



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière : Automatique  
Spécialité : Automatique & Informatique Industrielle

présenté par:

MOUAICI Abdelsamie & LEFKIR Mehdi

### Réalisation d'une interface de supervision et de contrôle SCADA d'une station du métro d'Alger, Sous- systèmes : Escalier mécanique – Ascenseurs – Poste de Redressement

**Encadré par :**

Promoteur: Mr. BENNILA Nouredine.

Co-promoteur: Mr. CHERGUI Nacer, Responsable des systèmes, SIEMENS division mobilité.

**Devant le jury composé de:**

Mr. GUESSOUM Abderrezak

Président.

Mr. BELAZZOUG Messaoud

Examineur.

# *Remerciements*

En premier lieu, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nous remercions respectueusement les membres du jury : Le président Mr. Abderrezak GUESSOUM et l'examineur Mr. Messaoud BELAZZOUG, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre projet.

Nous adressons nos remerciements à notre encadreur Mr. Noureddine BENNILA, pour sa grande disponibilité, ses encouragements, ses critiques et ses conseils qui ont contribué grandement à la réalisation de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous remerciant également Mr. Juan directeur du projet des deux extensions A et C du métro d'Alger qui nous a accueillis chaleureusement dans sa division de mobilité.

Nous tenons aussi à remercier ardemment notre Co-encadreur au sein de SIEMENS Mr. Nacer CHERGUI pour nous avoir généreusement éclairés et aidés pendant notre stage et pour nous avoir fait confiance.

Nos plus sincères remerciements vont à Mr. Mounir responsable de Poste de Control Centralisé de l'Entreprise Métro d'Alger. Nous exprimons notre profonde gratitude à toute l'équipe de SIEMENS (en particulier Division Mobilité), AMINE, KARIM, KHALED, CHEMSEDDINE, MILOUD, MOUNIR, FELLA, AZIZ et DJAMEL de nous avoir accueillis avec enthousiasme et de nous avoir transmis leurs expériences qui nous a été tant utiles.

Nous remercions nos parents, qui nous ont soutenus tout au long de nos études.

Que les enseignants de l'USDB, particulièrement nos enseignements du département d'Electronique, trouvent ici le témoignage de nos profonds remerciements et toute notre reconnaissance pour l'encadrement pédagogique que nous avons reçu.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

## *Dédicace*

*C'est avec une grande émotion,  
Je dédie ce modeste travail de fin d'étude :*

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour  
moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et  
de persévérance.*

*J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma  
reconnaissance et tout mon amour.*

*A toute ma famille, pour leur soutien, sacrifice, patience,  
ainsi pour leurs conseils, que dieux les protèges et les entoure  
de bénédiction.*

*A tous mes amis, mes collègues, mon binôme Mehdi et à tous  
ceux qui ont contribué de près ou de loin à réaliser ce  
travail.*

*A toute les familles : MOUAICI, SAHNOUN, BELKAS,  
BENDOUMIA et AISSAT.*

*ABDELSAMIE.*

## Dédicace

Je dédie ce mémoire

À Mes chers parents à qui nulle dédicace ne puisse exprimer ma profonde gratitude, pour l'amour inestimable et les grands sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Que dieu vous protège et vous garde pour moi.

À mon frère Nazim.

À toute ma famille maternelle et paternelle À mes amis et camarades de l'université Saad Dahleb.

Et enfin à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à concrétiser ce modeste travail

مشروع نهاية الدراسة الذي تم تنفيذه داخل شركة Siemens SPA-Division Mobilité، هو جزء من مشروع SCADA الخاص بتوسيع الخط 1 من مترو الجزائر. يتكون من تنفيذ واجهة SCADA للإشراف والتحكم في الأنظمة الفرعية الخاصة بمحطة علي بومنجل: المصاعد (Ascenseurs)، السلالم المتحركة (Escaliers mécanique) والمقوم الكهربائي (Poste de redressement)، باستخدام البرنامج الجديد: SIEMENS SIMATIC WINCC OPEN ARCHITECTURE.

بعد دراسة النظام المتكامل والتحليل الوظيفي لأنظمة محطة مترو الجزائر، تم تطوير واجهة المستخدم الرسومية. وأجريت اختبارات التحقق من صحة الأوامر المختلفة عن طريق المحاكاة. النتائج التي تم الحصول عليها كانت قاطعة ووفقا للتوقعات والاحتياجات المعبر عنها في المواصفات.

### **Abstract:**

Our graduation project implemented within Siemens SPA-Division Mobility, is part of the SCADA project for the expansion of Line 1 of Algiers Metro. Consists of the implementation of the SCADA interface to supervise and control the subsystems of the Ali Boumendjel station: Elevator, Escalator and turnaround the new Siemens SIMATIC WINCC OPEN ARCHITECTURE.

After a study of the integral system and the functional analysis of the systems of the Algiers subway, HMIs have been developed. Validation tests of commands were carried out by simulation. The results obtained proved to be conclusive in accordance with the expectations and needs expressed in the specifications.

