimensionnés pour répondre à un niveau maximum de la demande, par les quelles en cite :

- ✓ Filière Turbines Vapeur : Elle est composée de 20 groupes de puissance unitaire comprise entre 50 MW et 196 MW.
- ✓ Filière Turbines à Gaz : Elle est constituée de 86 groupes dont la puissance unitaire varie de 20 MW à 210 MW.
- ✓ Filière Hydraulique : Elle est constituée de 34 groupes dont la puissance unitaire varie de 1 MW à 5 MW pour les basses chutes et de 12 MW à 50 MW pour les hautes chutes.
- ✓ Filière Diesel : Elle est composée de 183 groupes de puissance unitaire de 0.35 MW à 8 MW. Les groupes de cette filière sont installés au sud et alimentent des réseaux isolés.

Elle est réalisée à partir des lignes de très haute tension (400 KV) qui permettent à la fois :

- D'apporter l'énergie électrique près des grands centres,
- D'assurer une connexion entre les centrales. Le réseau national est interconnecté avec le Maroc et la Tunisie, ce qui permet des échanges commerciaux et des secours mutuels en cas de besoin.

##### **b) L'activité transport :**

- Le transport d'électricité est réalisé à partir des lignes haute tension (60 KV, 220 KV et 400 KV) et permet de se rapprocher des consommateurs finaux (gros clients industriels et postes de distribution)
- Le transport du gaz naturel se fait en haute pression par canalisation aux fins de mise à disposition des abonnés industriels et domestiques.

**C) L'activité de la distribution :**

La distribution d'électricité se fait par lignes et câbles de moyenne et basse tension. Elle consiste à alimenter l'ensemble des petits clients industriels et les abonnés domestiques. La distribution assure la satisfaction en énergie électrique des trois grandes catégories de clients :

- Les clients industriels (alimentés par les réseaux de haute tension).
- Les clients industriels de moyenne importance (alimentés par les réseaux de moyenne tension).
- Les ménages et artisans (alimentés par les réseaux de basse tension).
- La distribution du gaz assure la satisfaction des trois grandes catégories de clients :
- Les clients industriels sont alimentés par les réseaux de haute pression.
- Les clients industriels de moyenne importance sont alimentés par les réseaux moyenne pression.
- Les ménages et artisans sont alimentés par les réseaux basse pression.

**I.5. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre :**

Créée en Janvier 2018(changement d'organigramme), elle dispose d'un réseau électricité d'une longueur très importante, en moyenne et Basse Tension (HTA/BT), et d'un réseau gaz d'aussi important. La Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de Centre (RDC) a pour mission [2] :

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

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

Le RDC met en œuvre un programme d'investissement dans un double objectif :

- Celui de développer ses réseaux et de répondre à la demande.
- Celui de la modernisation de son exploitation et de sa gestion.

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



Figure I.3: Direction de distribution de l'électricité et du gaz du centre.

### I.6. Présentation de réseaux électriques :

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production, transport et consommation, mettant en œuvre des réglages afin d'assurer la stabilité de l'ensemble [3]. La (figure I.6) qui suit représente exemple de réseau électrique :

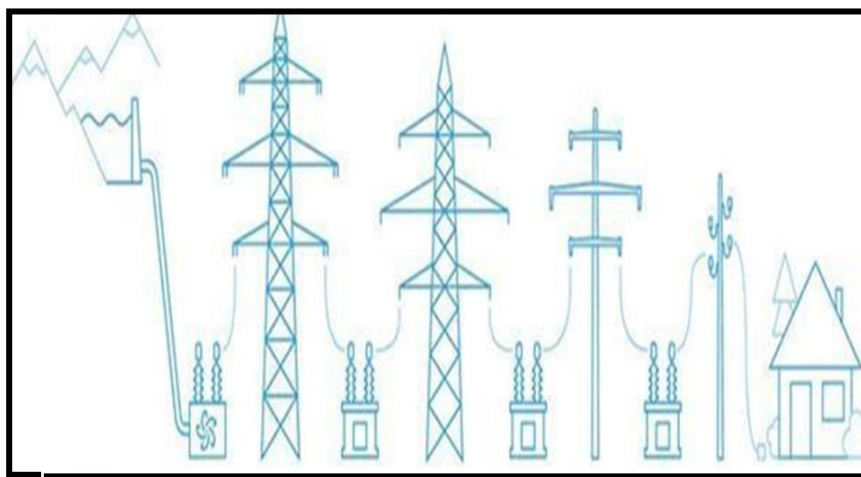
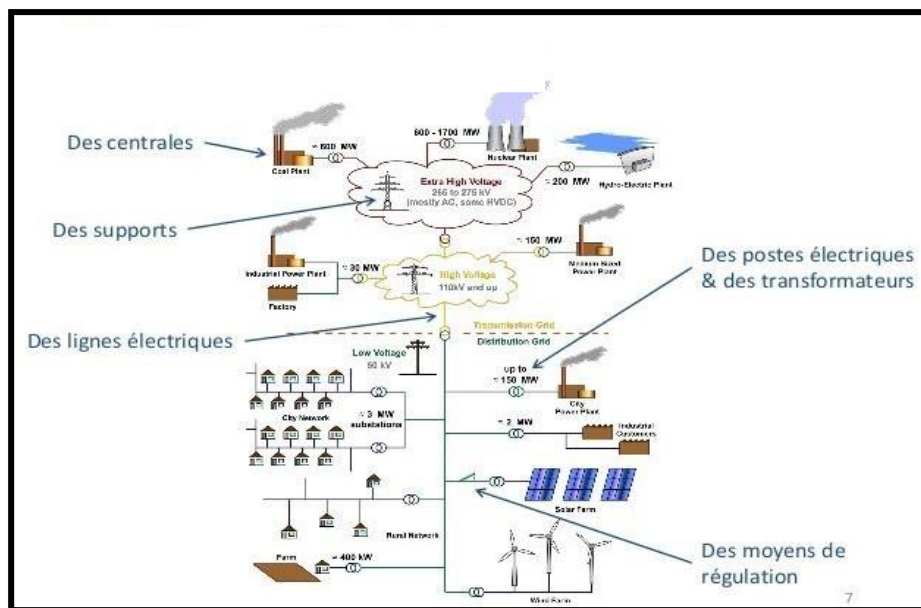


Figure I.4 : Réseau électrique

**I.6.1. Les system électrique :**

La génération d'énergie électrique dans les centrales nécessite un système efficace pour acheminer cette énergie aux consommateurs. Pour assurer une synchronisation optimale entre la production et la consommation, le réseau électrique est organisé en niveaux distincts, caractérisés par des tensions variées (haute tension HTA, moyenne tension MTA, basse tension BTA). Chaque niveau est équipé de dispositifs de transformation adaptés.

Le système électrique englobe également des réseaux de transport et de distribution. À partir des centres de production, le réseau de transport approvisionne des postes sources, permettant la distribution d'énergie vers le réseau de distribution. Ce dernier est composé d'infrastructures délivrant l'énergie aux installations des consommateurs. Cette structuration vise à garantir une performance économique globale du système.



**Figure I.5 :** Les différentes parties d'un réseau électrique.

**I.6.2. Différents réseaux électriques :**

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

**a) Réseau de transport et d'interconnexion THT :**

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

- ✓ De collecter l'électricité produite par les centrales importantes et de l'acheminer par grand flux vers les zones de consommation (fonction transport).
- ✓ Gérer la répartition de l'offre en orientant la production en fonction de la répartition géographique et temporelle de la demande (fonction d'interconnexion nationale).
- ✓ Gérer des flux d'énergie entre les pays en fonction d'échanges programmés ou à titre de secours (fonction interconnexion d'internationale). Parmi les caractéristiques de ce réseau :
- ✓ La tension est 150 kV, 225 kV et dernièrement 400 kV. • Neutre directement mis à la terre.
- ✓ Des pylônes souvent métalliques, les hauteurs de 10 à 90 m, distants de quelques centaines de mètres [4]

#### **b) Réseau de répartition HT :**

Les réseaux de répartition ou réseaux haute tension, ont pour rôle de répartir l'énergie issue du réseau de transport au niveau régional. Leur tension est supérieure à 63 kV. Ces réseaux sont constitués par des lignes aériennes en grande part, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de kilomètres. Ces réseaux alimentent d'une part les réseaux de distribution à travers des postes de transformation HT/MT et d'autre part, les utilisateurs industriels dont la taille nécessite un raccordement à cette tension (supérieure à 60 MVA).

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

#### **c) Réseau de distribution :**

Les réseaux de distribution sont alimentés à partir des réseaux de répartition. Ils commencent à partir des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension (inférieures à 63 kV) jusqu'aux postes de répartition HTA/HTA. Le poste de transformation HTA/BT constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique [6]. Il existe deux sous niveaux de tension :

#### **d) Réseau de distribution moyenne tension MT (ou HTA) :**

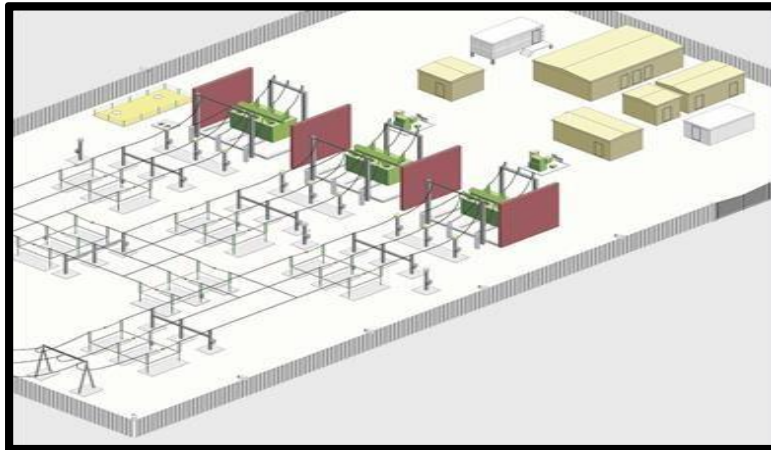
Les réseaux de distribution MT permettant l'acheminement de l'énergie électrique des réseaux de répartition aux points de moyenne consommation. Ces points de consommation sont :

- Soit du domaine public, avec accès aux postes de distribution publique HTA/BT.

- Soit du domaine privé, avec accès aux postes de livraison aux abonnés à moyenne consommation, tels que les hôpitaux, les bâtiments administratifs, les petites industries...etc. [6].

➤ **Les spécificités de ce réseau :**

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



**Figure I.6:** Réseau de distribution Haute Tension.

e) **Réseau de distribution à basse tension BT :**

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

La finalité de ce réseau est d'acheminer l'électricité du réseau de distribution MT aux points de faible consommation dans le domaine public avec l'accès aux abonnés BT.[9]

Il représente le dernier niveau dans une structure électrique illustré en Figure :



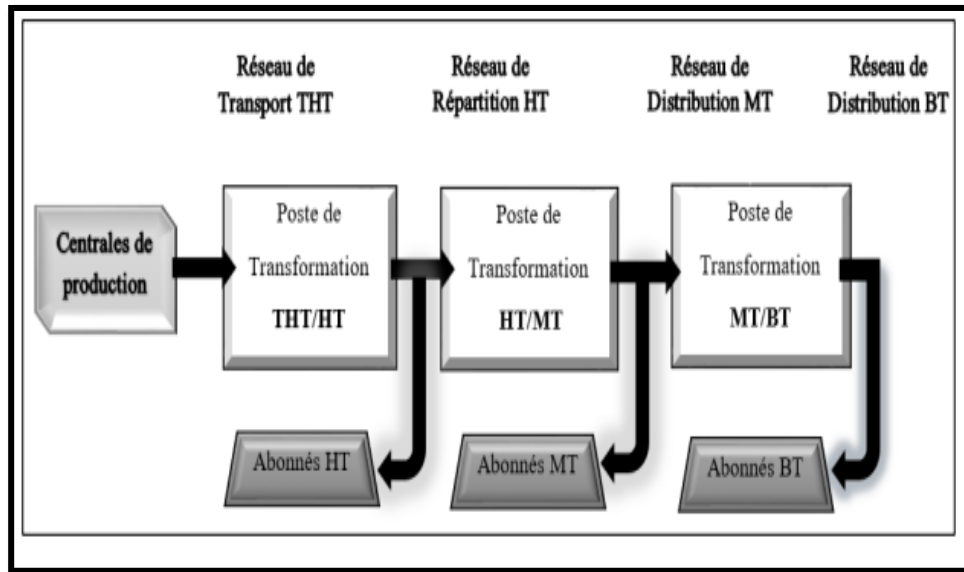


Figure I.7 : Schéma de description de réseaux électriques.

**I.6.3. Tension normalisée :**

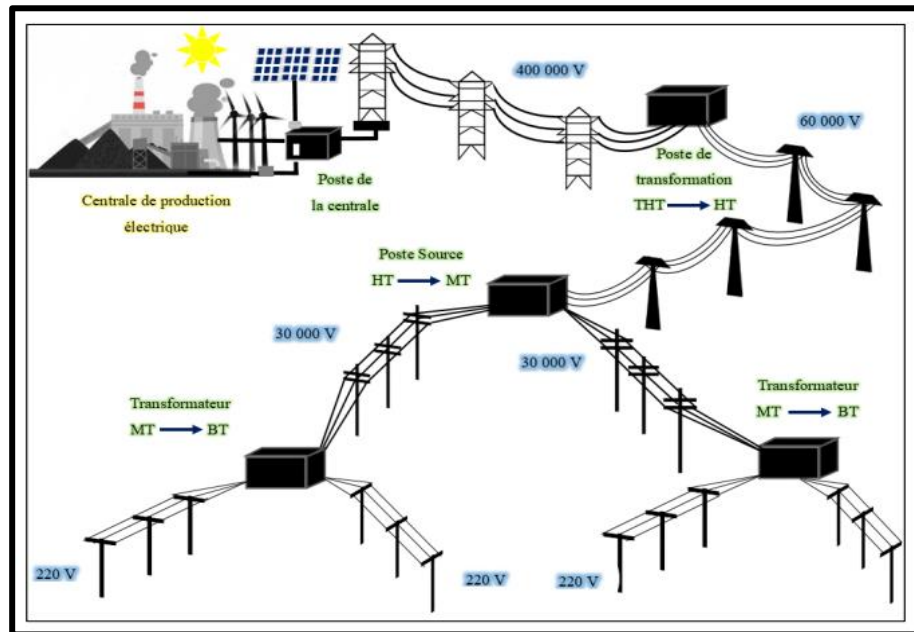
Chaque réseau électrique est organisé à partir de quelques niveaux de tension normalisés. À titre d'exemple, les tensions normalisées du réseau électrique en Algérie (Sonelgaz) sont indiquées dans le tableau 1, accompagnées de photographies qui illustrent l'allure des lignes correspondantes :

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

Tableau I.1: Tension normalisées du réseau national algérienne, les lignes HTB, HTA, et BT[10].

**I.7. Principe de fonctionnement du réseau :**

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



**Figure I.8 :** Schéma illustré d'un réseau électrique montrant l'électricité Produite, transportée et distribué à des niveaux de tensions différentes.

- ✓ L'énergie électrique est transportée sur de longues distances dans des lignes électriques (conducteurs de phase, câble de garde, pylônes, isolateurs...) à très haute tension (THT ou HTB), elle est transformée en électricité à la haute tension (HT), elle est ensuite transformée à la tension (MT ou HTA) pour pouvoir être acheminée par le réseau de distribution. Cette transformation intervient dans les postes sources [11].
- ✓ Une fois sur le réseau de distribution, l'électricité haute tension HTA alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants, artisans...), elle est convertie en basse tension (BT) par des postes de transformation avant d'être livrée.
- ✓ Au final, la qualité de l'alimentation en électricité des utilisateurs du réseau est donc le résultat de la qualité de tout ce parcours [7].

### **I.8. Position de présentation de PFE dans SONALGAZ Blida :**

Notre PFE est réalisé à SONALGAZ Blida au niveau du service de distribution électrique (subdivision de maintenance).

Ce service est constitué de plusieurs services secondaires fournissant une gamme variée de prestations (Figure 1.10).

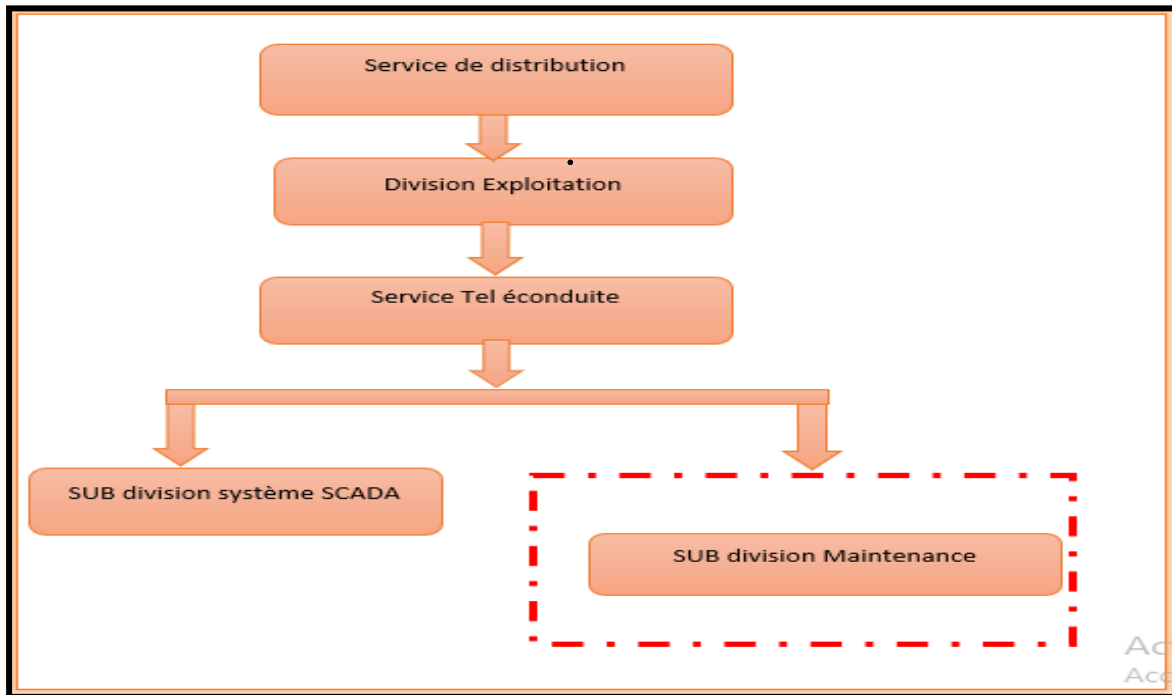


Figure I.9: décomposition de service de distribution.

### I.9. Service Télé conduite :

Ce service se divise en deux services secondaires complémentaires :

➤ **SUB division système SCADA :**

Les travailleurs de ce service alertent les équipes de maintenance, dès qu'elles reçoivent des messages de défauts sur l'ordinateur principal, ce dernier permet la localisation et la réparation rapide des problèmes aidant à trouver et réparer rapidement les problèmes. Pour accélérer les choses, la branche(service) prend les appels pour résoudre les soucis d'électricité et de gaz, interagissant avec les gens pour trouver des solutions rapidement. La coopération constante entre les équipes et l'utilisation de technologies avancées améliore leur efficacité et la qualité du service. La branche peut analyser les données rapidement, ce qui aide à déterminer les priorités de maintenance et à améliorer le système globalement. Leur communication avec les clients est essentielle pour trouver des solutions rapides.

➤ **Subdivision Maintenance :**

Les travailleurs de cette fournissent des services complets dans le domaine de la maintenance, des équipements et des infrastructures, en mettant l'accent sur la maintenance préventive pour

éviter les pannes et assurer la continuité des performances. Des visites périodiques sont effectuées pour surveiller les performances et garantir la préservation des appareils ainsi que la fourniture d'électricité aux personnes. Les services incluent également des interventions correctives efficaces pour résoudre les problèmes techniques. La maintenance prédictive est réalisée en utilisant des données pour déterminer avec précision les besoins de réparation future. De nouvelles installations sont réalisées selon les besoins pour renforcer et améliorer les infrastructures. Le service vise à assurer une efficacité élevée et à prolonger la durée de vie des équipements.