### **Résumé:**

Le projet de fin d'études, effectué au sein de Siemens SPA-Division Mobilité, fait partie du projet SCADA pour l'extension de la ligne 1 du métro d'Alger. Il consiste à réaliser d'une interface SCADA pour superviser et contrôler les sous-systèmes de la station Ali Boumendjel: Ascenseurs, Escaliers mécaniques et Poste de redressement par l'utilisation du nouveau logiciel Siemens SIMATIC WINCC OPEN ARCHITECTURE.

Après l'étude du système intégré et l'analyse fonctionnelle des systèmes de la station de métro d'Alger, des IHM ont été développée. Des tests de validation des différentes commandes ont été effectués par simulation. Les résultats obtenus se sont avérés concluants conformément aux attentes et aux besoins exprimés dans le cahier des charges.

**Mots clés :** Ascenseurs, Escaliers mécanique, poste de redressement, automate programmable industriel, Siemens S7 Driver, IHM, télécommande, PCC, SCADA, ACS, RMS.

# Liste des tableaux

<b>Tableau2.1 : Bilan des termes.....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau3.1: Désignation Ascenseur .....</b>	<b>34</b>
<b>Tableau4.1: TS Ascenseur.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau4.2: TC Ascenseur.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau4.3: TM Ascenseur.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau4.4: TS Escalier mécanique.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau4.5: TM Escalier mécanique.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau4.6: TC Escalier mécanique.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau4.7: TC Poste de Redressement.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau4.8: TM Poste de Redressement.....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau4.9: TS Poste de Redressement.....</b>	<b>58</b>

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

<b>ACS</b>	<i>Automate Concentrateur Station</i>
<b>AHT</b>	<i>Autorisation Haute Tension</i>
<b>API</b>	<i>Automate Programmable Industriel</i>
<b>BT</b>	<i>Basse Tension</i>
<b>CCP</b>	<i>Contacteurs de Coupon</i>
<b>CT</b>	<i>Contacteurs de mise à la Terre</i>
<b>DJ</b>	<i>Disjoncteur</i>
<b>DUR</b>	<i>Disjoncteur Ultra Rapide</i>
<b>DURC</b>	<i>Disjoncteur Ultra Rapide de Couplage</i>
<b>DP</b>	<i>Data Point</i>
<b>ENLS</b>	<i>Equipements Non Liés au Système</i>
<b>HT</b>	<i>Haute tension</i>
<b>EMA</b>	<i>Entreprise Métro d'Alger</i>
<b>IHM</b>	<i>Interface Homme-Machine</i>
<b>MTU</b>	<i>Master Terminal Unit</i>
<b>RTU</b>	<i>Remote Terminal Unit</i>
<b>PCC</b>	<i>Poste de Commande Centralisée</i>
<b>PEF</b>	<i>Poste d'Eclairage et Force</i>
<b>PR</b>	<i>Poste de Redressement</i>
<b>RMS</b>	<i>Réseau multi service</i>
<b>RLS</b>	<i>Réseau local station</i>
<b>SCADA</b>	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
<b>SIA</b>	<i>Sectionneur d'Isolement Automatique</i>



## Liste des abréviations

<b>SIVT</b>	<i>Sectionneur d'isolement Voie Traction</i>
<b>OTN</b>	<i>Open Transport Network</i>
<b>TC</b>	<i>TéléCommande</i>
<b>TM</b>	<i>TéléMesure</i>
<b>TR</b>	<i>TéléRéglage</i>
<b>TS</b>	<i>TéléSignalisation</i>
<b>TSA</b>	<i>TéléSignalisations des alarmes</i>
<b>TSC</b>	<i>TéléSignalisations de retour de commande</i>
<b>TSE</b>	<i>Télésignalisations d'états</i>
<b>ZTCONS</b>	<i>Zone de Télé Consignation</i>

# Introduction générale

De nos jours, le transport est devenu capital compte tenu des besoins exponentiels des populations. Le transport en commun ou le transport public est donc signe d'épanouissement économique et social pour les nations. C'est un service conçu pour transporter plusieurs personnes d'un endroit à un autre.

Au cours des dernières années, la ville d'Alger a vu naître un nouveau moyen de transport qui est le métro permettant d'assurer aux citoyens plus de mobilité et un transport confortable et sécurisé. Dans ce cadre les études, la réalisation et l'exploitation du réseau de chemin de fer urbain souterrain sont assurées par l'entreprise Métro d'Alger qui fait intervenir plusieurs entreprises au niveau national et international .A ce niveau, l'entreprise SIEMENS est l'une des entreprises qui sont associées à la réalisation du métro d'Alger et joue un rôle important à son développement. Cette entreprise est chargée de l'équipement technologique du métro d'Alger ainsi que du développement d'un système de contrôle de toutes les lignes et stations du métro.

L'objectif de ce travail porte sur la réalisation d'une interface de supervision et de contrôle SCADA de trois sous-systèmes du métro (ascenseur, escalier mécanique, poste de redressement).

Ce travail est structuré en quatre chapitres précédés d'une introduction générale et se terminant par une conclusion. Le premier chapitre portera sur la présentation générale des systèmes SCADA

Dans le deuxième chapitre, nous définirons le SCADA du Métro d'Alger, le troisième chapitre est consacré au fonctionnement des équipements à superviser

Enfin dans le quatrième et dernier chapitre, nous expliquerons les différentes étapes de création de l'interface de contrôle et de supervision.

# *CHAPITRE 1*

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

*Dans ce chapitre on va présenter la supervision qui va permettre de surveiller, en terme de disponibilité et de performance de l'ensemble de l'infrastructure et applications du système d'information d'une entreprise. Elle assure la surveillance du bon fonctionnement du système.*

*Ainsi que nous explorons les caractéristiques des systèmes SCADA, leurs fonctions, et le logiciel du SCADA.*

## 1.1 La supervision :

La supervision consiste à conduire une installation industrielle aux moyens d'écrans de supervision placés aux postes de pilotage, rafraichis à chaque instant par les informations provenant des automatiques et des capteurs intelligents [1].

La figure suivante représente le poste de pilotage d'une supervision :



*Figure 1.1.* Salle de contrôle.

### 1.1.1 Architecture de la supervision :

La supervision est d'un niveau supérieur et qui superpose à la boucle de commande, elle assure les conditions d'opérations pour lesquelles les algorithmes d'estimation et de commande ont été conçus. Parmi les tâches principales de la supervision se trouve la surveillance, l'aide de décision, le diagnostic et la détection.

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

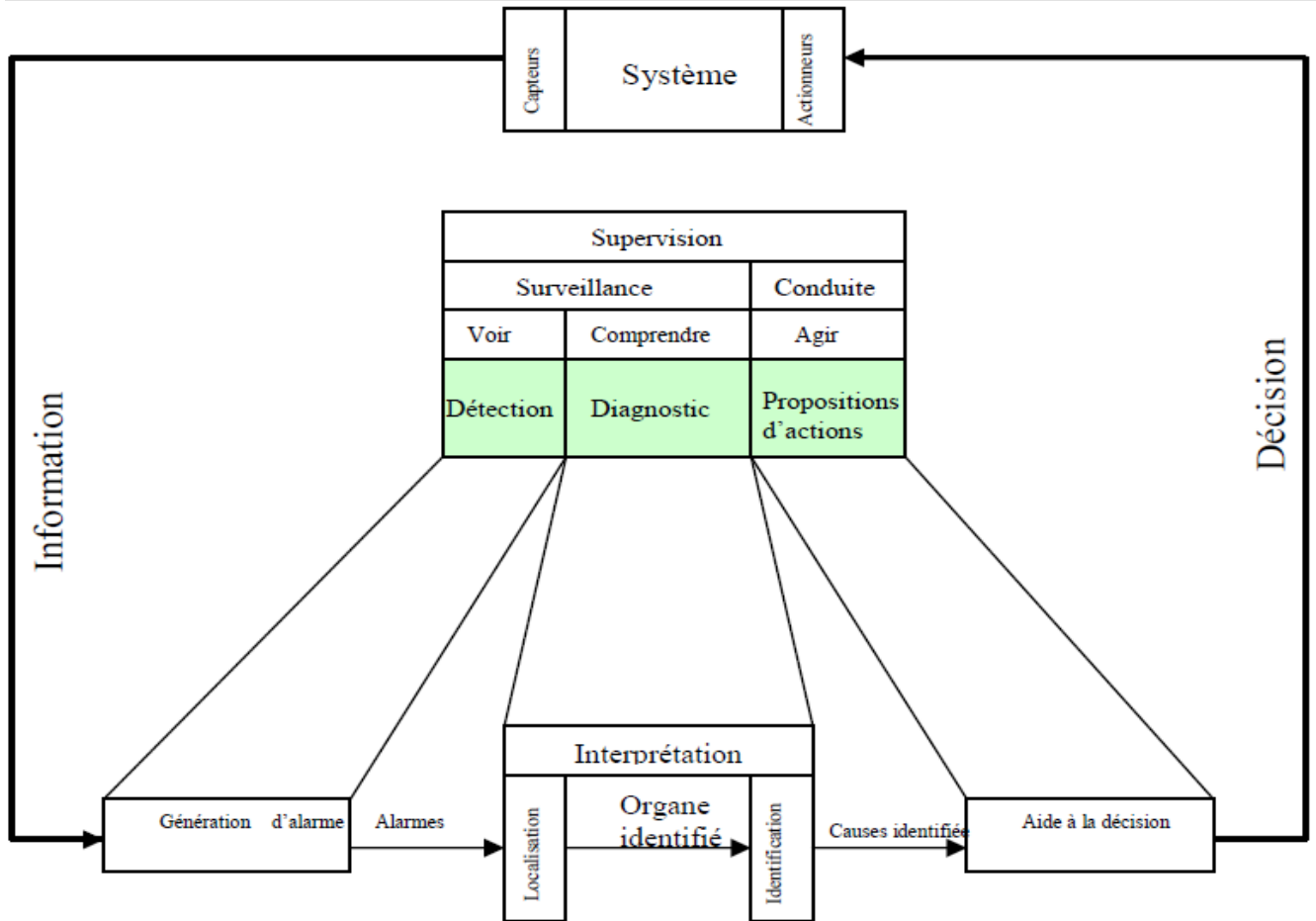


Figure 1.2. Architecture générale d'un système de supervision en ligne.