**I.10. Conclusion :**

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

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

## ***CHAPITRE II***

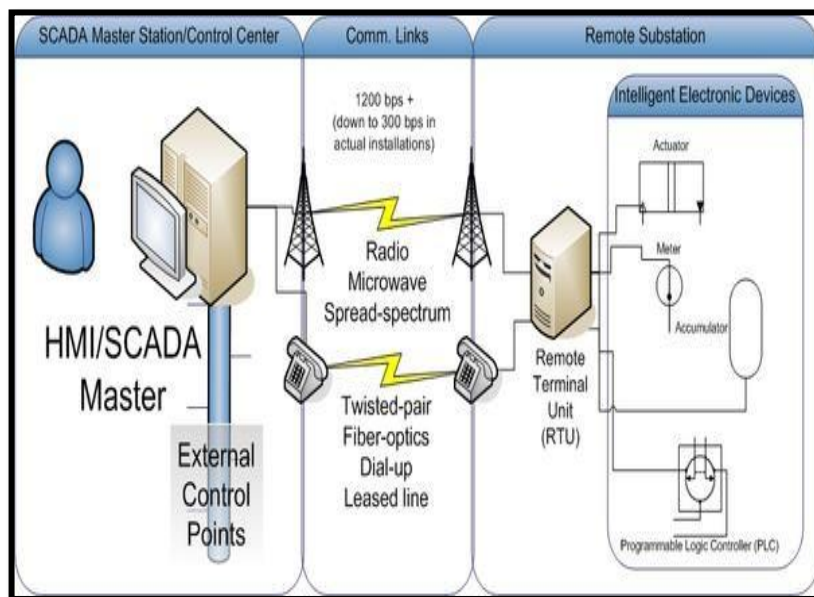
### ***Présentation de SACADA et Les postes électriques***

**II.1. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous plongeons dans l'univers complexe du système SCADA, une technologie qui révolutionne la manière dont nous supervisons et contrôlons les installations électriques. Nous explorerons en détail les tenants et aboutissants de ce système, des éléments logiciels aux éléments matériels, en passant par les avantages qu'il offre dans la surveillance en temps réel et le contrôle précis des processus électriques. En parallèle, nous examinerons également les différents types de postes électriques, leur architecture et leur rôle dans la distribution et la transformation de l'énergie électrique. Enfin, nous aborderons la télé conduite et son impact sur la gestion des réseaux électriques, mettant en lumière son importance dans l'optimisation des opérations et la garantie de la fiabilité du système.

**II.2. Généralités et présentation sur le système SCADA :**

SCADA se réfère au système de surveillance et de supervision par l'obtention de données, permettant la centralisation et la présentation des données de manière graphique souvent sur les postes de contrôle. Le système recueille des informations provenant de divers équipements au sein d'une installation et les transfère à un ordinateur central, que ce soit localement ou à distance. Ce mainframe assure alors que l'installation est surveillée et supervisée, sous la supervision éventuelle d'autres postes d'exploitation. La figure suivante montre Architecture d'un système SCADA [12].



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

**II.3. Le système Micro SCADA (Blida) :**

Le système micro SCADA est une solution de télé conduite décentralisée pour les réseaux électriques, visant à réduire les interruptions et à améliorer la qualité de l'énergie fournie. Ce système comprend un ensemble de matériel et d'installations dotées d'un mécanisme spécifique permettant de télécommander à distance les interrupteurs de coupure du réseau depuis un ordinateur de commande. Grâce à cette technologie, l'exploitant peut surveiller et intervenir sur le fonctionnement du réseau en temps réel sans avoir besoin de se déplacer. En cas de défaut, il est possible de modifier rapidement le schéma d'exploitation du réseau pour minimiser la zone non alimentée, en consultant à distance les indicateurs de localisation des défauts. Le système micro SCADA gère l'ensemble des installations majeures de la zone d'exploitation où il est déployé, notamment :

- Les postes HTB/HTA.
- Les postes HTA/BT.
- Les postes HTA/HTA.
- Les interrupteurs aériens télécommandés (IAT/IAT-CT) [13].

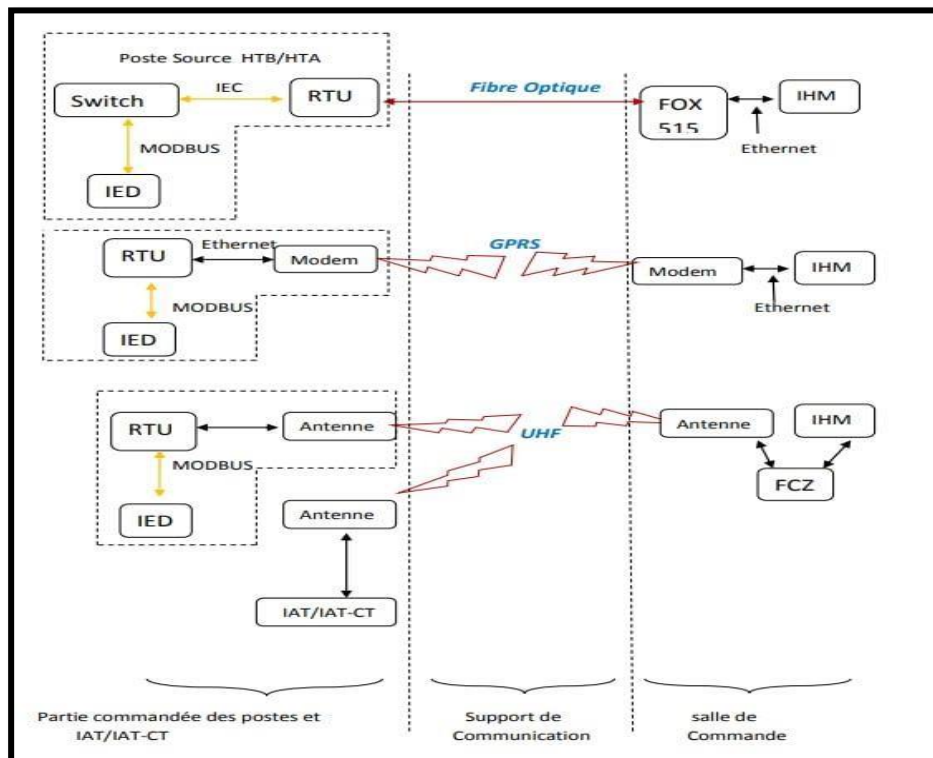


Figure II.2 : Architecture de SCADA Blida.

II.4. Eléments de SCADA :

- **Partie logicielle (soft) :**

Un système SCADA nécessite un logiciel dédié pour assurer la communication entre ses composants et les opérateurs via une interface homme-machine (IHM). Ce logiciel est responsable du traitement des données, de leur sauvegarde, de la gestion des alarmes et du contrôle automatique des processus avancés. Bien que les logiciels SCADA traitent les informations des dispositifs connectés, la représentation de la topologie et de la structure du réseau est souvent présentée sous forme de vues graphiques.

- **Partie matérielle (hard) :**

- **Opérateur humain :** Surveille le système SCADA et exécute des fonctions de contrôle et de surveillance pour les opérations à distance.

- **Interface homme-machine (IHM) :** Affiche les données à l'opérateur et permet des entrées de commande via divers formats tels que graphiques, menus, schémas, écrans tactiles, etc. Les figures suivantes (II.3, II.4, II.5) illustrent différentes IHM pour les postes commandés par les supports de transmission GPRS, fibre optique et radio UHF.



Figure II.3 : IHM d'un poste commandé par GPRS.

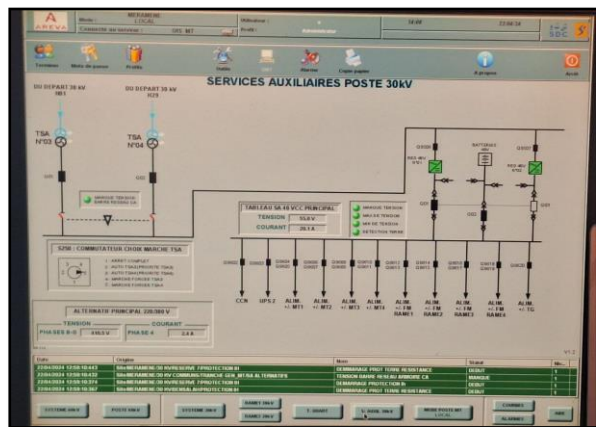


Figure II.4 : IHM d'un poste commandé par fibre optique



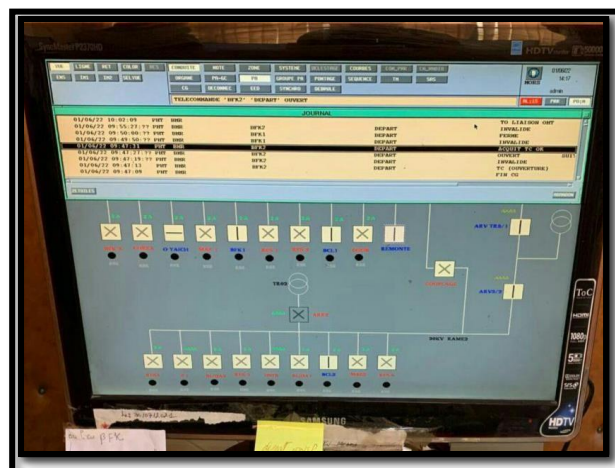


Figure II.5 : IHM d'un poste commandé par UHF.

- **Unité maître terminal (MTU) :** Correspond à l'unité maître dans une architecture maître/esclave. Le MTU présente les données à l'opérateur via l'IHM, collecte les données du site distant et envoie les signaux de commande au site distant (Figure II.6).

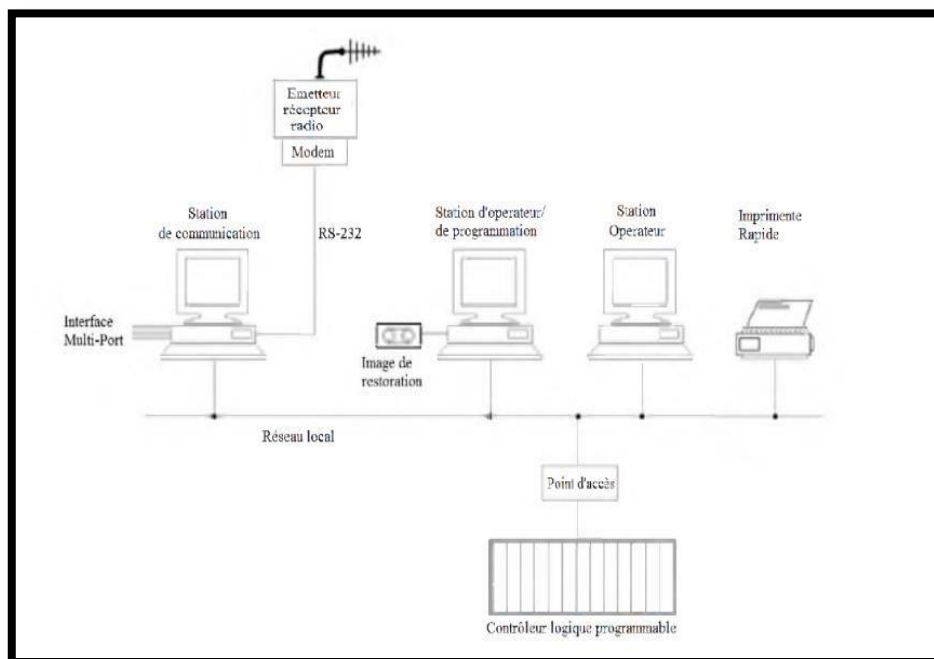


Figure II.6 : Schéma général d'un MTU.

- **Unité terminale distante (RTU) :** Le RTU est un appareil électronique, aussi appelé unité de télémétrie à distance, qui interagit avec les objets physiques via des RTU.

Ces appareils sont contrôlés par des microprocesseurs (Figure II.7).



Figure II.7 : Schéma général d'un RTU.

### II.5. Avantages du SCADA :

Le SCADA présente plusieurs avantages clés, notamment :

**Surveillance en temps réel :** Il permet de surveiller l'état et le fonctionnement d'un processus à distance grâce à des écrans d'affichage, même si le système est situé dans une zone éloignée.

**Contrôle précis :** Il assure que les performances requises sont bien réalisées et maintenues.

**Gestion des alarmes :** Il génère des alertes en cas de défaillance et offre la possibilité de localiser la cause exacte du problème ainsi que l'élément défectueux concerné.

**Informations détaillées :** Il fournit des données complètes sur le système, aidant ainsi l'opérateur à prendre des décisions éclairées et à intervenir de manière appropriée sans commettre d'erreurs.

### II.6. Moyens de transmission :

Les supports de transmission sont les moyens par lesquels les données sont transférées d'une source à une destination. Ces supports peuvent être physiques, tels que des câbles (comme la paire torsadée, le câble coaxial ou la fibre optique), ou non physiques, comme les ondes électromagnétiques utilisées dans les transmissions radio ou le GPRS (General Packet Radio Service) dans les réseaux de téléphonie mobile.

II.6.1. Radio (UHF) :

La bande UHF (Ultra High Fréquence) est utilisée pour les communications dans certaines infrastructures, comme les postes HTA/BT, les départs et les postes de livraison à basse tension, ainsi que les interrupteurs télécommandés (Figure II.8, II.9, II.10) (Tableau II.1).

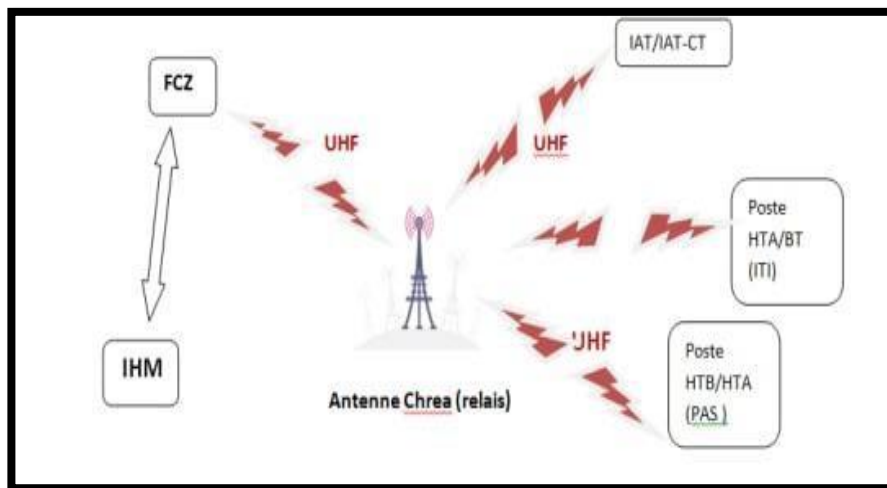


Figure II.8 : architecture de communication par UHF.

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

Tableau II.1 : Postes télé conduite par UFH.



Figure II.9: FCZ.



Figure II.10 : l'ancien poste commander par UHF.

### II.6.2. Fibre optique :

La fibre optique est un médium de transmission qui permet de transmettre un flux extrêmement élevé d'informations par seconde. Elle est considérée comme une alternative compétitive aux autres supports de transmission en raison de sa largeur de bande importante et de son faible niveau de perte de signal. La fibre optique est constituée des composants décrits dans la figure II.11 [14].

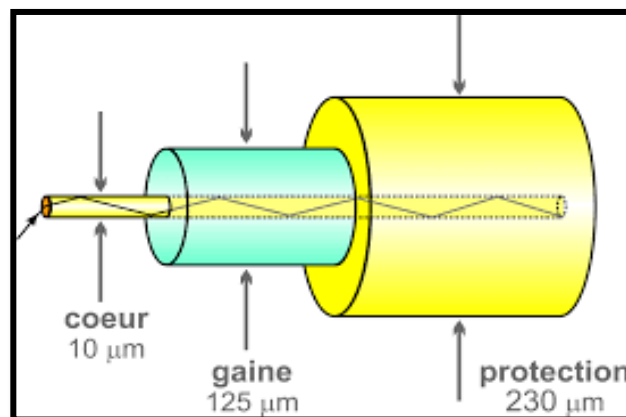


Figure II.11 : Structure d'une fibre optique.

D'importantes avancées ont été réalisées dans le système de gestion de distribution de Blida SCADA, intégrant un moyen de transmission basé sur la fibre optique, qui supervise actuellement six stations d'origine (Tableau II.2).

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

**Tableau II.2 :** poste commande par fibre optique.

### Avantages de la fibre optique [15] :

La fibre optique présente plusieurs avantages :

- Performances de transmission élevées grâce à une faible atténuation du signal, une large bande passante et la possibilité de multiplexage.
- Facilité de déploiement en raison de sa petite taille, de sa grande flexibilité et de sa légèreté.
- Sécurité électrique assurée par une isolation complète des câbles, adaptée à des environnements potentiellement dangereux.
- Sécurité électromagnétique, la fibre optique étant insensible aux interférences, garantissant une transmission fiable des données.
- Avantage économique sur le long terme en raison de son coût inférieur par rapport à d'autres supports de transmission, ainsi que de sa durabilité et de ses performances supérieures.



**Figure II.12 :** Fox 515 ABB.



Figure II.13: poste de BENI MERED commander par la fibre optique.

### II.6.3. GPRS :

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

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

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

Tableau II.3 : poste commande par GPRS.



Figures II.14 : modem



Figure II.15 : poste MT/BT commander par GPRS

## II. 7. Les Postes électriques :

### II.7. 1. Présentation d'un poste électrique :

Les postes électriques jouent un rôle crucial dans le fonctionnement du réseau électrique. En effet, selon la définition de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), un poste électrique constitue une partie essentielle du réseau électrique, regroupant les extrémités des lignes de transport ou de distribution, l'appareillage électrique, les bâtiments, et éventuellement des transformateurs, le tout situé en un même lieu.

Ainsi, un poste électrique assure à la fois la transmission et la distribution de l'électricité. Il se charge d'élever la tension électrique pour faciliter sa transmission sur de longues distances, puis de la réduire à un niveau adapté pour la consommation par les utilisateurs, qu'ils soient des particuliers ou des industriels.

### II.7.2. Types de postes électriques :

Les postes électriques, souvent désignés comme des sous-stations, sont situés aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution. Ils remplissent diverses fonctions essentielles dans le réseau électrique, et plusieurs types de postes existent, notamment :

- **Postes de sortie de centrale :** Leur objectif est de connecter une centrale de production d'énergie au réseau électrique.

- **Postes d'interconnexion** : Ils permettent d'interconnecter plusieurs lignes électriques à haute tension (HTB).
- **Postes élévateurs** : Leur rôle est d'élever le niveau de tension à l'aide de transformateurs.
- **Postes de distribution** : Ils ont pour but principal d'abaisser le niveau de tension de l'électricité afin de la distribuer aux clients résidentiels ou industriels. L'aspect des postes électriques varie considérablement en fonction de leurs fonctions spécifiques. Ils peuvent être installés en surface dans des enceintes, être souterrains ou être situés à l'intérieur des bâtiments qu'ils alimentent.

### II.7.3. Postes de distribution HTA/BT :

Ce type de station remplit deux rôles principaux :

- Il peut agir comme multiplicateur de départ MT en aval du poste HTB/HTA. Dans ce cas, aucun transformateur n'est nécessaire.
- Il assure le passage entre deux niveaux de moyenne tension (MV).

Les postes HTA/BT sont situés à proximité des utilisateurs basse tension. Ils réduisent la tension à une valeur adaptée pour les équipements domestiques et industriels. Ont désigné quelques caractéristiques :

- Les tensions d'entrée sont de 10 ou 30 kV.
- Le réseau de Blida utilise des tensions de 10 kV et 30 kV.
- Les tensions de sortie (utilisation) sont de 230/400V.
- La puissance varie de 100 à 630 kVA.
- Ils peuvent être alimentés de manière souterraine (coupure d'artère) ou aérienne (dérivation).
- Ils comprennent une cellule de protection générale par disjoncteur HTA, une cellule de comptage de l'énergie, une protection des transformateurs par fusible HTA, et un Tableau Général Basse Tension (TGBT).

### II.7.4. Source de poste HTA/MT :

Les postes avec cellules préfabriquées sont des unités modulaires utilisées dans les réseaux électriques pour la distribution et la gestion de l'énergie. Chaque cellule remplit une fonction spécifique et contribue au bon fonctionnement de l'ensemble. Voici un fonctionnement de chaque type de cellule :



- **Cellule d'arrivée** : Cette cellule est responsable de la réception de l'énergie électrique depuis une source externe, telle qu'une ligne de transmission ou un transformateur principal.
- **Cellule départ** : Distribue l'énergie électrique vers différentes lignes de distribution ou vers des équipements spécifiques.
- **Cellule couplage** : Permet de coupler deux barres omnibus (ou busbars) pour assurer une flexibilité et une redondance dans le système de distribution.
- **Cellule mesure** : Effectue la mesure et la surveillance des paramètres électriques (tension, courant, puissance, etc.).

La position de cellule dans le poste donne l'étage MT le figure II .16, II.17 représente l'étage MT et les cellules :



Figure II .16 : a)salle MT.

Figure II .16 :b) cellules salle MT.

Figure II.17 :composant de cellule.

### II.7.5. Eléments constitutifs d'un poste de HTA/MT :

Dans notre projet, les éléments qui nous intéressent sont :

### 1. Relais de protection numériques :

Les relais de protection numériques sont des dispositifs dotés de microprocesseurs qui analysent les tensions, les courants et d'autres paramètres du système électrique. Leur rôle est de détecter les anomalies dans un système de commande industriel comme le montre la figure II.18.



Figure II.18: Relais de protection numériques.

### 2. Comptage d'énergie :

Un compteur électrique est un appareil utilisé pour mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans un lieu, que ce soit une habitation ou une industrie. Il est essentiel pour les fournisseurs d'électricité afin de facturer la consommation d'énergie aux clients (Figure II.19).



Figure II.19 : Compteur électrique.

### 3. Alimentation auxiliaire :

Les alimentations auxiliaires fournissent de l'énergie électrique aux installations des postes électriques. Elles sont essentielles pour le fonctionnement du système de contrôle-commande, en garantissant une alimentation de secours en cas de panne de tension alternative. [17].

#### 4. Système de contrôle-commande numérique (CCN) :

Un système de contrôle-commande numérique est un système informatique qui interagit avec l'environnement physique réel à travers des capteurs et/ou des actionneurs. Contrairement aux systèmes informatiques classiques, il est conçu pour piloter des processus physiques. [18]

#### 5. Un consignateur d'état :

Ce dispositif est chargé de recueillir toutes les indications de fonctionnement des composants, des dispositifs de protection et d'automatisation, ainsi que des équipements de transmission et de surveillance du poste électrique. L'armoire du consignateur d'état est habituellement installée dans la salle de contrôle. Cet équipement est connecté à un ordinateur personnel et à une imprimante.

Pour chaque indication, il existe deux options [15] :

- Enregistrement sur le consignateur d'état sans activation de l'alarme.
- Enregistrement sur le consignateur d'état avec activation de l'alarme.

#### 6. Transformateurs :

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

- a) **Le transformateur de puissance (TP)** est utilisé pour convertir les valeurs de tension et de courant du réseau en un système de valeurs différentes. Il est représenté dans la figure 2.5 ci-dessous, illustrant un transformateur de puissance dans un poste électrique à BENI MARED (Figure II.20).
- b) **Autotransformateur** remplit la même fonction que le transformateur de puissance, mais avec une différence fondamentale, il n'y a pas d'isolation entre le primaire et le secondaire. Cela est visible dans la figure II.20, où le courant parcourt l'ensemble du primaire et une dérivation en un point détermine la sortie du secn,j

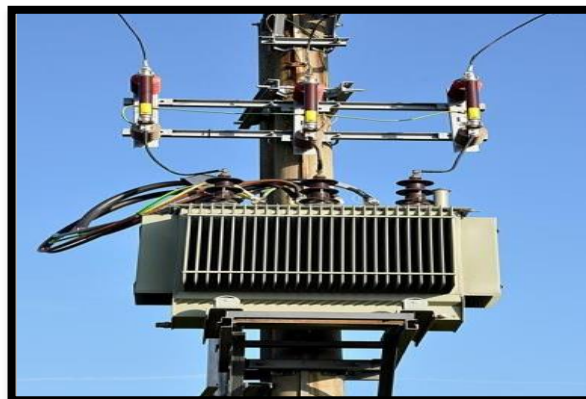


**Figure. II.20 : Autotransformateur**

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

- **Transformateurs de courant (Tc)** Ce sont des transformateurs de mesure dans lesquels le courant secondaire est pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle presque nul, dans des conditions d'utilisation normales.

b) **Transformateurs de tension (Tt)** Ils sont utilisés sur les lignes à haute tension pour alimenter des appareils de mesure ou de protection. Ces transformateurs de haute précision ont un rapport de transformation qui varie très peu avec la charge, comme montré dans la figure II.21. Ils permettent d'isoler les appareils de mesure de la haute tension et de les alimenter à des tensions appropriées [19].



**Figure II.21 : Transformateur de tension.**

**7.Disjoncteur (Dj) :** est un élément essentiel de protection, conçu pour établir, supporter et interrompre le courant sous sa tension assignée. Sa fonction principale est de couper des courants de défaut très élevés afin de protéger les équipements du réseau contre les dommages. La figure II.22 illustre un disjoncteur à haute tension [20].



**Figure II.22:** Disjoncteur à haute tension

**8.Sectionneur (S) :**

Le sectionneur, quant à lui, est un dispositif électromécanique permettant de séparer mécaniquement un circuit électrique de son alimentation. Il assure une distance de sectionnement adéquate pour permettre aux opérateurs d'effectuer des opérations de maintenance en toute sécurité. La figure II.23 montre un exemple de sectionneur de barre [21].



**Figure II.23** : sectionneur de barre

### 9. Sectionneur de mise à la terre (St) :

Joue un rôle crucial en garantissant la sécurité des opérations de maintenance et d'intervention humaine dans un environnement électrique. Son principal objectif est de restaurer le potentiel d'un appareil qui a été mis hors tension, créant ainsi un environnement sûr pour les techniciens ou les opérateurs qui interviennent sur l'équipement (figure II.26).



**Figure II.24** : Sectionneur de mise à la terre (MALT).

On peut les trouver sous trois formes, en fonction de leurs ouvertures comme illustrés en Figures ci-dessous (Horizontale, verticale et pantographe). [21]



**Figure II.25:** Sectionneur vertical



**Figure II.26 :** Sectionneur pantographe

Les parafoudres sont des dispositifs destinés à limiter les surtensions induites par la foudre ou les manœuvres de commutation, protégeant ainsi les transformateurs, les instruments et les machines électriques. La figure II.27 illustre un



**Figure II.27 :** Parafoudre.

### 11.Jeu de barres (B) :

Les jeux de barres sont généralement des barres plates ou des tubes creux en cuivre ou en aluminium (les plus grands jeux de barres peuvent atteindre un diamètre de 120mm) (Figure II.28).



**Figure II.28:** Jeu de barres.

En haute tension, les jeux de barres peuvent être posés sur des isolants, dans ce cas se sont des tubes comme la montre dans la figure II.29 suivante :



**Figure II.29:** Tubes.

Ils peuvent être tendus, c'est-à-dire que les jeux de barres sont flexibles (figure II.30) et suspendus par des chaînes isolantes à des structures métalliques.



**Figure II.30 :** flexibles.



Les jeux de barres permettent de relier les différents composants d'un poste électrique, ce qui les rend très importants mais aussi très fragiles [20].

**II.8. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système SCADA en détaillant ses éléments. C'est un outil essentiel pour la supervision à distance des installations électriques. Nous avons exploré en détail les composants du SCADA, ainsi que les différents types de postes électriques et leur fonctionnement dans la distribution et la transformation de l'énergie électrique. En outre, nous avons examiné comment les réseaux électriques sont exploités grâce à la télé conduite, soulignant son rôle crucial dans la gestion efficace et sécurisée de l'électricité.

## ***CHAPITRE III***

### ***Présentation de la TG et système DMS***

### III.1. Introduction :

Dans le domaine de la distribution électrique, les postes HT/MT jouent un rôle crucial en assurant la transformation, la distribution et la gestion de l'énergie à différents niveaux de tension. Parmi leurs composants essentiels, la Tranche Générale (TG) occupe une place centrale, assurant la liaison et le bon fonctionnement de l'ensemble du réseau.

Ce chapitre se concentre sur la protection au sein des postes électriques, avec une attention particulière sur la TG. Nous explorerons la structure interne de la TG, ses composants et son rôle dans la détection et la gestion des défauts électriques. Nous analyserons également les caractéristiques des protections électriques et leur importance pour la fiabilité et la sécurité des réseaux. En parallèle, nous examinerons les systèmes de gestion de la distribution (DMS) et leur intégration avec SCADA, soulignant leur rôle dans l'optimisation des opérations des postes électriques.

### III.2. Protection à l'intérieur du poste MT :

#### III.2.1. Présentation de La tranche générale :

Une "tranche générale" est une division ou une portion d'un système électrique, généralement appliquée dans les installations à haute tension ou très haute tension. Cette division permet de séparer le système en parties distinctes, facilitant ainsi la gestion, la maintenance et la sécurité de l'ensemble.

- **Une tranche haute tension :**

Appelée également cellule (travée), constituée par l'ensemble du matériel THT, HT et MT (disjoncteurs, sectionneurs, transformateurs et réducteurs de mesure), par les liaisons THT, HT ou MT (jeux de barres ou câbles de puissance), mais aussi par les équipements du réseau (matériel et liaisons BT) qui permettent la commande et le fonctionnement du matériel THT, HT ou MT.

- **Une tranche basse tension (MT) :**

Constituée par le matériel et les circuits BT pour la conduite et le contrôle de la fraction du poste considéré. Du point de vue de l'installation du matériel (figure III.1).



Figure III.1: la TG de poste SONLGEZ SIDI EI KBER

### III.2.1.1. Structure interne de la TG :

La structure interne de la TG varie selon son type (MICOM C264 PACIS ABB), elle contient plusieurs cartes et chaque carte joue un rôle spécial, la figure III.2 présente les différents modules (cartes) de la TG C264.

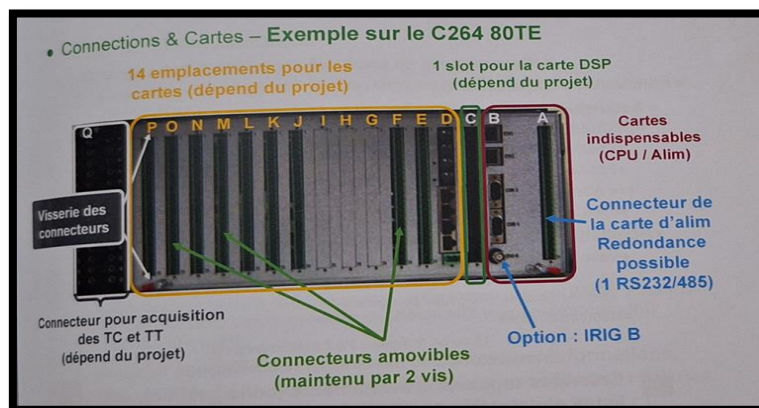
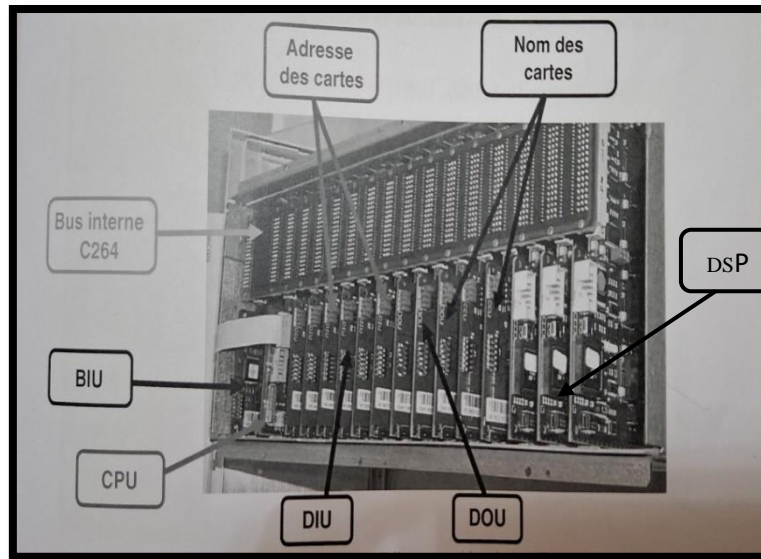


Figure III.2: exemple de structure interne de la TG C264

### III.2.1.2. Emplacement et rôle des cartes de la TG :

La figure suivante donne un exemple sur l'emplacement des cartes dans la TG C264 :



**Figure III.3** : exemple sur emplacement des cartes

a) **Les carte CPU & BIU des (Cartes obligatoire) :**

Dans la conception des processeurs, la carte CPU et BIU jouent des rôles essentiels dans la TG, la carte CPU est principalement responsable de l'exécution des opérations arithmétiques, elle garantit la fiabilité des résultats, tandis que BIU gère l'interface avec le bus système pour assurer un transfert efficace des données entre le CPU et les autres composants du système.

b) **Les carte d'E \S logique :**

**La Carte DIU xxx** : elle gère les interfaces numériques pour le système, facilitant la communication avec d'autres dispositifs ou systèmes numériques.

**2) Carte DOUxxx:**

Responsable de la gestion des sorties numériques du système, convertissant les signaux internes en signaux compatibles avec d'autres appareils ou systèmes.

**3)CCUxxx:**

Cette unité assure le contrôle centralisé de divers processus et opérations au sein du système, coordonnant les activités des différents composants pour assurer un fonctionnement efficace.

c) **Carte DSP :**

La carte DSP permet de mesurer les fréquences, de calculer la puissance, comme elle assure la fonction de protection.

### III.2.1.3. Fonctionnement de la TG :

Elle agit comme un gardien sur les appareils électriques dans les postes électriques.

L'information des défauts est transmise à travers les câbles de réseaux (Fibre optique, Radio, GPRS) jusqu'à la salle CCN, et de là, jusqu'au SCADA.

Lorsque l'information de défaut est validée par la TG, le site de ce dernier est mentionné au niveau d'un terminal et est imprimé, à partir de là, un superviseur contacte des techniciens pour réparer le défaut.

**III.2.1.4. La connexion entre la TG et le SACADA :**

La connexion entre la TG, le SACADA, les disjoncteurs et les autres éléments de poste se fait via des câbles réseau avec plusieurs protocoles (MODBUS, Ethernet...), e des switches, la figure suivante détaille plus la connexion :

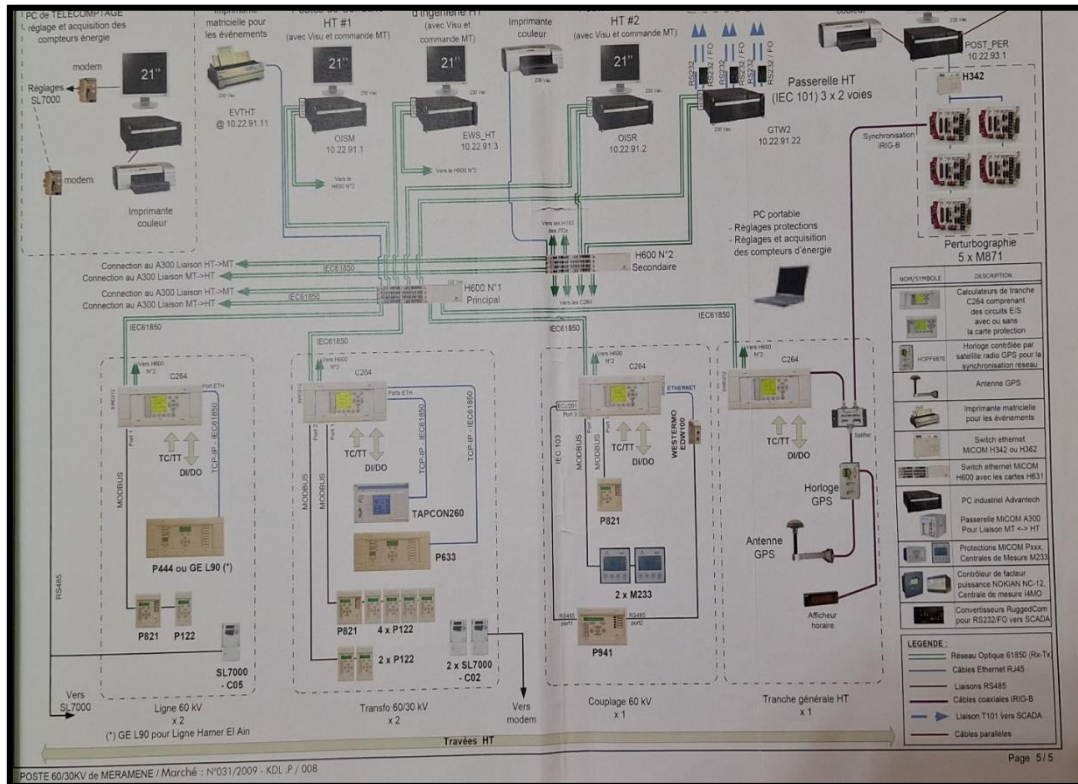


Figure III.4 : schéma électrique de poste

**III.2.1.4. Emplacement de la TG :**

La TG se trouve dans le poste électrique au niveau de la salle CCN, elle est reliée avec les switches, avec des câbles réseau et avec l'alimentation, la figure suivante représente la position de cette dernière.

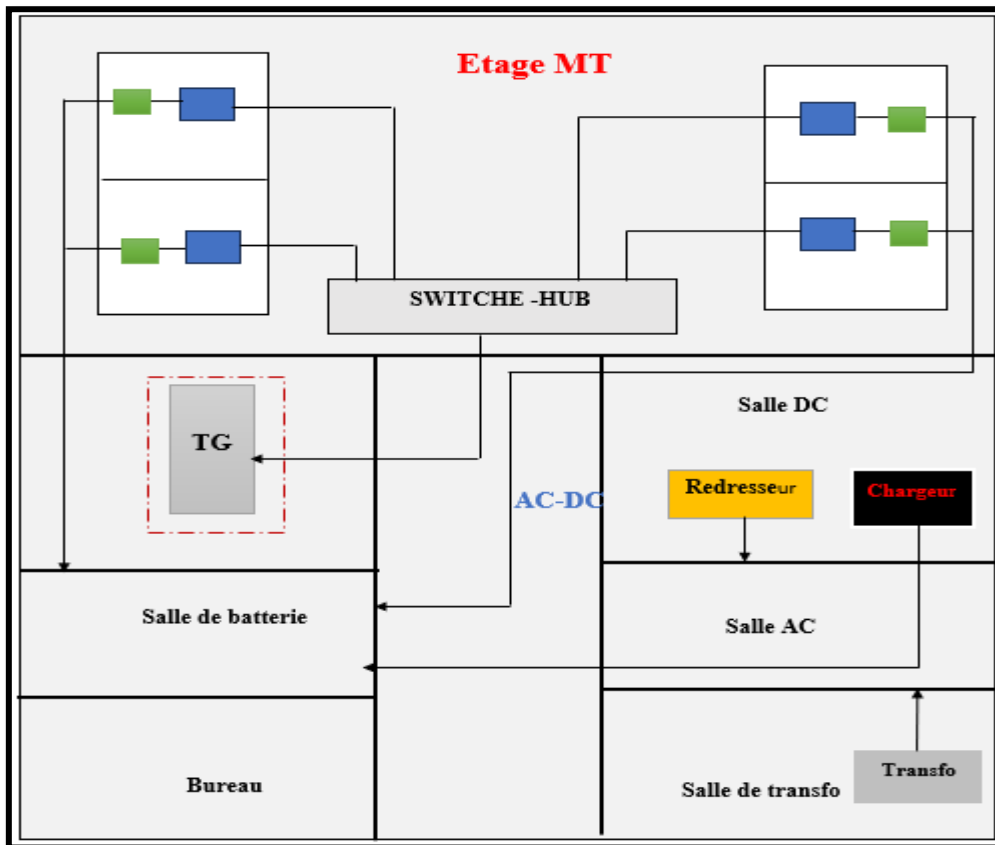


Figure III.5 : la position de la TG dans le poste

### III.2.2. Présentation des défauts à l'intérieur de poste :

En général, il y a plusieurs défauts dans un poste qui peuvent être gérés par la TG, dans ce qui suit, nous citons quelques-uns de ces défauts :

#### a) Défaut de température :

Lorsqu'un défaut de température se produit dans une station, une augmentation anormale de la température est indiquée à l'intérieur de la station, cette dernière peut être due à plusieurs facteurs possibles telles que surcharge des équipements électriques un dysfonctionnement du système de refroidissement ou même des facteurs environnementaux externes tels que des températures élevées.