## 1.1.2 Technique de la supervision :

Pour concevoir un système de supervision on a besoin de maîtriser les techniques suivantes [2] :

### a) Acquisition de données :

L'acquisition de données est la première étape de la supervision, tel que, elle consiste à recueillir, à valider et à assurer l'acheminement des informations sur l'état du système jusqu'au poste de pilotage, cette tâche, est exécuté sans interruption et à chaque instant, ces opérations impliquent l'utilisation des capteurs permettant de mesurer les différentes variables du processus. Ces informations seront utilisées dans des relations de résidus pour accomplir l'étape de détection.

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## b) Surveillance :

La surveillance utilise les données provenant du système pour représenter l'état de fonctionnement puis en détecter les évolutions. La surveillance intervient en phase d'exploitation bien qu'elle soit prise en compte dès la phase de conception.

Elle sert à filtrer les signaux et les événements issus du procédé et de la commande afin d'établir l'état du système. En fonctionnement normal, elle communique des comptes rendus filtrés à la commande. Elle permet également de détecter et diagnostiquer les fautes et les erreurs dans le système. En cas de dysfonctionnement, elle en informe le module de maintenance et le module de supervision.

## c) Diagnostic :

Cette étape consiste à partir des défauts détectés, de localiser l'élément défaillant et d'identifier la cause qui a provoqué ce défaut. On appelle signature d'un défaut l'effet de celui-ci sur un ou plusieurs résidus. Si l'on dispose de connaissance de la signature des défauts, il est possible, à partir de celle-ci, de remonter des effets aux causes, c à d, à partir des résidus non nuls de remonter aux éléments défaillants. Cette étape nécessite donc un modèle de défaut du système permettant la résolution du problème inverse. En résumé, une procédure de diagnostic comprend deux étapes, une étape d'identification de défaut et une étape de localisation de défaut.

### ➤ Localisation:

Cette étape s'exécute juste après qu'il ait une détection d'un défaut, elle consiste à repérer et isoler l'élément défaillant et préparer ainsi la tâche à la prochaine étape qui est l'identification.

### ➤ Identification:

Ici, on cherche à identifier les causes précises de cette anomalie grâce à des signature répertoriées par les experts, et validées après expertise et réparation des dysfonctionnements. Les informations ainsi obtenues sont fournies au service de maintenance.

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## d) Aide à la décision :

Dans quelques situations même l'opérateur le plus expérimenté et le plus qualifié commet des erreurs en prenant des décisions inappropriées, cette situation est due à la fatigue de l'opérateur, au nombre impressionnant d'alarmes qui surviennent en même temps et que l'opérateur est incapable de gérer ou tout simplement par une mauvaise interprétation de sa part. L'aide à la décision consiste à aider l'opérateur à prendre la bonne décision devant toute situation, et cela en proposant une liste d'action qui pourraient restaurer les grandeurs optimales du système.

Dans un système d'aide à la décision, l'opérateur est toujours maître de la situation, car le système d'aide à la décision n'agit jamais, il informe et conseille seulement, de ce fait le système ne calcule pas une valeur précise, mais propose plutôt quel moyen d'action doit être exécuté, par exemple, il pourrait conseiller de changer un point de référence d'une boucle de commande parce qu'un capteur a une dérive ou de changer la commande manuelle parce que le régulateur travaille hors de son domaine de stabilité. Mais il n'est pas censé trouver le point de réglage ou la valeur précise de l'action, ceci a besoin d'une étude plus soignée de validation, qui est toujours un problème de recherche.

## e) Maintenance :

La maintenance est l'étape qui intervient généralement après l'étape de prise de décision elle consiste à maintenir ou à restaurer les performances des composants ou du système d'une façon globale, pour l'accomplissement de sa tâche requise, ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de gestion.

## 1.2 Supervision dans un environnement SCADA :

Le système SCADA fonctionne par l'acquisition de données provenant de l'installation, ces dernières sont affichées sur une interface graphique sous un langage très proche de langage humain, ces opérations sont exécutées en temps réel, ainsi les systèmes SCADA donnent aux opérateurs le maximum d'information pour une meilleure décision, ils permettent un très haut niveau de sécurité, pour le personnel et pour l'installation et permettent aussi la réduction des coûts des opérations, les avantages qu'offre le SCADA sont obtenus avec la combinaison des outils softs et hard [3].

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

## 1.2.1 Définition du SCADA :

SCADA est l'acronyme de Supervisory Control And Data Acquisition. Le SCADA peut être appelé Interface Homme-Machine (IHM) en Europe. Le terme fait référence à un système de mesure (et de contrôle) distribué à grande échelle.

Les systèmes SCADA sont utilisés pour surveiller ou contrôler les processus chimiques, physiques ou de transports [3].