Lorsque la température augmente de manière anormale, cela peut entraîner des dommages aux équipements électriques et augmenter le risque d'incidents tels que les incendies. Par conséquent, l'équipe de maintenance ou les techniciens spécialisés doivent rapidement vérifier la situation et prendre les mesures nécessaires pour corriger la situation, que ce soit en réduisant la charge sur les équipements, en réparant ou en remplaçant les pièces défectueuses, ou en améliorant le système de refroidissement.

**b) Défaut de batterie :**

Un défaut de batterie dans un poste électrique peut se référer à une défaillance ou une dégradation de la batterie de secours ou de la batterie de stockage utilisée pour fournir une alimentation de secours en cas de coupure d'électricité. Ce type de défaut peut compromettre la capacité du poste électrique à maintenir son fonctionnement normal en cas d'urgence, ce qui peut entraîner des interruptions de courant non planifiées.



**Figure III.6:** Les batterie de poste SIDI El KBER

**c) Défaut de Redresseur :**

Le défaut dans le redresseur se produit dans une station électrique, cela signifie qu'il y a un problème dans la conversion du courant alternatif en courant continu à l'intérieur du transformateur. Le redressement est le processus de conversion du courant alternatif en courant continu. Lorsqu'un défaut survient dans ce processus, le système électrique peut être affecté négativement.

La défaillance peut être due à plusieurs facteurs, tels qu'une défaillance des composants électroniques utilisés dans le processus de redressement, un problème avec les connexions ou les câbles, ou même une surcharge du système électrique.





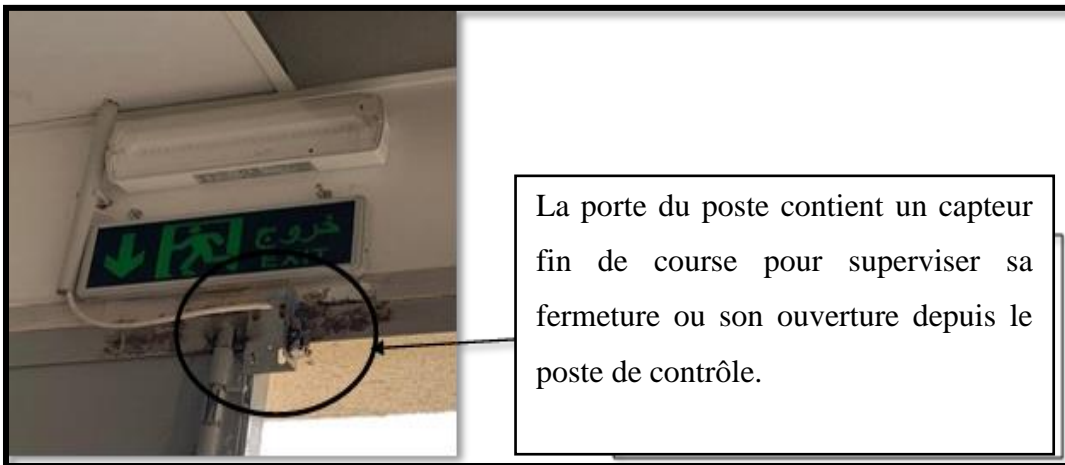
Figure III.7 : Redresseur de poste SIDI EL KBER

**d) Porte ouvert :**

En raison de l'importance de la sécurité générale de l'homme et de l'animal contre le risque d'électricité et d'exposition aux produits chimiques. Ceci d'une part.

D'autre part, l'équipement électrique, considéré comme coûteux, peut être endommagé.

D'où la nécessité de la mise en place d'un capteur pour informer l'état ouvert ou fermé de la porte du poste de contrôle qui détecte le danger ultérieur et envoie l'information depuis la TG.



**e) Défaut d'incendies :**

Ils peuvent être déclenchés par diverses causes liées à l'électricité, telles que les courts-circuits, les surcharges, les dysfonctionnements des équipements électriques, ou même les défauts d'isolation. Il est crucial d'installer et de maintenir des systèmes électriques conformes aux normes de sécurité pour prévenir les incendies d'origine électrique.



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



**f) Surcharges électriques :**

Lorsqu'un circuit est surchargé avec plus de courant que ce pour quoi il est conçu, cela peut entraîner une surchauffe des fils électriques et des appareils, augmentant ainsi le risque d'incendie. Le disjoncteur général réagira en coupant l'alimentation électrique pour éviter les dommages.

**g) Courts-circuits :**

Un court-circuit se produit lorsqu'un circuit électrique est complètement contourné, permettant à un courant élevé de circuler librement. Cela peut survenir en raison d'un câblage défectueux ou d'un dysfonctionnement d'un appareil. Le disjoncteur général détectera ce surcroît de courant et coupera automatiquement l'alimentation pour éviter les dommages.

**h) Défauts d'isolement :**

Si l'isolation autour des fils électriques est endommagée ou dégradée, cela peut entraîner des défauts d'isolement. Ces défauts peuvent permettre à du courant de fuir vers des chemins non désirés, ce qui peut causer des dommages aux appareils et même provoquer des incendies. Le disjoncteur général peut détecter ces anomalies et réagir en coupant l'alimentation.

**III.2.3. Détection des Défaut :**

La figure ci-dessous montre un exemple de détection de défauts (détection de fumée et porte ouverte dans ce cas de figure)

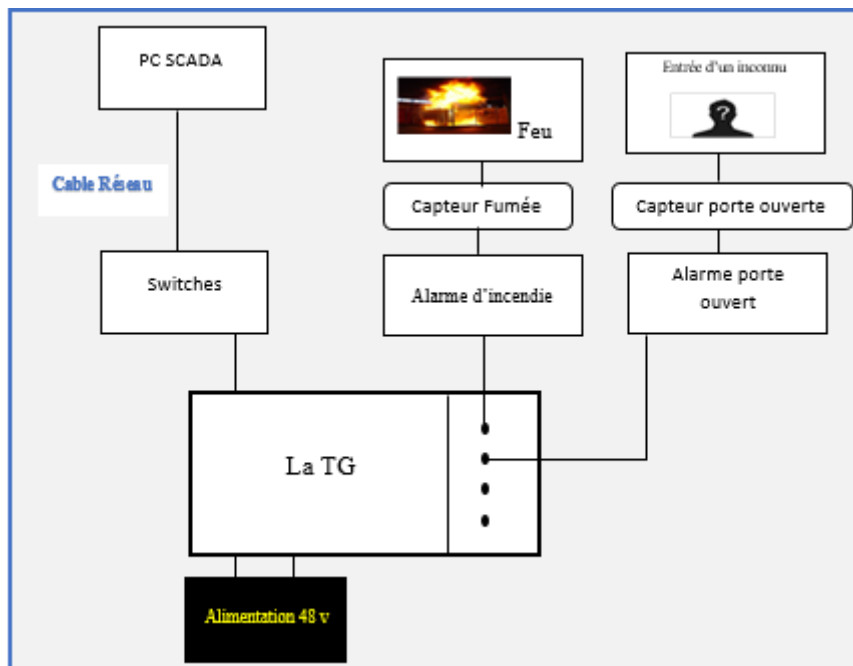


Figure III.8: exemple de détection de défauts avec la TG

### III.2.4. Les conséquences des défauts :

#### 1. Panne de courant :

L'un des effets les plus immédiats d'un défaut dans un poste électrique est une panne de courant, ce qui peut entraîner des perturbations dans l'alimentation électrique des équipements et des utilisateurs finaux.

#### 2. Dommages aux équipements :

Les défauts électriques tels que les surtensions, les courts-circuits ou les surcharges peuvent endommager les équipements connectés au poste électrique, tels que les transformateurs, les disjoncteurs, les appareils de mesure, etc.

#### 3. Incendies :

Certains défauts électriques, notamment les courts-circuits et les arcs électriques, peuvent déclencher des incendies dans le poste électrique ou dans ses environs. Cela peut entraîner des dommages matériels importants et représenter un risque pour la sécurité des personnes à proximité.

#### 4. Risques pour la sécurité :

Les défauts électriques peuvent présenter des risques pour la sécurité des travailleurs qui interviennent sur le poste électrique pour effectuer des réparations ou des maintenances. Les

arcs électriques, par exemple, peuvent être très dangereux et nécessitent une formation spécifique et l'utilisation d'équipements de protection individuelle adéquats.

#### **5. Interruption des services publics :**

En cas de défaut grave ou prolongé, un poste électrique peut être hors service pendant un certain temps, ce qui peut entraîner des interruptions des services publics tels que l'électricité pour les habitations, les entreprises, les infrastructures critiques, etc.

#### **6. Coûts de réparation et de remplacement :**

Les défauts dans un poste électrique peuvent entraîner des coûts importants pour la réparation ou le remplacement des équipements endommagés. De plus, les interruptions de service peuvent entraîner des pertes économiques pour les entreprises et les collectivités.

### **III.2.5. Les caractéristiques principales d'une protection électrique :**

Une protection électrique doit posséder les qualités suivantes :

1. **Rapidité** : La protection doit éliminer rapidement le défaut, avec une décision en 20 ms et une coupure après 70 à 100 ms. Le temps de déclenchement comprend celui de la protection et le délai d'ouverture des disjoncteurs.
2. **Sûreté** : La protection déclenche lors d'un défaut, mesurée en nombre de défaillances sur commande.
3. **Sécurité** : La protection ne déclenche pas de manière intempestive.
4. **Fiabilité** : Elle combine les notions de sûreté et de sécurité.
5. **Sélectivité** : Elle vise à mettre hors tension uniquement la partie du réseau concernée par un défaut (ligne départ ou arrivée, jeu de barres, transformateur, etc.) et seulement celle-ci.
6. **Sensibilité** : La protection doit détecter tous les défauts, même les plus faibles.
7. **Disponibilité** : La protection doit toujours être opérationnelle et conçue pour faire face à tout défaut électrique grâce à au moins deux types de protections différentes (principe de redondance) : celle déclenchant en fonctionnement normal (déclenchement instantané) et celle déclenchant en cas de défaillance de la première (déclenchement temporisé et protection de secours).

### **III.3. Protection à l'extérieur du poste MT :**

#### **III.3.1. Système globale des postes à l'extérieur :**

L'électricité peut être transférée d'un poste à un autre en utilisant une variété de technologies et de structures de base. Il y a des câbles électriques haute tension qui parcourent de longues

distances, et ce qui est supporté par les sous-stations est généralement capable de transporter de grandes quantités d'électricité vers les zones de demande.

Ces sous postes contiennent l'arrivée qui est le point d'entrée de l'électricité au sous-poste et le départ est le point de sortie de l'électricité du sous-poste aux consommateurs finaux. Le système de postes externes fonctionne avec le système de gestion de la distribution (DMS ou Distribution Management System en anglais) pour gérer efficacement le système de distribution électrique.

### III.3.2. Présentation d'un système de gestion de la distribution (DMS) :

Un système DMS est un ensemble d'applications conçues pour surveiller et contrôler l'ensemble du réseau de distribution de manière efficace et fiable. Il est équivalent à un système d'aide à la décision pour aider au niveau de la salle de contrôle le personnel d'exploitation sur le terrain à surveiller et à contrôler le système de distribution électrique [22].

### III.3.3. Pourquoi DMS ?

- Réduire la durée des pannes
- Améliorer la vitesse et la précision des prévisions d'interruption.
- Réduire les temps de patrouille et de conduite des équipes grâce à une meilleure localisation des pannes
- Améliorer l'efficacité opérationnelle.
- Déterminer les ressources de l'équipage nécessaires pour atteindre les objectifs de restauration.
- Utiliser efficacement les ressources entre les régions d'exploitation.
- Déterminer le meilleur moment pour programmer des équipes d'entraide.
- Satisfaction client accrue.
- Améliorer la fiabilité du service en suivant tous les clients touchés par une panne, en déterminant les configurations électriques de chaque appareil sur chaque ligne d'alimentation et en compilant les détails de chaque processus de restauration [23].

### III.3.4. Les fonctions DMS :

Les fonctions réalisées sont celles typiques d'un système de gestion de la distribution électrique:

**Gestion graphique de la topologie du réseau :** Offre des fonctionnalités de zoom, localisation de pannes, et représentation graphique intuitive.

**Mise à jour dynamique de la topologie :** Assure que le modèle du réseau est constamment à jour avec les changements en temps réel.

**Gestion de différents types de représentation graphique du réseau :** Propose des vues fonctionnelles, directrices, et pour différents niveaux de tension des lignes.

**Intégration native avec les dispositifs RTU :** Connecte avec les unités terminales distantes (RTU) via divers médias de communication et protocoles, assurant une communication fluide et intégrée.

**Fonctionnalité automatique de recherche du tronçon en panne :** Automatise la localisation des segments de réseau en panne, accélérant les temps de réponse.

**Modalité étude pour analyse off-line :** Permet une analyse hors ligne de l'état du réseau et des possibles manœuvres, facilitant la planification et la prise de décision pour des situations futures [24].

### III.3.5. Fonctionnement du système SCADA-DMS :

Le système SCADA-DMS combine les capacités de SCADA et de DMS pour gérer et optimiser les réseaux de distribution électrique de manière efficace. SCADA collecte des données en temps réel à partir de capteurs et équipements du réseau, et fournit une interface graphique pour surveiller et contrôler ces équipements à distance. Le DMS utilise ces données pour surveiller l'état du réseau, détecter et localiser les pannes, et optimiser les flux de puissance. En cas de panne, SCADA détecte automatiquement les anomalies et génère des alarmes, tandis que le DMS analyse les pannes, propose des plans de restauration, et alloue les ressources nécessaires. De plus, le DMS utilise des algorithmes avancés pour optimiser le flux de puissance, gérer la charge, et réduire les pertes énergétiques. Le système permet également de planifier et simuler divers scénarios de réseau pour des expansions futures. L'intégration de SCADA et DMS améliore la fiabilité, l'efficacité et la sécurité des systèmes de distribution électrique, tout en réduisant la durée des pannes, augmentant la satisfaction des clients, et assurant la conformité avec les régulations de sécurité [26].

### III.3.6. Gestion des défauts par le DMS :

Le DMS peut faire la gestion des défauts ci-dessous :

➤ **Auto-extincteurs :**

De très faible durée, ils disparaissent d'eux même sans qu'il soit nécessaire de couper le départ.

➤ **Défauts fugitifs :**

Disparaissent après une coupure très brève de l'ordre de 0,3 seconde (amorçage avec arc).

➤ **Défauts semi - permanents :**

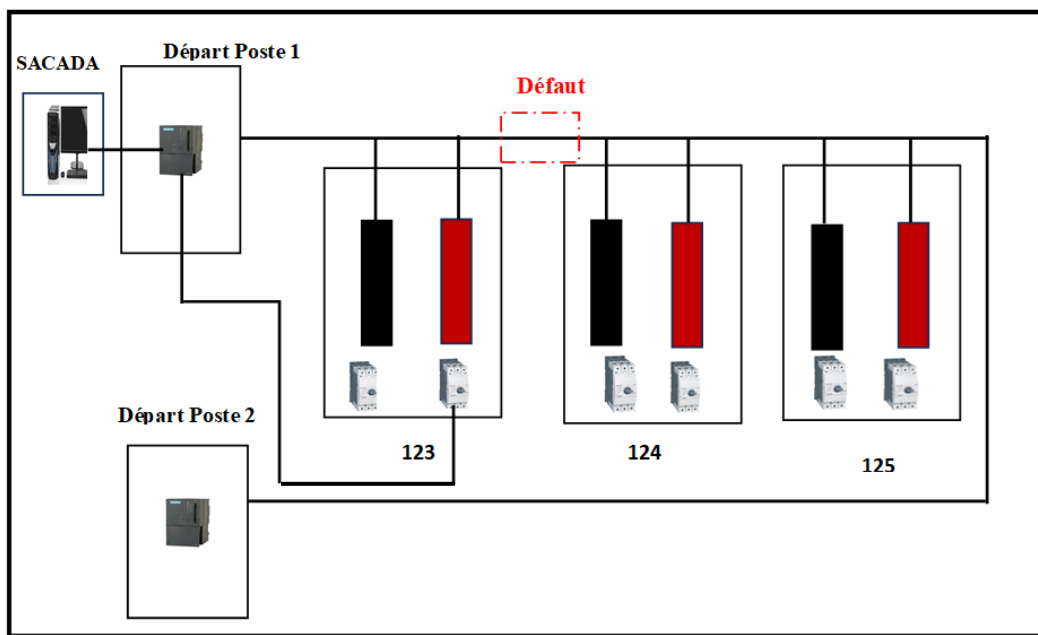
Ne disparaissent que si le départ est coupé pendant plusieurs secondes (branchette entre conducteurs par exemple).

➤ **Défauts permanent :**

Nécessitent l'intervention humaine. Leur durée ne dépend que de la rapidité de cette intervention.

### III.3.7. La détection des Défaut :

La figure ci-dessous montre un exemple de détection de défauts (détection de court-circuit ce cas de figure).



**Figure III.9:** exemple de détection de défauts avec système DMS

Si un défaut survient entre les sous postes 123 et 124, une information arrive au SCADA, elle mentionne la localisation du défaut (i.e. entre 123 et 124).

### III.4. Conclusion :

En conclusion, la gestion efficace des systèmes électriques haute et basse tension au sein des postes électriques, y compris la Tranche Générale (TG), est essentielle pour assurer la fiabilité, la sécurité et la continuité de l'approvisionnement en électricité. Les technologies modernes, telles que les systèmes SCADA et DMS, permettent une surveillance en temps réel, une détection rapide des défauts et une gestion optimisée des pannes. Une protection électrique adéquate, combinant rapidité, fiabilité et sécurité, est cruciale pour minimiser les risques et les impacts des défauts électriques. La mise en place de protocoles rigoureux et l'utilisation de

*Chapitre IV*  
*Simulation de la TG et DMS*



## IV.1. Introduction :

Ce chapitre examine en détail l'utilisation du TIA Portal, ses fonctionnalités, les composants matériels comme l'API S7-1200, et la création de la supervision via l'interface HMI. Il présente également les techniques de détection de défauts et la simulation des processus

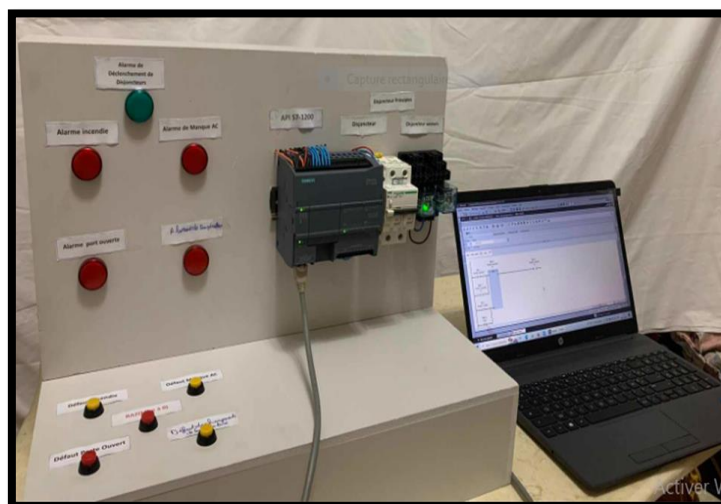
Dans notre travail, nous avons réalisé une maquette afin de simuler quelques défauts qui peuvent survenir au niveau des postes MT, ces derniers sont gérés par la TG en utilisant un l'automate S7 1200, nous avons également simuler via TIAPORTAL des défauts qui peuvent apparaitre aux niveaux des sous postes (postes BT), à ce stade, le système DMS entre en jeu pour faire la localisation des défauts.

Ce chapitre expose notre travail, tout en présentant l'utilisation du TIA Portal.

## IV.2. La protection à l'intérieur de poste :

### IV.2.1. La gestion des défauts par la TG :

La figure IV.1 présente la maquette réalisée pour simuler les défauts qui peuvent survenir dans les postes MT.



**Figure IV.1:** maquette de simulation des défauts gérés par la TG

La TG, comme nous l'avons dit précédemment est remplacée par l'automate S7 1200, dans la simulation des défauts, elle actionne des voyants pour les signaler (les défauts).

Dans le cas réel i.e. au niveau des postes MT, la TG détecte le défaut et envoie l'information vers le SCADA.

Dans notre simulation, on a considéré cinq défauts majeurs, l'organigramme de la gestion des défauts est donné dans la figure IV.2 cette gestion est programme sur l'automate S7 1200.

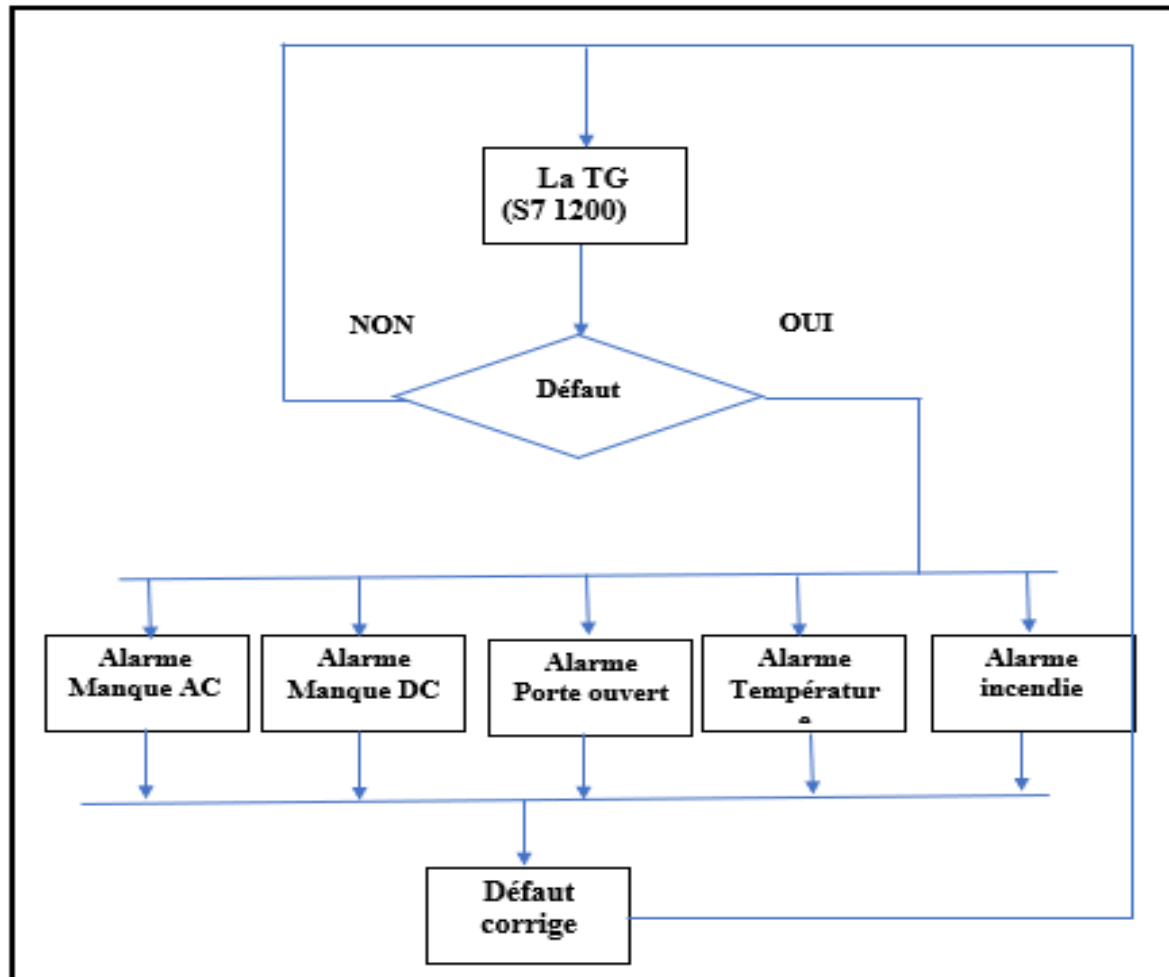
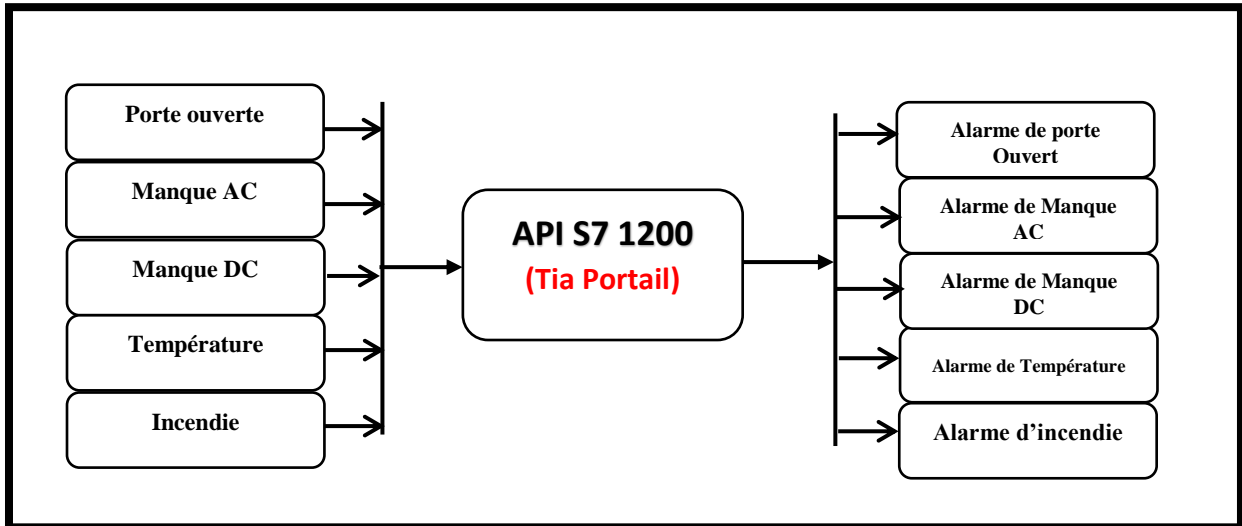


Figure IV.2 : Organigramme de la gestion des défauts.

Dans ce programme les défauts sont utilisés comme des entrées (%I, %M,) et les alarmes comme des sorties (%Q), et on ajoute la mise à 0 (bouton poussoir raz) pour annuler les défauts et arrêter l'alarme. La table des entrées sorties est donnée en annexe 1.

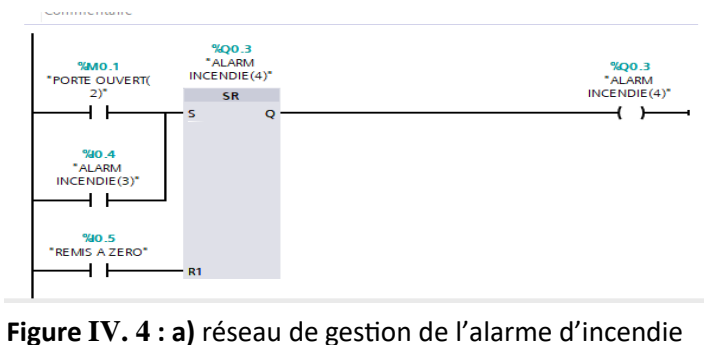
#### IV.2.2. Fonctionnement du système réalisé :

La description-générale du système de simulation de la TG réalisé, est illustré par le schéma suivant :

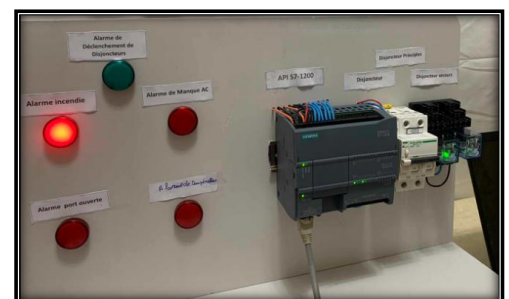


**Figure IV. 3 :** description générale des organes d’entrées et de sorties du système  
 Dans ce qui suit, nous allons montrer le fonctionnement de chaque organe de ce système à travers les programmes de gestion qui consistent à détecter les différents défauts.

1. **Défaut incendie** : lorsque le capteur d’incendie détecte une fumée, l’automate se charge de déclencher l’alarme incendie en allumant le voyant correspondant à ce défaut. (Figure IV. 4)



**Figure IV. 4 : a)** réseau de gestion de l’alarme d’incendie



**b)** simulation pratique

2. **Défaut Manque AC** : En cas de panne de courant due à un dysfonctionnement soudain, l’automate désactive : le disjoncteur principal et active le disjoncteur secondaire ainsi que l’alarme « manque AC » à travers le voyant correspondant. (Figure IV. 5)

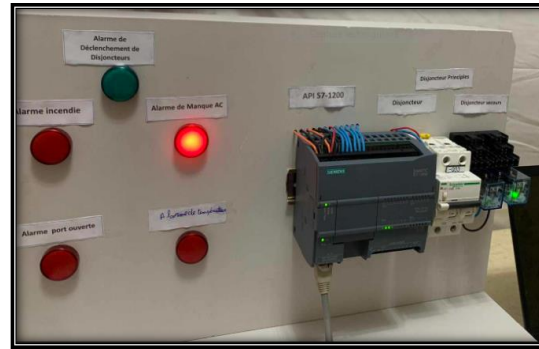
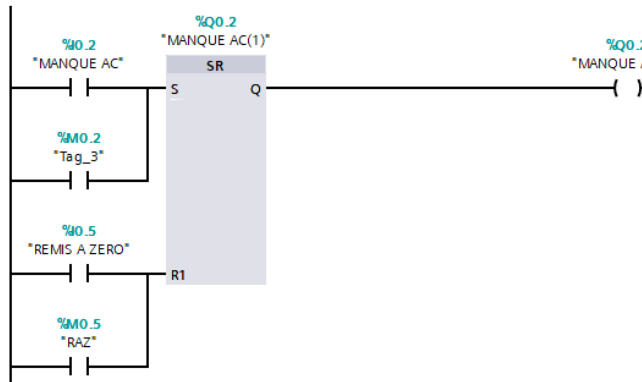
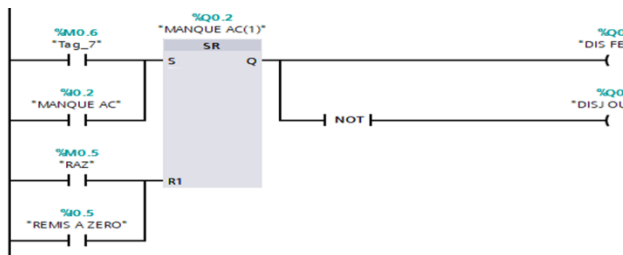


Figure IV. 5 : a) représente le réseau qui simule le défaut Manque AC

c) simulation pratique : voyant manque AC allumé et commutation des relais (représentants les disjoncteurs).



b) réseau de commutation entre le disjoncteur primaire et secondaire.

3. **Défaut température** : le capteur de température détecte un changement de température, l'automate se charge de déclencher l'alarme, en allumant le voyant correspondant à ce défaut. (Figure IV. 6)

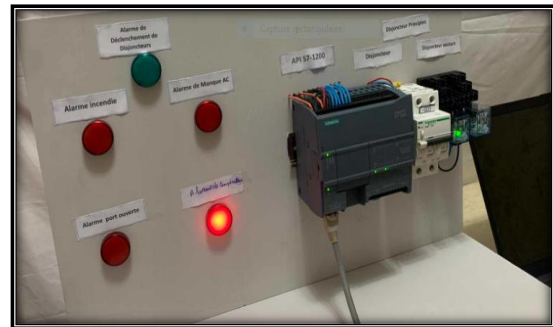
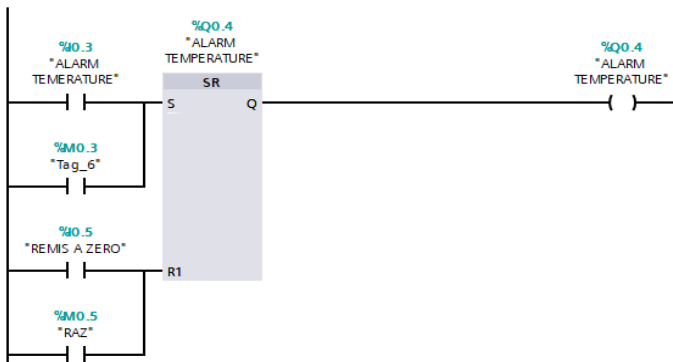


Figure IV. 6 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme Température.

b) simulation pratique : voyant Température allumé.

4. **Défaut manque DC** : (déclenchement de disjoncteur) lorsque le disjoncteur déclenchement l'automate se charge de déclencher l'alarme de déclenchement de disjoncteur, en allumant le voyant correspondant à ce défaut. (Figure IV. 7)

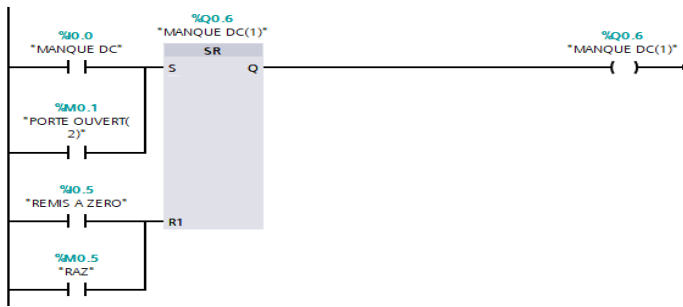


Figure IV. 7 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme manque DC.



c) Simulation pratique : voyant de manque DC allumé.

5. **Défaut porte ouvert** : lorsque d'entrée soudaine d'animaux ou d'une personne du grand public, l'automate se charge de déclencher l'alarme porte ouvert, en allumant le voyant correspondant à ce défaut. (Figure IV. 8)

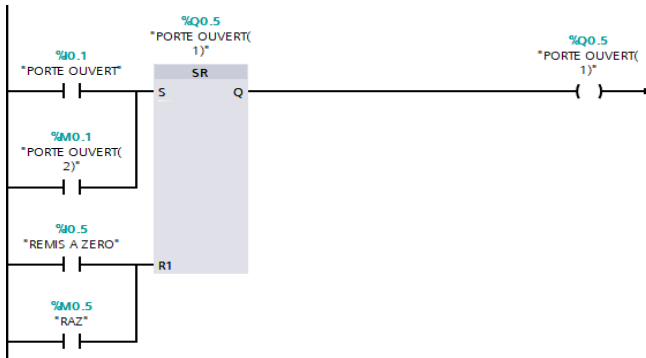
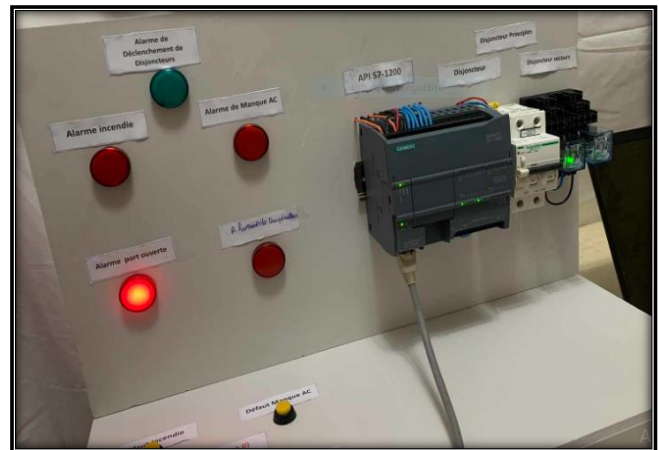


Figure IV. 8 : a) représente le réseau qui simule le défaut Alarme porte ouverte.



b) simulation pratique : voyant de porte ouverte allumé.

### IV.2.3. Table de Variable E/S :

Dans tous programme, il faut définir la liste des variables qui sont utilisées lors de la programmation, pour cela, une table des variables E /S est créé.

La figure suivante représente la table de variables utilisées dans notre Programme :

1111 ▶ PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Variables API ▶ Table de variables standard [36]

Table de variables standard

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...
1	MANQUE DC	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	DISJ OUVERT	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	REMIS A ZERO	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Tag_4	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	DIS FERME	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Tag_6	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	MANQUE AC(1)	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	PORTE OUVERT	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	PORTE OUVERT(2)	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	PORTE OUVERT(1)	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	ALARM INCENDIE (3)	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	ALARM INCENDIE (4)	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	MANQUE AC	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Tag_3	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	RAZ	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	ALARM TEMPERATURE	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	ALARM TEMPERATURE	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	MANQUE DC(1)	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Tag_1	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Tag_7	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	<Ajouter>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure IV. 9 : Table d'affectation des variables d'E/S

### IV.3. La protection à l'extérieur de poste :

#### IV.3.1. Gestion des défauts par le système DMS :

Le système DMS télécommande les départs et les arrivées du poste central et les sous postes, et localise les défauts et envoie les informations vers le SCADA. La figure IV.10 montre un exemple de connexion de sous-postes entre deux postes principaux (exemple d'étude : poste de (OULED YAICH OY) et BENI MERED).

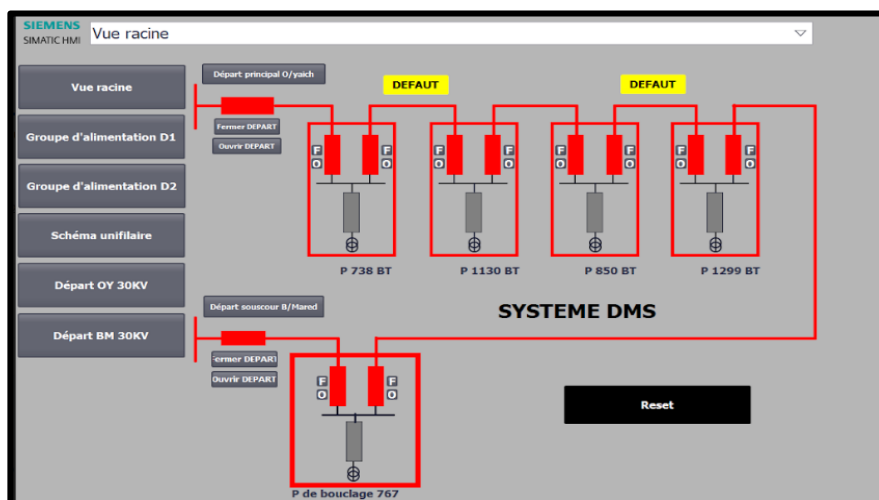


Figure IV.10 : exemple d'étude

L'organigramme de la figure IV.11 montre un exemple de fonctionnement automatique de ce dernier dans le cas où il y a un défaut entre les postes P850 et P1299.