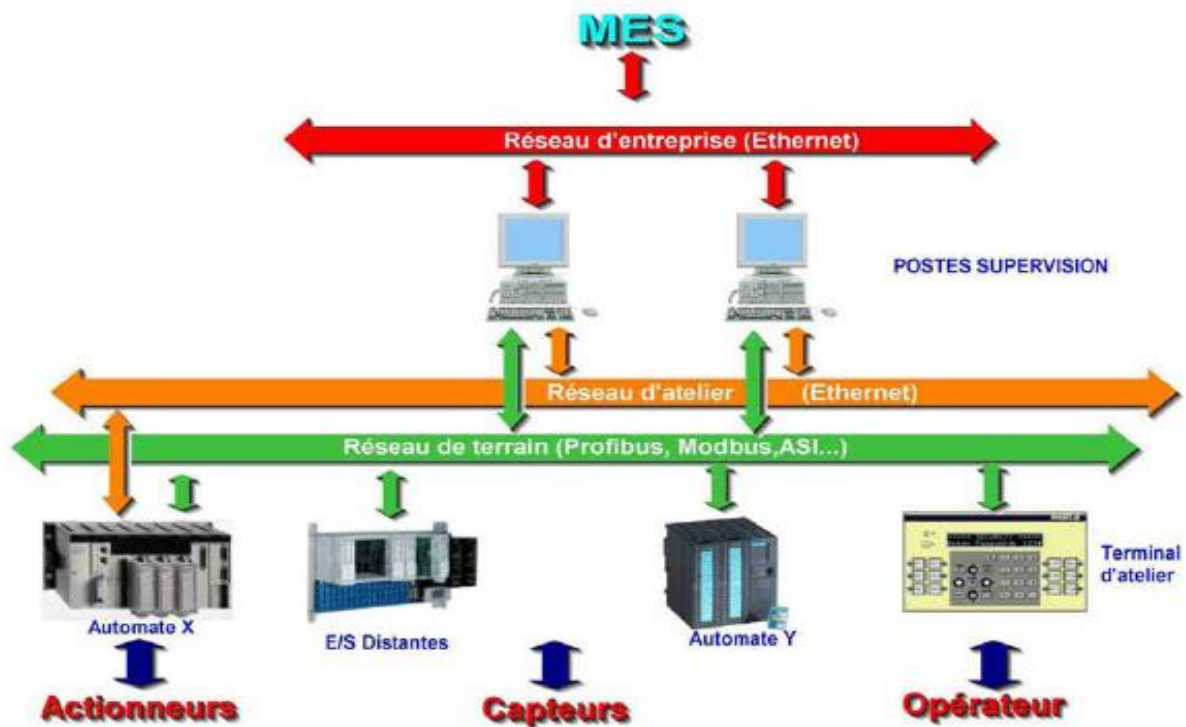


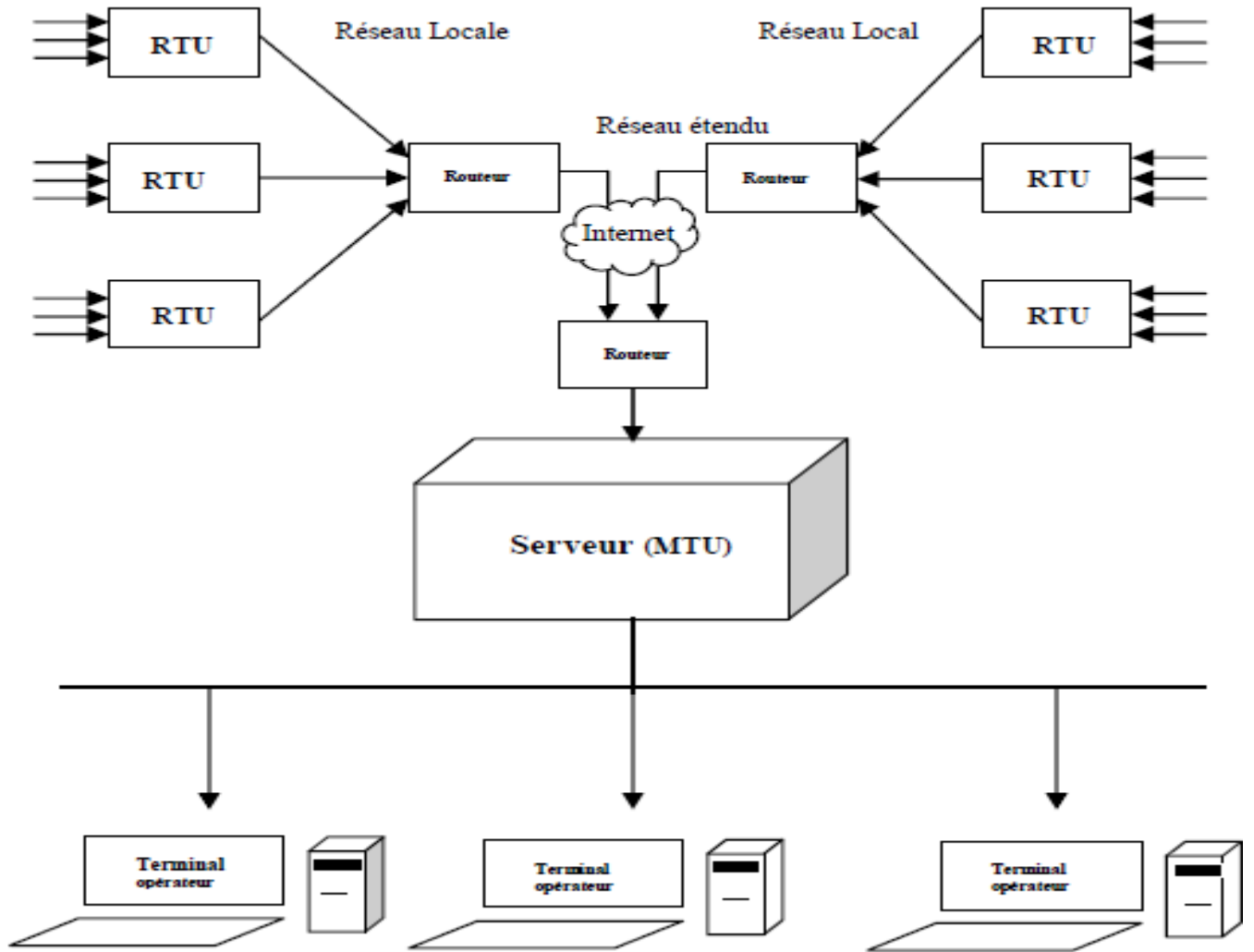
Figure 1.3. Différents niveau du système SCADA