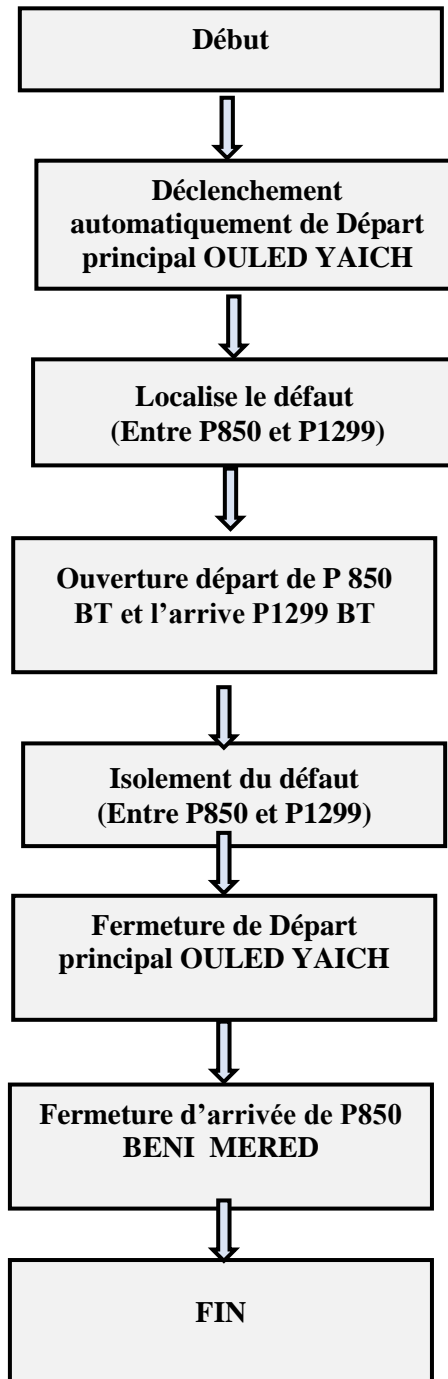


Figure IV.11 : organigramme de défaut MT entre P850 et P1299

Une interface IHM est conçue dans WINCC pour suivre le fonctionnement du système DMS, L'IHM se compose par une hiérarchie de vue (figure IV.12).

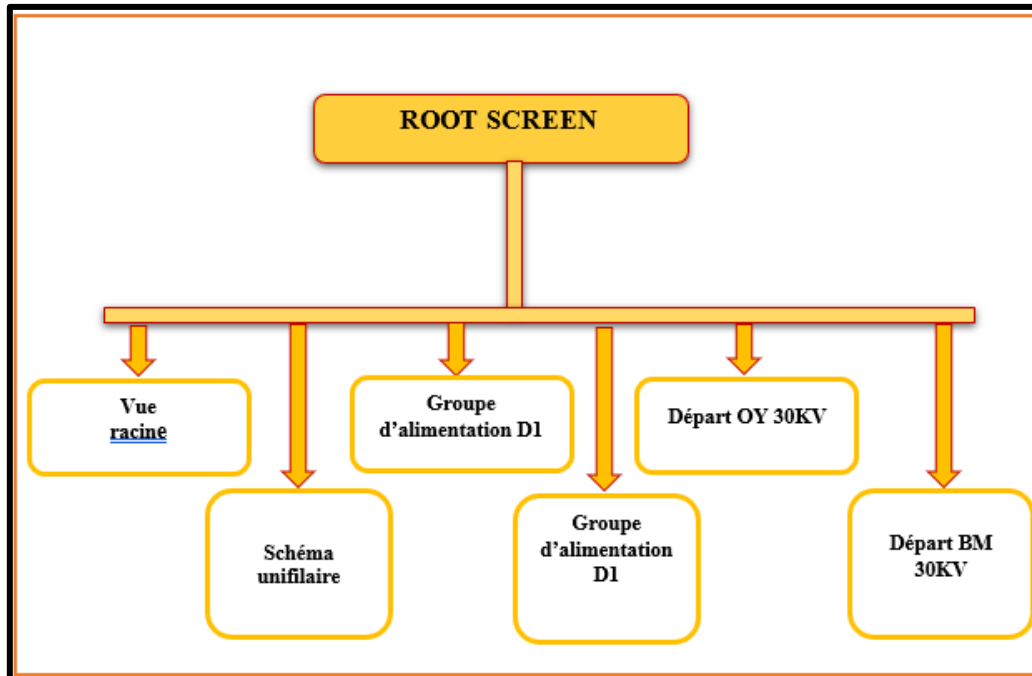


Figure IV.12 : Hiérarchie des vues.

L'IHM procure plusieurs vues pour le contrôle et la commande du système DMS. On a configuré sept vues, le tableau de l'annexe 2 représente les différentes codifications des éléments des vues.

### IV.3.2. Techniques de détection de défaut et localisation

Dans ce qui suit, nous allons présenter deux techniques de de détection de défaut et localisation

➤ **Technique N1 : Détection manuelle de défaut des postes HTA/BT**

L'incident sur le réseau souterrain HT est le sujet de notre analyse qui affecte le départ 30kV de OULED YAICH et qui travers les postes HTA/BT du réseau. Dans cette partie, on expose le déroulement de la localisation d'un défaut manuellement entre l'exploitant et le dispatcheur.

C'est une technique qui consiste à faire des manœuvres manuelles de tronçonnement, elles se présentent sous forme d'une suite de manœuvres :



- 1<sup>ere</sup> manœuvre :** Ouverture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 738.
- 2<sup>eme</sup> manœuvre :** Ouverture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 1130.
- 3<sup>eme</sup> manœuvre :** Ouverture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 850.
- 4<sup>eme</sup> manœuvre :** Ouverture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 1299.
- 5<sup>eme</sup> manœuvre :** Fermeture à distance du disjoncteur1 départ de poste principale (OULED YAICH) et la réception d'une alarme de la fonction fermeture positive
- 6<sup>eme</sup> manœuvre :** Fermeture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 738 (fermeture positive).
- 7<sup>eme</sup> manœuvre :** : fermeture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 1130 (fermeture positive).
- 8<sup>me</sup> manœuvre :** Fermeture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 850 (fermeture négative).  
Le disjoncteur 1 de départe poste principale (OULED YAICH) et la réception d'une alarme de la fonction va déclencher.
- 9<sup>eme</sup> manœuvre :** Fermeture à distance de l'interruptrice cellule arrivée motorisé dans le poste 1299 (fermeture négative).  
Le disjoncteur 1 de départe poste principale OULED YAICH () et la réception d'une alarme de la fonction va déclencher une deuxième fois, donc le défaut entre le poste 850et 1299.
- 10<sup>eme</sup> manœuvre :** Après la localisation manuelle des défauts, le dispatcheur informe le chef d'exploitation pour la prise en charge de la suite des manœuvres pour désigner un chef de consignation pour exécuter les manœuvres de maintenance manuelle et communique avec le dispatcheur pour des manœuvres à distance.  
Après des manœuvres manuels l'équipe d'exploitation localise le défaut entre le poste 850 et le poste 1299.
- 11<sup>eme</sup> manœuvre :** Ouverture manuelle de l'interruptrice cellule départ motorise du poste

850 et de l'arrivée post bouclage 1299.

**12<sup>eme</sup> manœuvre :** Fermeture manuelle de l'interruptrice cellule départ de poste principale (OULED YAICH) et la réception d'une alarme de la fonction.

Et fermeture manuelle de l'interruptrice cellule départ de poste sous cours (BENI MERED).

Après la fin d'intervention de l'équipe de maintenance le chef de consignation demande au dispatcheur de reprendre la marche normale des départs.

➤ **Technique N2 : Détection automatique de défaut des postes HTA/BT**

Dans cette partie, on expose comment se déroule la localisation d'un défaut automatiquement.

C'est une technique qui consiste à mettre en place le système DMS pour localiser les défauts automatiquement, dans cet état d'esprit, une IHM est développée pour gérer les défauts qui peuvent survenir dans le réseau de notre cas d'étude (réseau OY-BM), dans ce qui suit, nous allons présenter la structure de notre IHM :

**Vue initiale :** C'est la vue racine, elle s'affiche au lancement du système DMS, et offre un menu qui permet d'accéder aux différentes vues. Depuis cette vue l'opérateur peut accéder à la vue globale, elle nous permet de gérer et commander ou bien seulement contrôler le fonctionnement à distance. (Figure IV.12)

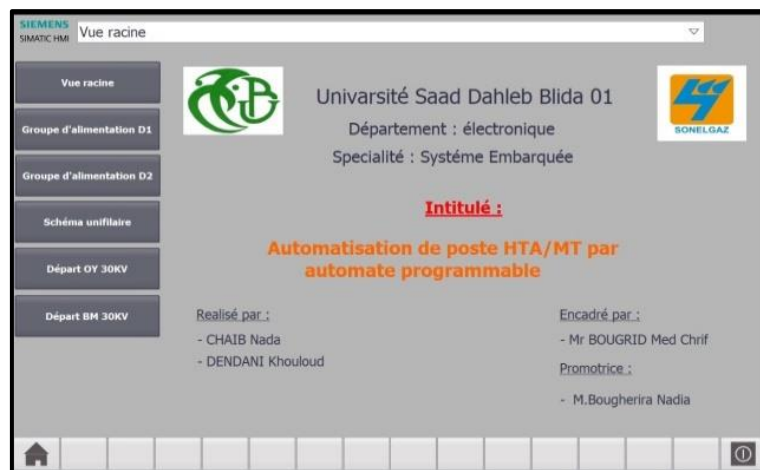

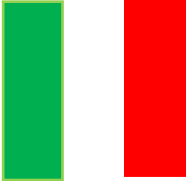


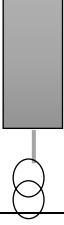
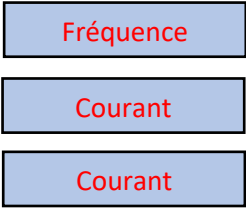


Figure IV.12 : Vue initiale

➤ Le tableau de schéma de composante de système DMS :

Composants	Schéma de composants	Commentaire
<b>Défaut</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sans défaut.</li> <li>➤ Avec le défaut .</li> </ul>
<b>Dépars-arrivée</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le vert le départ et l'arrivée ouvert .</li> <li>➤ Le rouge départ et l'arrivée ferme .</li> </ul>
<b>Les boutons</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ F Bouton de fermeture.</li> <li>➤ O Bouton de ouverture.</li> </ul>
<b>Boutons</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Misa à 0.</li> </ul>
<b>Transformateur</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Présentation de Transformateur de courant.</li> </ul>
<b>Fréquence Courant Tension</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pour affiche la variation de courant et Fréquence et Tension</li> </ul>

**Présentation de départ**

Elle représente le départ d' OULED YAICH et de BENI MERED qui se situe dans le poste HTB/HTA, avec toutes les informations nécessaires comprenant la tension, le courant et la fréquence, elle représente aussi l'ensemble de boutons et indicateurs pour gérer et commander ouvert ou bien fermé les départs et le défaut 1 et le défaut 2.

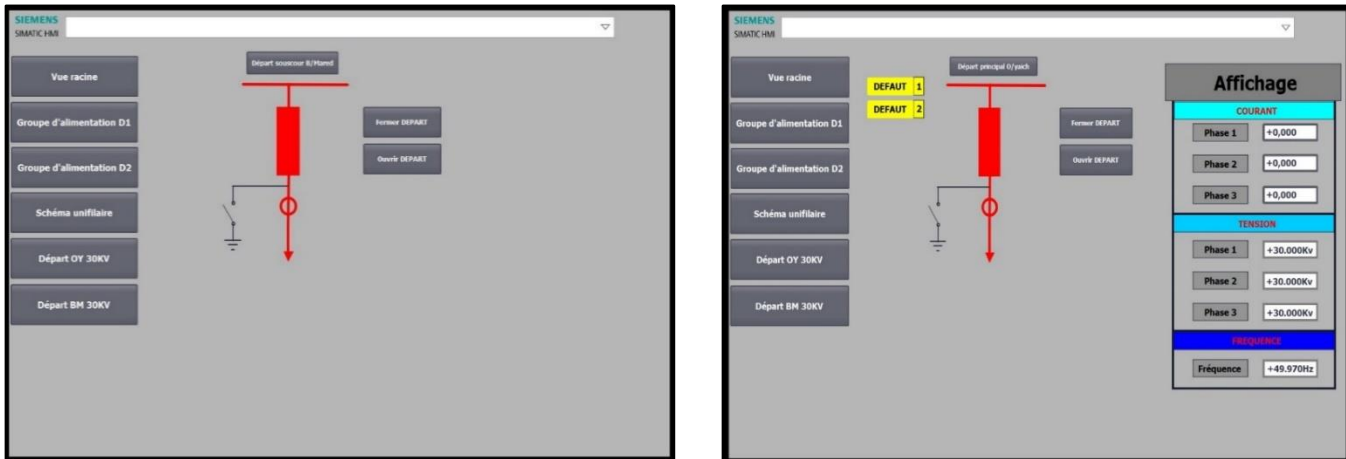


Figure IV.13 : a) Vue de départ de sous-cours BENI b) Vue de Départ principal OULED YAICH MERED

- Vue de départ dans le cas de présence de défaut :**  
 Dans le cas de présence de défaut entre les postes électriques ou dans le cas de dépassement de la valeur du courant de 300A, le départ principal déclenche automatiquement OULED YAICH (ouverture) (Figure IV.14)

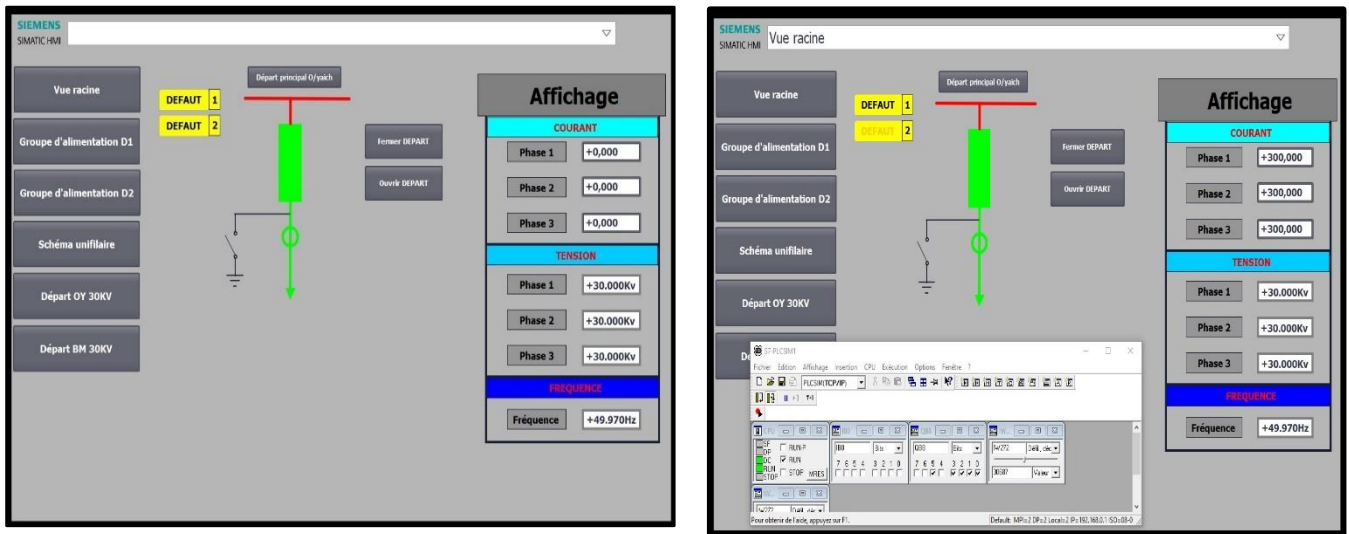


Figure IV.14 : a) vue de départ de poste principal dans le cas de présence de défaut. b) vue de départ de poste principal dans le cas de court dépasse 300A.

➤ **Détection automatique des défauts**

On montre dans cette partie comment se passe la localisation d'un défaut automatiquement entre l'exploitant et le dispatcheur.

Cette méthode est basée sur un Bouton placé entre les départs et les arrivées dans les sous-postes électriques, le but de ce Bouton est de donner un signal par une lampe Jaune qui représente la présence de défaut :

- Bouton OFF : Absence du défaut au niveau du poste.
- Bouton ON : Présence défaut entre deux postes.

Il est a noter que la détection des défauts était auparavant effectuée manuellement en utilisant des manœuvres spécifiques, ce qui causait des perturbations et des dommages aux postes HTA/BT. C'est pourquoi la détection automatique est préférable.

Voici les étape procédure en cas de détection automatique d'un défaut :

1. **Départ du poste principal** : Lorsqu'un défaut est détecté, le départ du poste principal OULED YAICH () s'ouvre automatiquement pour isoler le défaut.
2. **Localisation du défaut** : Une fois le défaut localisé, l'arrivée et le départ des postes entourant la zone défectueuse sont ouverts.
3. **Réinitialisation du réseau** : Après avoir isolé la zone défectueuse, le départ du poste principal (OULED YAICH) et de poste réserve de BENI MERED est fermé pour rétablir l'alimentation électrique.

Cette méthode permet de minimiser les perturbations et les dommages tout en assurant une détection et une isolation rapides des défauts. (FigureIV.15)

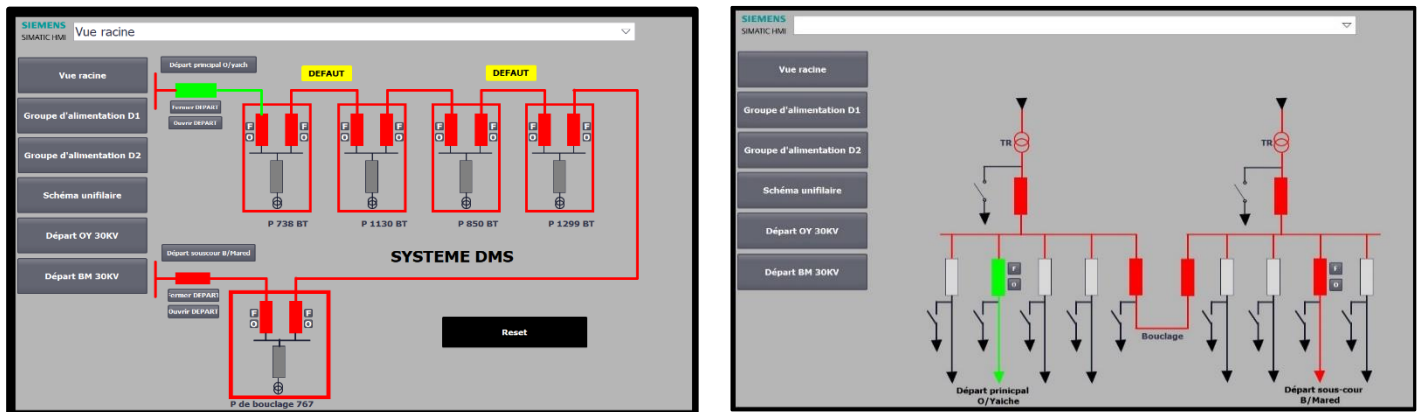
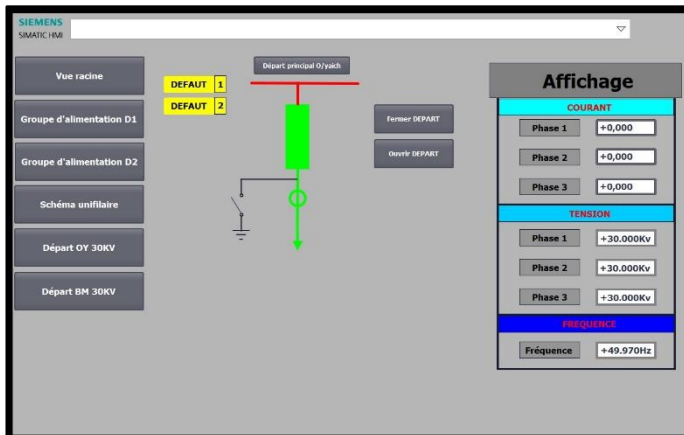


Figure IV.15 : a) vue de groupe d'alimentation D1 du cas de recherche le défaut.

b) vue de schéma unifilaire de cas de recherche le défaut.



c) vue de départ de OY 30kv dans le cas de recherche le défaut.

- **Isolation de tronçon en panne et réalimentation du réseau**

Après la réception de localisation exacte de la panne le SCADA-DMS envoie un ordre d'ouvrir le départ et d'ouvrir l'arrivée des sous-postes. En suite ferme le départ de OULED YAICH et BENI MERED en fin la réalimentation du réseau.

Donc on obtient un tronçon en panne qui est totalement isolé (hors tension) et une réalimentation du notre réseau (Figure IV.16).

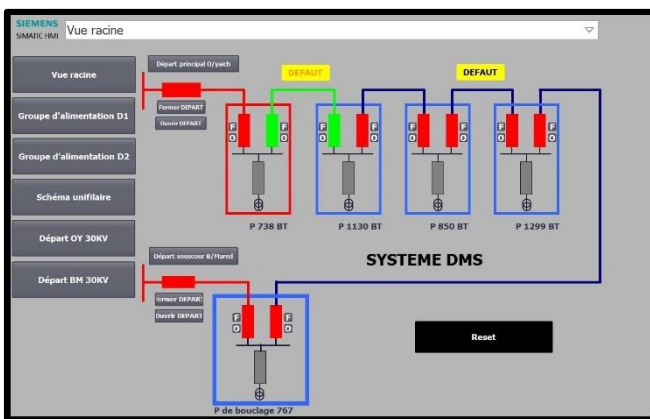
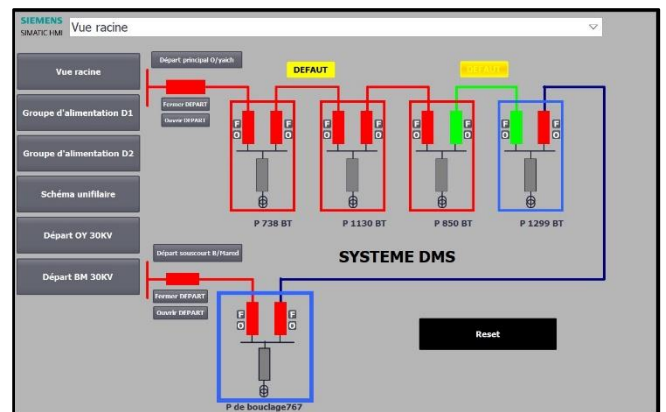
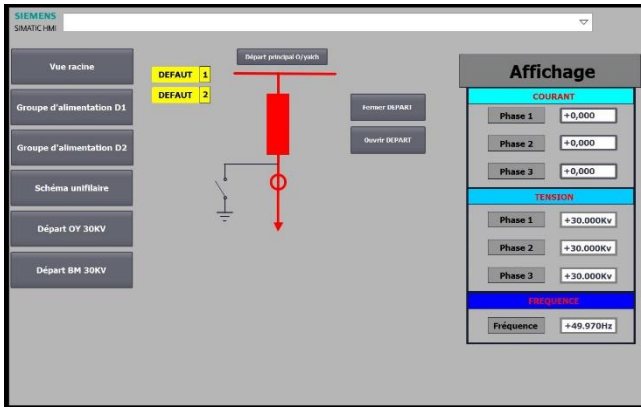


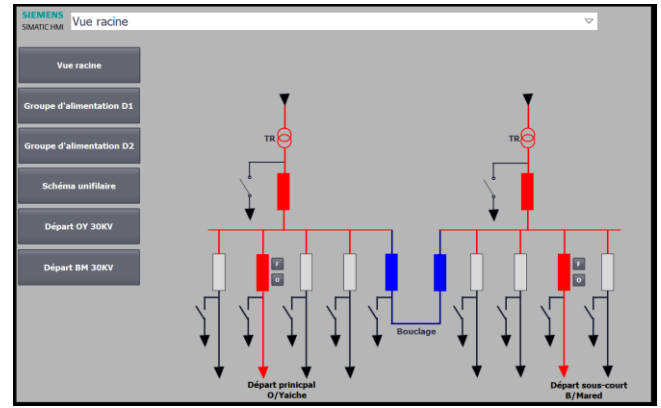
Figure IV.16 : a) vue de schéma de groupe D'alimentation D1 du cas d'isolation le défaut ente le P783 BT et P1130 BT.



b) vue de schéma de groupe D'alimentation D2 du cas d'isolation le défaut ente le P850 BT et P1299 BT



c)vue de départ principal OULED YAICH dans le cas d'isolation le défaut.



d)vue de schéma unifilaire dans le cas d'isolation le défaut.

### IV.3.3. Compilation et simulation :

#### 1. PLCSIM :

L'application de simulation S7-PLCSIM V16 nous a permis d'exécuter et de tester notre programme directement sur ordinateur. La simulation a été entièrement réalisée avec le logiciel TIA Portal V16 (Figure IV.17)

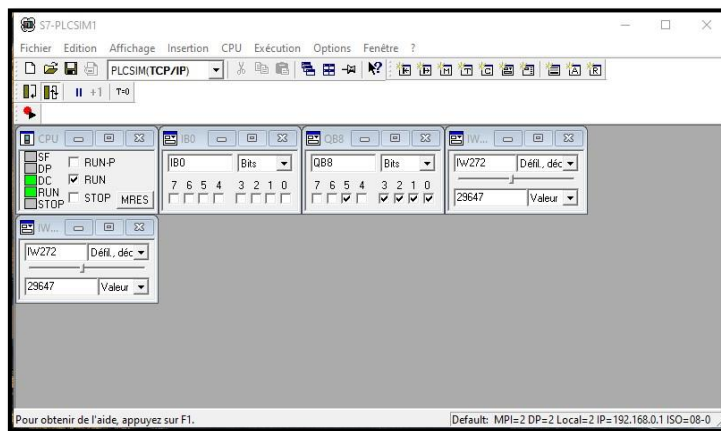
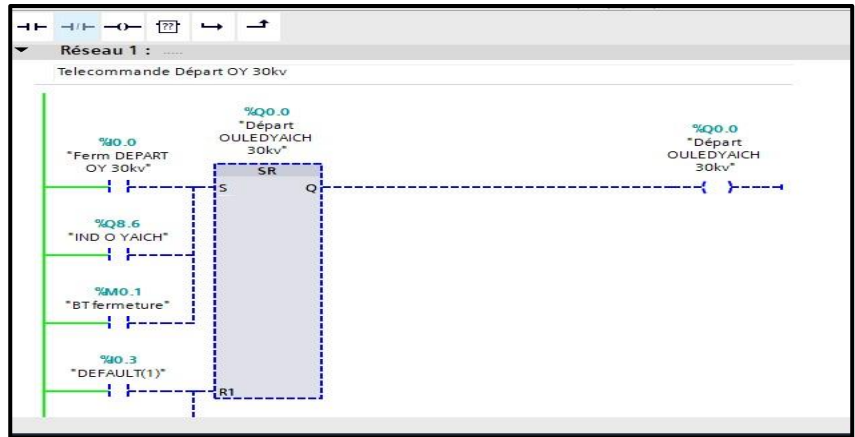


Figure IV.17 : Interface de simulation PLCSIM.

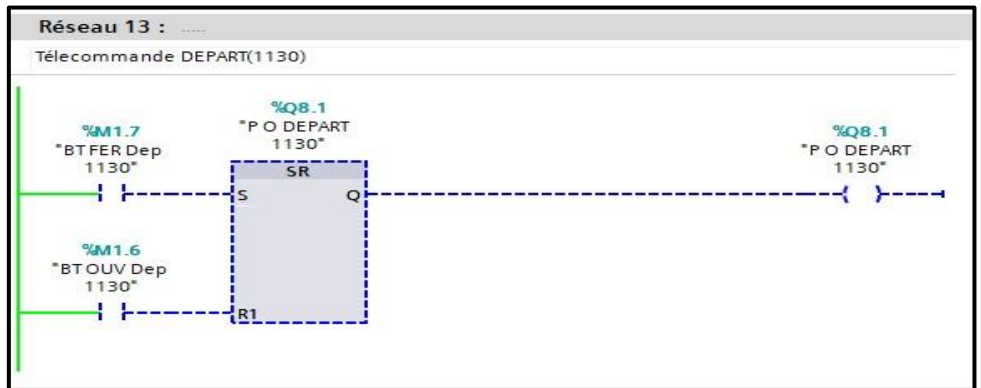
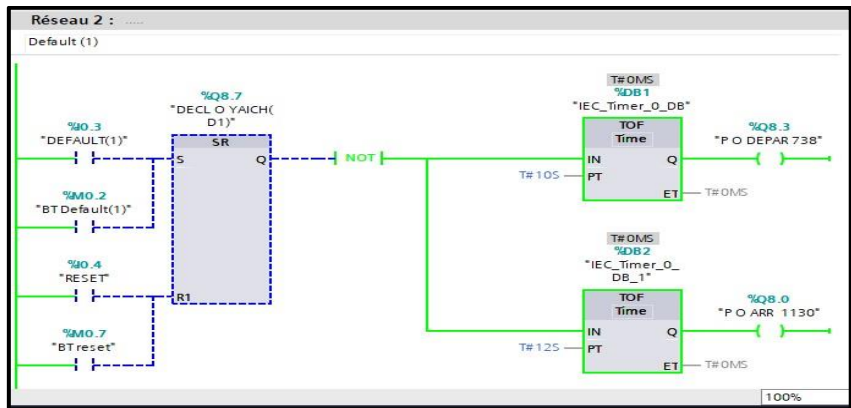
#### 2. Présentation des réseaux du programme du système DMS :

Dans notre projet nous avons utilisé les blocs OB et FC pour représenter le réseau du programme.

Ce réseau télécommande le départ (ouverture et fermeture de départ de OULED YAICH lorsqu'il y a un défaut entre les postes ou bien lorsque le courant dépasse 300A, le départ déclenche automatiquement (ouverture de départ)



Ce réseau pour Défaut (1) Lorsqu'on clique sur le bouton de défaut 1, le départ du poste 738 et l'arrive du poste 1130 déclenchent automatique donc le défaut est isolé.





Ce réseau pour  
télécommande départ  
1130

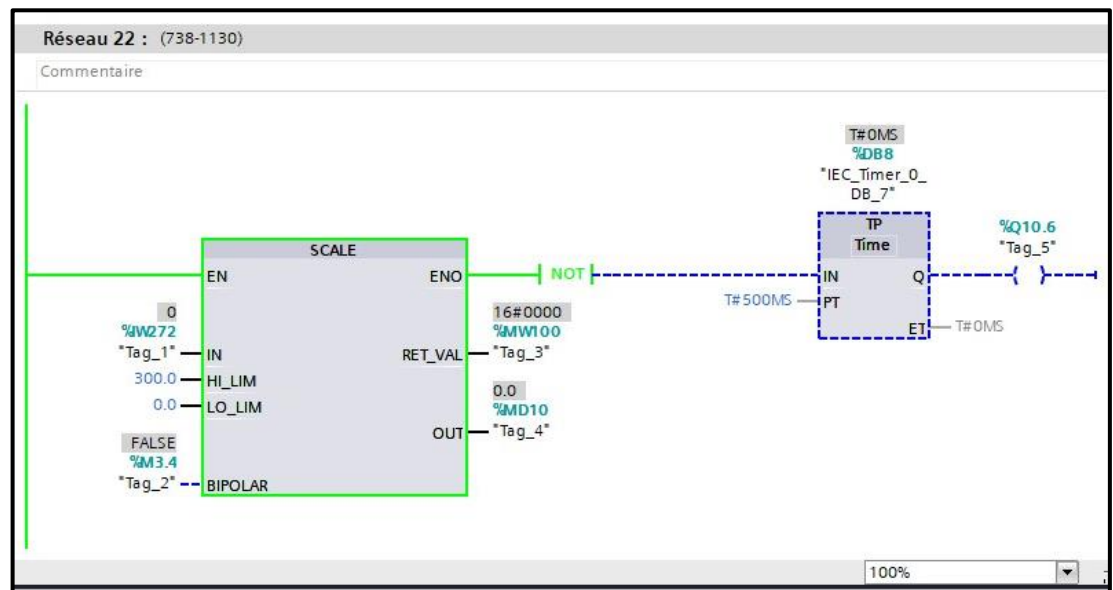
Lorsqu'il y a défaut entre  
le poste 1130 le départ de  
1130 déclenché  
automatiquement.



Ce réseau pour  
télécommande  
arrive 1130.

Lorsqu'il y a  
défaut donne la  
zone de poste  
1130 le l'arrive  
de 1130  
déclenché  
automatiquement.

Ce réseau pour  
variation de  
courant.



**IV.4. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons montré l'importance des systèmes à distance et leur rôle dans la protection et la réduction des pertes matérielles et humaines. Nous avons présenté le programme permettant d'effectuer l'automatisation de la (TG) et le système de gestion des défauts (DMS), qui consiste à localiser automatiquement les défauts.

Pour simuler le fonctionnement de la TG, nous avons utilisé le langage TIA Portal V15 et réalisé l'automatisation avec l'automate programmable s7 1200. Pour le système de gestion des défauts, nous avons utilisé le langage TIA Portal V16 pour simuler la gestion du système DMS.

## *Conclusion générale*

En conclue, notre projet explore divers aspects critiques du système de gestion des réseaux électriques, allant de la génération et la distribution de l'énergie à la surveillance et au contrôle en temps réel via des technologies avancées. Nous avons mis en évidence l'importance de l'énergie électrique dans la vie quotidienne et son rôle prépondérant dans les économies modernes. En examinant le système SCADA, nous avons illustré comment cette technologie révolutionne la supervision et le contrôle des installations électriques, améliorant ainsi l'efficacité et la fiabilité des processus.

Nous avons également approfondi l'étude des postes HT/MT, en soulignant la fonction cruciale de la Tranche Générale (TG) dans la transformation et la distribution de l'énergie, ainsi que son rôle dans la détection et la gestion des défauts. La protection électrique, essentielle pour garantir la sécurité et la continuité du service, a été analysée en détail, tout comme les systèmes de gestion de la distribution (DMS) et leur intégration avec SCADA pour une optimisation accrue des opérations.

Enfin, l'utilisation du TIA Portal et de l'automate S7-1200 a été présentée à travers la création d'une maquette de simulation de défauts, démontrant ainsi l'application pratique de nos recherches. L'intégration de la supervision via l'interface IHM et la détection de défauts ont permis de mettre en évidence la capacité du système DMS à localiser et à gérer les défauts de manière efficace.

Ce projet offre une vision globale et détaillée des technologies et des systèmes utilisés pour assurer une gestion optimale et sécurisée des réseaux électriques, illustrant l'importance des innovations technologiques dans ce domaine crucial.

# Référence

- [1] « historique Sonelgaz », <https://www.sonelgaz.dz/category/historique>. (consulte le 30/03/2024).
- [2] Manuel interne SONEGAS).
- [3] Classification tensions ». [En ligne]. Available: [http://lycees.acrouen.fr/maupassant/Melec/co/Reseau\\_HTABT/Distribution\\_HTA/co/Reso\\_HTA\\_01\\_Classification\\_Tensions.html](http://lycees.acrouen.fr/maupassant/Melec/co/Reseau_HTABT/Distribution_HTA/co/Reso_HTA_01_Classification_Tensions.html) (consulte le 18/03/2024).
- [4] Sensibilisation Enedis », <http://www.pap08.eu> (consulte le 02/04/2024)..
- [5] Dr. Merahi Amir, "UEF - ELTF 214 intitulé cours Analyse des réseaux de transport et de distribution", Chapitre1 Généralités sur les Réseaux de transport d'énergie, <https://elearning.esgee-oran.dz/mod/resource/view.php?id=3101> (consulte le 02/04/2024)..
- [6] Les Réseaux Électriques », <https://docplayer.fr> (consulte le 01/05/2024).
- [7] "Sensibilisation Enedis », <http://www.pap08.eu> (consulte le 01/05/2024)..
- [8] Dr. Merahi Amir, "UEF - ELTF 214 intitulé cours Analyse des réseaux de transport et de distribution", Chapitre1 Généralités sur les Réseaux de transport d'énergie, <https://elearning.esgee-oran.dz/mod/resource/view.php?id=3101> (consulte le 02/04/2024)..
- [9] « Les Réseaux Électriques », <https://docplayer.fr> (consulte le 20/05/2024).
- [10] « Chapitre I Généralités sur les Réseaux électriques », <https://pmb.univ.saida.dz> (consulte le 02/05/2024).
- [11] H. Belila. RESEAUX ELECTRIQUES, "chapitre1 présentation Du Réseau Electrique Terminologie Et Concept de Base", <https://fr.scribd.com/document/399652153/CHAP1- presentation-Du-Reseau-Electrique-Terminologie-Et-Concept-de-Base> (consulte le 02/05/2024)..
- [12] David Bailey, Edwin Wright « Practical SCADA for Industry », Edition Newnes 2003 /
- [13] VERNEUIL Jean-Louis, "Simulation de systèmes de télécommunications Par fibre optique à 40 Gbits/s", L'UNIVERSITE DE LIMOGES, N° d'ordre : 49

- [14] CASSAN E, " Une introduction aux télécommunications optiques par la simulation de systèmes simples", Journal sur enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes, EDP Sciences, 2002, Vol.
- [15] production et distribution "Appareillage électrique" poste électrique, <http://www.electrosup.com/>
- [16] H. BENCHIKH EL HOCINE, Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG) Centre Ain M'Lila. Groupe SONELGAZ, <https://www.ifeg.dz/> (consulté le 03/05/2024)..
- [17] contrôle électrique, "Conservatoire du Contrôle-Commande du Réseau français de Transport Electricité", <https://esconce2014.estelenerg.org/6-equipements-communs-de-postes/6-4-auxiliaires>. (consulté le 05/05/2024)
- [18] "Description des systèmes temps réel [en ligne] ", Université de Annaba, <https://elearning-facsci.univ-annaba.dz/mod/resource/view.php?id=1942>. (consulté le 10/05/2024)
- [19] F. MACIELA "Parafoudres à moyenne tension HTA et à haute tension HTB", <https://www.techniques-ingenieur.fr/>.
- [20] Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems National Communications System, Technical Information Bulletin 04-1.
- [21] Dr. BENALI Abdelkrim, "Schémas et Appareillage électrique", COURS SCHEMAS ET APPAREILLAGE ELECTRIQUE, Centre Universitaire Nour Bachir El Bayadh. 3eme licence, cours, 2019/2020, <https://www.cu-elbayadh.dz/ar/wp-content/uploads/2018/01/cours-schemas-et-appareillages-%C3%A9lectriques.pdf>.
- [22] F. MACIELA "Parafoudres à moyenne tension HTA et à haute tension HTB", <https://www.techniques-ingenieur.fr/> (consulté le 12/05/2024)
- [22] «Distribution management system ». [En ligne]. Available: [https://itlaw.fandom.com/wiki/Distribution\\_management\\_system](https://itlaw.fandom.com/wiki/Distribution_management_system). (consulté le 14/05/2024)
- [24] «Distribution management system ». [En ligne]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Distribution\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Distribution_management_system). (consulté le 02/06/2024)
- [25] «Fonctions DMS ». [En ligne]. Available: <http://www.made-in-algeria.com/produit/systeme-scada-dms-pour-la-supervision-et-telecontrôle-du-reseau-mtbt-des-villes-de-brescia-et-verona-63233363650.html>

[26] DMS intégré avec SCADA ». [En ligne]. Available:

[http://assets.fiercemarkets.net/public/smartgridnews/dms\\_abb\\_02.pdf?fbclid=IwAR3SvQDto hPU5GJ6Jz-jZHhlgqbqGic7VjQm2o4NfqqELcYR0-DYIPGh4kA](http://assets.fiercemarkets.net/public/smartgridnews/dms_abb_02.pdf?fbclid=IwAR3SvQDto hPU5GJ6Jz-jZHhlgqbqGic7VjQm2o4NfqqELcYR0-DYIPGh4kA).