## 1.2.2 Architecture du SCADA :

SCADA entoure un transfert de données entre le serveur MTU (Master Terminal Unit) et une ou plusieurs unités terminales distantes RTU (Remote Terminal Unit), et entre le serveur et les terminaux des opérateurs, la figure ci-dessous représente un schéma sur l'architecture d'un réseau SCADA qui utilise des routeurs pour joindre le poste de pilotage par le billet de l'Internet [4].



# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision



**Figure 1.4.** Architecture de la supervision dans un environnement SCADA.

Les logiciels de supervisions sont une classe de programme applicatifs dédiés au contrôle de processus et à la collecte d'informations en temps réel depuis des sites distants ( ateliers ,usines ), en vue de maîtriser un équipement ( machine ,partie opérative ).

Les éléments hardwares assurent la collecte d'informations qui sont à disposition du calculateur sur lequel est implanté le logiciel de supervision, le calculateur traite ces données et en donne une représentation graphique réactualisée périodiquement, le système SCADA enregistre les événements dans des fichiers ou les envoie sur une imprimante, par mail..., ainsi le système surveille les conditions de fonctionnement anormal et génère des alarmes [4].

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## 1.2.3 Eléments du système SCADA :

Il contient 3 éléments:

### a) Unité terminale distante (RTU):

Une unité terminale distante (Remote Terminal Units) est un microprocesseur, dispositif à commande électronique qui s'interface avec des objets dans le monde physique à un système de commande distribué ou SCADA système (contrôle et d'acquisition de données) en transmettant télémétrie des données à un système maître, et en utilisant des messages du système de contrôle principal pour contrôler des objets correspondants. Un autre terme qui peut être utilisé pour RTU est l'unité de télémétrie à distance, la durée de l'usage courant varie en fonction de la zone d'application générale, un RTU représente l'ACS du système SCADA [4].

### b) MTU (Master Terminal Unit) :

Il peut être décrit comme une station ayant plusieurs postes opérateur (liées ensemble avec un réseau local) connecté à un système de communication, comme on vient d'aborder l'MTU recueille les données de l'instrumentation du terrain périodiquement à partir des stations RTU et permet la commande à distance par le biais des postes opérateurs.

En général l'MTU sert à configurer et programmer les RTU, diagnostiquer la communication et les stations RTU, un MTU représente le serveur du système SCADA [4].

### c) Communication:

Un réseau industriel est constitué d'automates programmables, des interfaces hommes/machines, d'ordinateurs, des équipements d'entrées/sorties, reliés entre eux grâce à des lignes de communication, telles que des câbles électriques, des fibres optiques, des liaisons radio et des éléments d'interface, tels que des cartes réseaux, des gateways [4].

#### ➤ Approche interrogation (Maitre-esclave) :

Cette approche peut être utilisée pour des systèmes de communication configurés en mode point à point ou multipoint, le maître contrôle totalement le système de communication puisqu'il gère périodiquement les demandes de transfert des données des différents esclaves. Ces derniers ne peuvent pas prendre l'initiative mais répondent seulement à la demande du maître.

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## ➤ Approche paire à paire (peer to peer) :

Cette approche est appliquée pour la communication entre RTU et un autre RTU, elle repose sur l'aptitude de chaque nœud du réseau de communiquer avec un autre nœud directement seulement qu'il doit avoir un contrôle d'accès et collision du réseau. Autrement dit il faut écouter tout d'abord avant d'entamer la communication.

## 1.2.4 Fonctionnalité temps réel :

La notion temps réel est devenue très importante et indispensable dans la procédure de surveillance et de supervision en générale, elle permet de faire le rafraichissement des signaux à chaque instant, ce qui permet de suivre l'évolution de l'état du système d'une façon continue [5].

## 1.3 Les réseaux (protocoles) de communication dans les systèmes

### SCADA :

Les protocoles de communication dans un environnement SCADA évoluent suite à la nécessité d'envoyer et de recevoir des données jugées critiques généralement pour de longues distances et en temps réel, cette optique a donné naissance de plusieurs protocoles dont on va développer les plus utilisés comme Ethernet, Modbus, Profibus , CANopen , AS-I..

#### ➤ Modbus :

Le protocole MODBUS est un protocole de transmission de données régissant le dialogue entre une station " Maitre " et des stations " Esclaves " .

#### ➤ Profibus :

Le Profibus est un réseau de terrain ouvert, non propriétaire, répondant aux besoins d'un large éventail d'applications dans les domaines du manufacturier et du procès. Il se décline en trois protocoles de transmission, appelés profils de communication, aux fonctions bien ciblées: DP, PA et FMS.

#### ➤ Ethernet :

La mise en œuvre des réseaux en automatisme industriel se fait par une adoption progressive des protocoles standards mondiaux Ethernet et TCP/IP. Ces technologies,

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

associées à l'internet, permettent un accès aux données de l'automatisme en tout lieu, à toute personne autorisée. Ethernet est uniquement un support de transmission de données et supporte plusieurs protocoles réseau : TCP/IP, AppleTalk, DECnet.....

## 1.4 Interfaces graphiques du SCADA :

Les interfaces graphiques sont un outil très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, elles sont le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision, ainsi, elles aident l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prise de décision, en lui offrant une très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation, avec l'affichage en différentes couleurs des résidus, des alarmes et des propositions sur l'action à entreprendre [5].

La figure suivante représente une interface graphique de supervision d'un produit chimique:

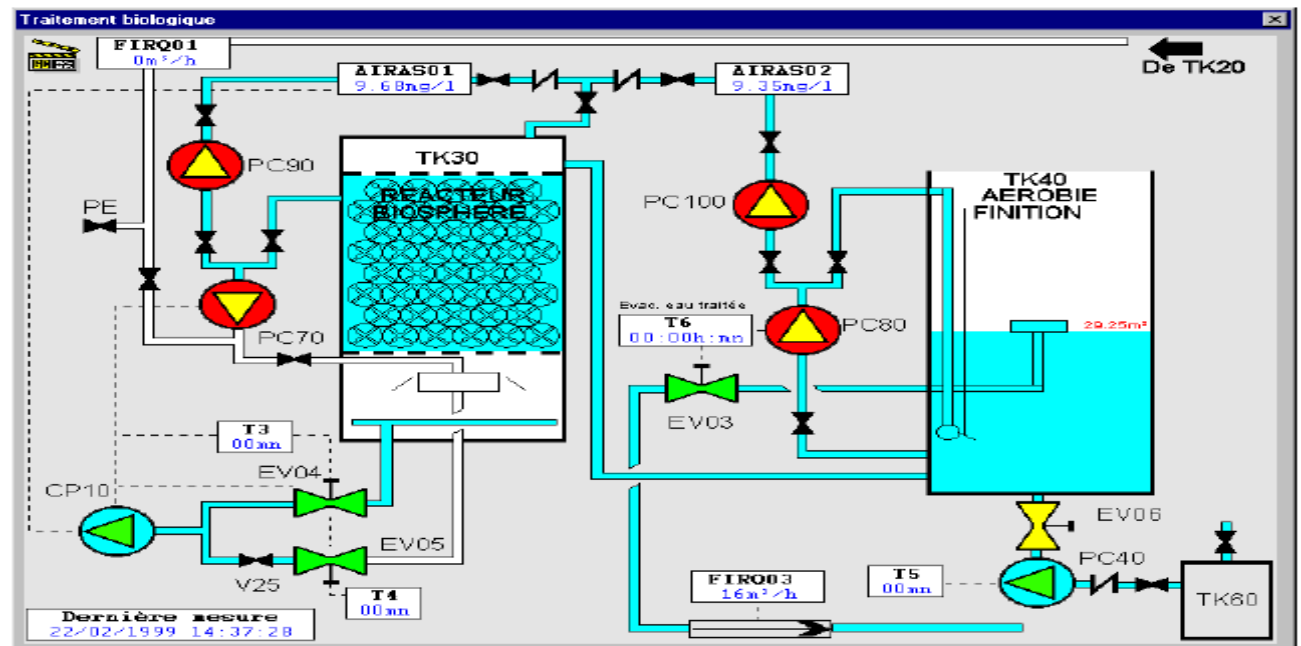


Figure 1.5. Interface graphique de supervision d'un produit chimique.

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## 1.5 Logiciel SCADA :

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

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

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

des installations et l'administration des authentifications et les habilitations pour l'accès des personnels [4].