# Annexe

## Annexe 1 :

### Description du matériel utilisé :

- **API S7-1200 :**

L'API S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation. Sa forme *compacte*, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232.

Il prend le rôle de la TG.



**Figure 1 :** automate SIEMENS 1200 DC/DC

- **Disjoncteur bipolaire :**

Le disjoncteur bipolaire est un élément de contrôle et de protection (figure7). Ainsi, lorsqu'il détecte une anomalie sur le circuit électrique, en cas de surtension ou lorsqu'un court-circuit se produit, ce dernier coupe le courant.

Auxiliaires : indicateur état et de déclenchement, déclencheur à émission de tension,

Déclencheur à manque de tension, déclencheur à maximum de tension.

Il prend le rôle de déclenchement dans le cas du manque de DC.

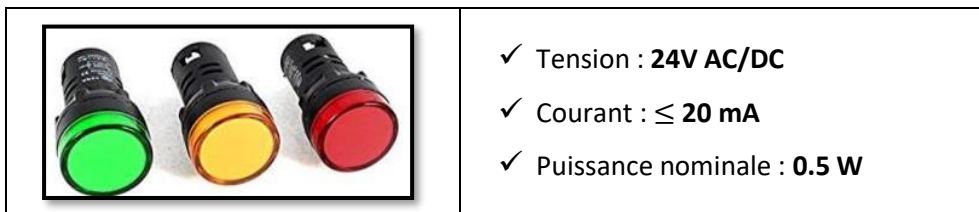


**Figure 2 :** Disjoncteur bipolaire avec contact auxiliaire

- **Les lampes (les voyants) :**

Notre circuit et équipement électrique est signalés par des lampes (voyants) de signalisation de différents couleurs (rouge, vert).

Elle prend le rôle des alarmes des défauts.



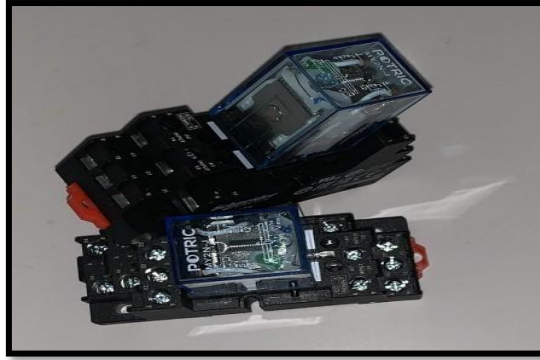
**Figure 3 :** Image et caractéristiques électriques des voyants

- **Relais POTRIC DC MY2N-J :**

Le relais POTRIC DC MY2N-J, adapté au courant continu, est un dispositif électromécanique qui permet d'ouvrir ou fermer un circuit en réponse à un signal électrique. Avec deux jeux de contacts, il offre la possibilité de commuter des charges électriques, et il est couramment utilisé pour isoler des circuits, amplifier des signaux et permettre le contrôle à distance de dispositifs électriques.

Il prend le rôle de Disjoncteur principale et secours.





**Figure 4 :** Image de relais DC POTRIC my2n-j 24 v

- **Les Boutons poussoir :**

Le bouton-poussoir est un dispositif mécanique fréquemment employé en électronique et d'autres domaines pour établir ou interrompre temporairement un circuit électrique. Son fonctionnement implique une pression manuelle pour activer une fonction spécifique, et il est doté d'un ressort intégré pour retrouver sa position initiale après relâchement. Ces boutons sont largement utilisés dans divers équipements électroniques tels que les télécommandes, claviers, interfaces utilisateur, et trouvent également des applications industrielles, notamment pour des fonctions de surveillance ou d'urgence.

Il prend dans le projet le rôle du défaut.



**Figure 5 :** Image de Boutons poussoir.

## **Annexes 2:**

### **TIA Portal (Totally Integrated Automation)**

En réponse à la pression internationale croissante de la concurrence, il est aujourd'hui plus que jamais important d'exploiter à fond tous les potentiels d'optimisation sur l'ensemble du cycle de vie d'une machine ou d'une installation. Des processus optimisés permettent de réduire le coût total de possession, de réduire le temps entre la conception et la commercialisation et d'améliorer la qualité. Cet équilibre parfait entre qualité, temps et coûts et plus que jamais le facteur décisif de la réussite industrielle.

Totally Integrated Automation apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes tiers. Avec ses six principales caractéristiques systèmes et robustesse, Le TIA Portal accompagne l'ensemble du cycle de vie d'une machine ou d'une installation. L'architecture système complète offre des solutions complètes pour chaque segment d'automatisation sur la base d'une gamme de produits complète

#### **• Description du logiciel TIA Portal**

La plateforme « Totally Intergrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC Step7 et SIMATIC WinCC.

#### **• Quelques avantages du logiciel TIA portal**

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7 : programmation symbolique uniforme, Calculât Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Télé service et diagnostic système cohérent.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal.

#### **• SIMATIC STEP 7**

SIMATIC STEP 7, intégré à TIA Portal, est le logiciel de configuration, programmation, vérification et diagnostic de tous les automates SIMATIC. Doté d'un grand nombre de fonctions

conviviales, SIMATIC STEP 7 garantit une efficacité nettement Supérieure pour toutes les tâches d'automatisation, qu'il s'agisse de la programmation, de la simulation de la mise en service ou de la maintenance.

- **Critère de programmation :**

Pour écrire le programme, nous avons utilisé l'environnement de développement de logiciel TIA Portail (version 15.1) avec langage LDR. Comme tout programme, notre programme se décompose en six réseaux.

- **Présentation des modules de l'automate S7-300**

L'automate S7 se compose d'une alimentation, d'une CPU et de modules d'entrée/sortie pour les signaux numériques et analogiques, des processeurs de communication et des modules fonctionnels sont également utilisés pour les tâches spécifiques.

L'automate S7-300 a un raccordement central de la PG avec accès à tous les Modules.

- **Configuration matérielle (hardware)**

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-réglées d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.

- Notre choix du matériel :

Après identification générale des entrées /sorties on a utilisé au total :

- Des entrées analogiques : 8.
- Des entrées numériques : 7.
- Des sorties logiques : 20.
- Des sorties analogique : 1.
- Des mémentos : 31.

Alors on a choisi les modules qui peuvent contenir ce nombre d'entries et sorties :

- Emplacement 1 : module d'alimentation PS 307 5A\_1.
- Emplacement 2 : PLC\_1 [CPU 315-2 PN/DP]
- Emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

Un module des sortie analogiques :

- Emplacement 4 : DI 32x24VDC\_1.

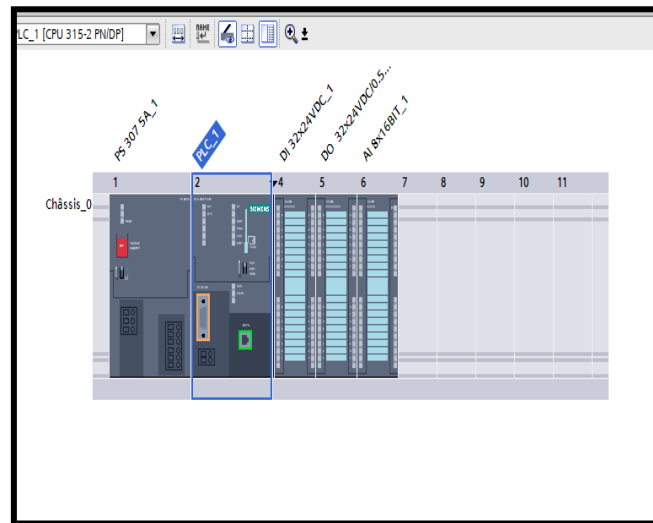
Un module de sorties analogique :

- Emplacement 5 : DO 32x24VDC/0.5A\_1.

Un module des entrées numériques :

➤ Emplacement 6 : AI 8x16BIT\_1

- La figure suivante représente les modules de l'automate utilisé.



- Les variables E/S :

nada ▶ PLC\_1 [CPU 315-2 PN/DP] ▶ Variables API ▶ Table de variables standard [65]

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
1	Ferm DEPART OY 30kv	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Ouv DEPART BM 30kv	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Départ SIDI EL KEBIR 30kv	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	BT ouverture	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	BT fermeture	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	P O ARR 1130	Bool	%Q8.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	P O DEPART 1130	Bool	%Q8.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	P O ARR P 738	Bool	%Q8.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	P O DEPAR 738	Bool	%Q8.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	P O ARR 767	Bool	%Q8.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	P O DEPART 767	Bool	%Q8.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	DEFAULT(1)	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(738-1130)
13	RESET	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	BT Default(1)	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	IND	Bool	%Q8.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	DECL	Bool	%Q8.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	DEFAULT(2)	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(850-1299)
18	BT Default(2)	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	P O ARR 850	Bool	%Q9.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	P O DEPART 850	Bool	%Q9.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	P O ARR 1299	Bool	%Q9.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	P O DEPART 1299	Bool	%Q9.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	DECL O YAICH(D2)	Bool	%Q9.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	DEFAULT(3)	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(1130-850)
25	BT Default(3)	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure 6 : Exemple de quelques variables de programme

- Création de la supervision

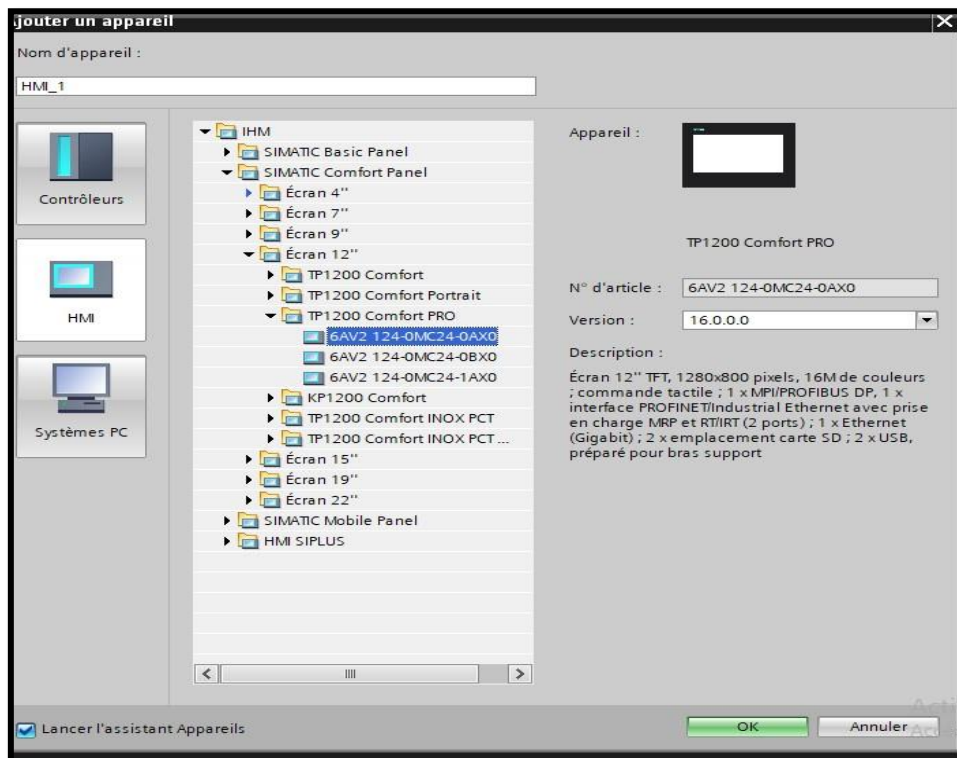
Pour bien contrôler le processus l'opérateur a besoin d'avoir le maximum de transparence, ce qu'il lui permet de bien supervisé et contrôler l'installation, cela est possible avec l'interface homme machine (IHM). Le contrôle de processus est assuré par le système d'automatisation.

Le pupitre de supervision une fois sous réseau permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (Disjoncteur) et des capteurs (pression, courant, Tension...).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur les disjoncteurs

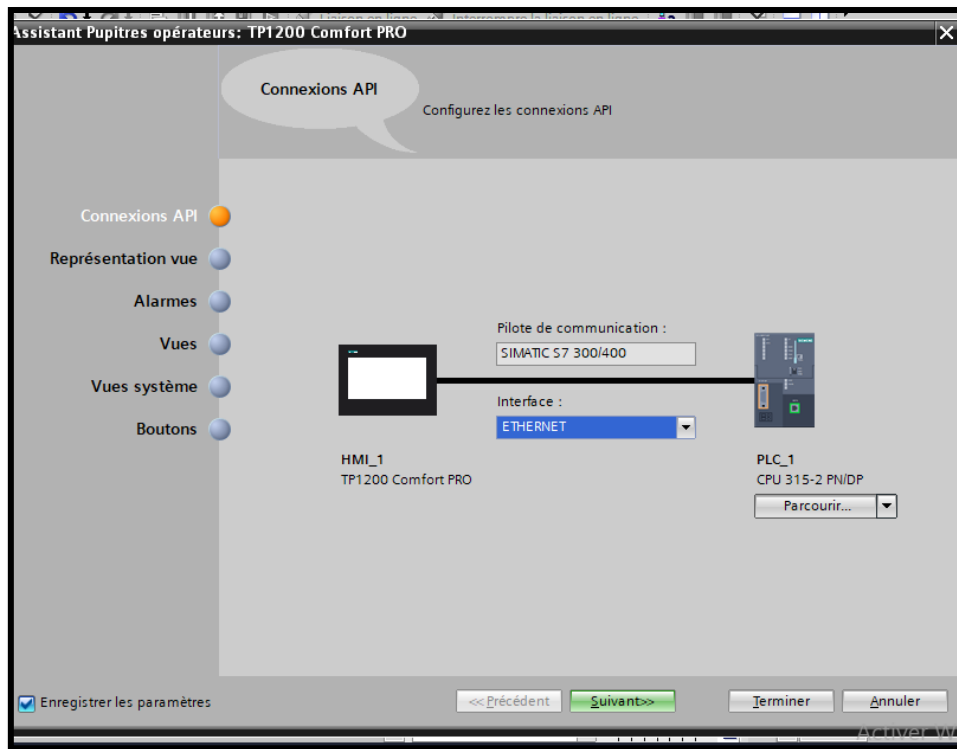
- **La création d'une Fenêtre IHM**

On choisit un HMI. Dans la vue portail on clique sur ajouter un appareil et on sélectionne un IHM parmi les différents choix proposés par TIA PORTAL.



**Figure 7:** Configuration d'une IHM

Une nouvelle fenêtre de configuration IHM représentant le réseau s'affiche ensuite pour choisir l'interface de communication entre l'IHM et l'automate

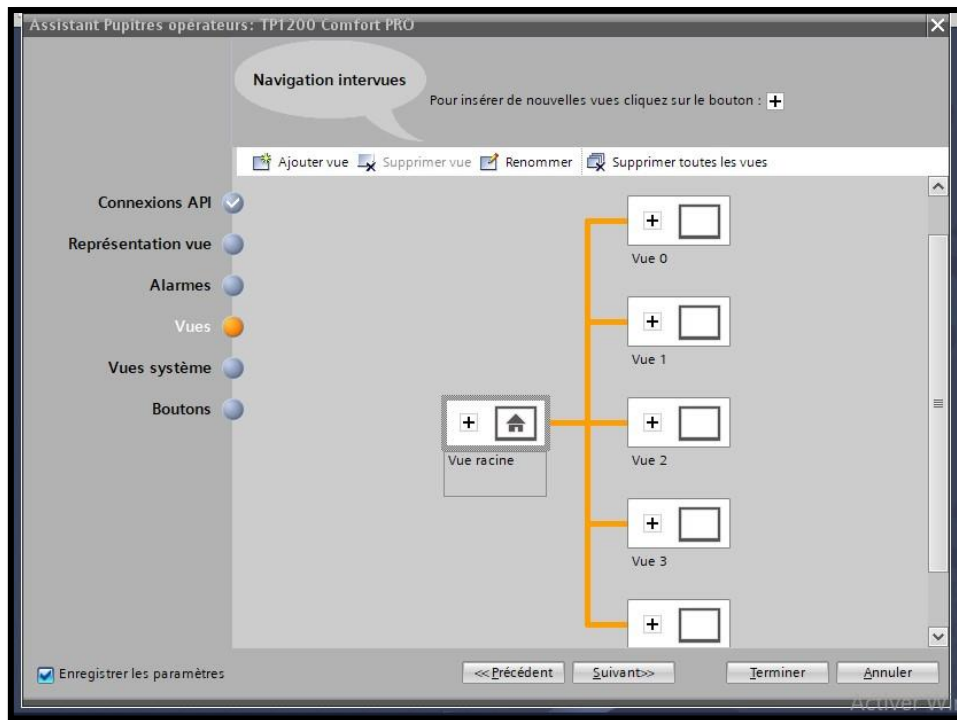


**Figure 8:** Connexion de l'IHM à l'API

- **Programmation de l'IHM :**

La seconde partie de la programmation consiste à réaliser une interface de communication IHM entre l'utilisateur (client ou technicien) et la poste source distant. Cette interface sera composée d'un écran pour la commande ou le suivi du système.

L'assistant de configuration permet aussi de préregler le nombre de vues dans l'IHM et la disposition des boutons et plein d'autres options utiles

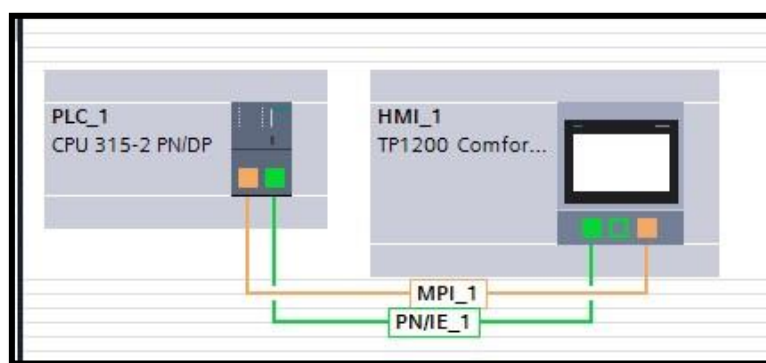


**Figure 9 :** Configuration du nombre de vues

Grace au large choix d'objets et d'éléments graphiques contenus dans la menue bibliothèque à droite de l'écran on peut commencer à réaliser les écrans de l'IHM

### Établissement d'une liaison IHM :

Il faut d'abord créer une liaison IHM entre la CPU et l'IHM, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate.



**Figure 10:** Liaison PLC\_IHM

- **Variables HMI**

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.

- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire.

La table de variables IHM La figure suivante représente une partie de la table de variables IHM:

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
BTDefault(1)	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTDefault(1)*	%M0.2
BTDefault(2)	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTDefault(2)*	%M0.3
BTDefault_1	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M0.3
BTDefault_2	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M0.4
BTDefault_3	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M0.5
BTDefault_4	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M0.6
BTDefault_5	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M0.7
BTDefault_6	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	<indéfini>	%M1.0
BTFER Arr 1130	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Arr 1130*	%M1.5
BTFER Arr 1299	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Arr 1299*	%M2.5
BTFER Arr 738	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Arr 738*	%M1.1
BTFER Arr 767	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Arr 767*	%M3.1
BTFER Arr 850	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Arr 850*	%M2.1
BTFER Dep 1130	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Dep 1130*	%M1.7
BTFER Dep 1299	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Dep 1299*	%M2.7
BTFER Dep 738	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Dep 738*	%M1.3
BTFER Dep 767	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Dep 767*	%M3.3
BTFER Dep 850	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTFER Dep 850*	%M2.3
BTfermeture	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTfermeture*	%M0.1
BTfermeture BM	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTfermeture BM*	%M0.6
BTOUV Arr 1130	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTOUV Arr 1130*	%M1.4
BTOUV Arr 1299	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTOUV Arr 1299*	%M2.4
BTOUV Arr 738	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_1	*BTOUV Arr 738*	%M1.0

Figure 11: Partie de la table de variables IHM