# Chapitre 1 Présentation générale de la supervision

---

## Conclusion:

*Dans ce chapitre nous avons présenté brièvement la supervision ainsi que tous les outils nécessaire pour sa mise œuvre, on a constaté aussi son importance au sein des installations à hauts risques telles que les installations nucléaires, chimiques etc...*

*La supervision joue un très grand rôle dans la sécurité du personnel ainsi que sur l'environnement, et ce en détectant la moindre dégradation qui pourrait affecter le bon fonctionnement du système, voir même des explosions et des dommages matériels et humains.*

*Le système SCADA est un outil qui permet de réaliser une supervision é distance,*

*C'est-à-dire que l'installation à superviser pourrait se trouver à des milliers de kilomètres du poste de pilotage, ce type de supervision est très utile pour le transport et les industries à hauts risques, telles que les industries chimiques et nucléaires cars il évite des pertes humaines si jamais un accident survient et aussi il réduit le nombre de visite au site .*

# *CHAPITRE 2*

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

*Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu sur le site retenu pour notre étude (l'entreprise du métro d'Alger) présenté ses différents zones, déterminé ses objectifs et son système intégrale ainsi que le système SCADA de métro d'Alger.*

### 2.1 Entreprise métro d'Alger (EMA):

L'Entreprise Métro d'Alger par abréviation EMA fut créée en 1984, en qualité de maître d'ouvrage délégué du Ministère des transports, pour assurer les études, la réalisation et l'exploitation d'un réseau de chemin de fer urbain souterrain et en surface de transports de voyageurs, dit Métro d'Alger [6].

#### 2.1.1 Historique:

Depuis sa transformation en 1989, en Entreprise Publique Economique, société par actions dotée d'un capital social de 380 000 000 DA, l'EMA s'est lancée aussi, dans le développement des capacités d'études et d'ingénierie en matière de transports et la réalisation de plan de circulation par la création d'un Bureau d'Etudes des Transports Urbains -BETUR- devenu filiale à 100% de l'EMA en 2011.

Dans le cadre du plan de développement des transports urbains, de nouveaux projets ont été confiés à l'EMA depuis 2005, notamment, les études, la réalisation et l'exploitation des Tramways sur le territoire national ainsi que la réalisation, la rénovation et la mise à niveau technologique des téléphériques et télécabines dans les différentes villes du pays.

Siemens a décroché une commande auprès de l'Entreprise Métro d'Alger (EMA) portant sur la fourniture d'un système de signalisation pour l'extension de la ligne 1 du métro d'Alger. Le contrat porte notamment sur la fourniture d'un système ETCS de contrôle des trains Trainguard, un système de communication par radio Airlink et un système de localisation des rames Digiloc. Il inclut également la formation du personnel du client à l'utilisation de ces nouvelles technologies [6].

#### 2.1.2 Situation géographique de la ligne 1 du métro d'Alger:

La ligne 1 orientée du Nord-Ouest vers le Sud-Est a une longueur de 18,2 km, reliant la Place des Martyrs à El Harrach Centre depuis le 5 juillet 2015, plus une section reliant Haï El Badr à Ain Naâdja depuis le 10 avril 2018. La ligne 1 comprend 19 stations en service, 12 en construction [6].



## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

### 2.1.3 Présentation du projet d'extension du métro d'Alger :

Les études lancées par l'Entreprise métro d'Alger pour la réalisation de nouvelles extensions de la première ligne du métro d'Alger, permettront à la capitale de disposer d'un réseau de transport urbain offrant une amélioration substantielle de la circulation [6].

#### ➤ **EL HARRACH - BAB EZZOUAR - AÉROPORT D'ALGER:**

Confiés à Cosider TP, les travaux de réalisation des gros œuvres de l'extension de la ligne 1 du Métro d'Alger reliant le Centre-ville d'El Harrach à l'Aéroport International Houari Boumediène sont entamés depuis Juin 2015.

Sur un linéaire de 9.5 km et 9 stations, cette ligne desservira des quartiers denses en population tel que : Beaulieu, Oued Smar, Cite 5 juillet, Bab Ezzouar, le Pôle Universitaire d'El Harrach, le Centre des Affaires de Bab Ezzouar et l'Université Houari Boumediene. Elle reliera le Tramway au carrefour de l'université Houari Boumediène et offrira une multimodalité au niveau de cette station.

#### ➤ **PLACE DES MARTYRS - BAB EL OUED – CHEVALLEY:**

Cette extension s'étend sur 8 km de long avec 8 stations. Elle dessert la circonscription de Bab El Oued, qui est très dense en habitation et difficile à l'accès par le transport en commun, le quartier d'El Biar et Chevalley. Elle permet une connexion avec le téléphérique du côté de oued korriche, et la gare urbaine de Chevalley.

#### ➤ **CHEVALLEY -DELLY BRAHIM - CHERAGA - OULED FAYET - EL ACHOUR – DRARIA:**

Cette extension Chevalley - Delly Brahim - Chéraga - Ouled Fayet - El Achour- Draria d'une longueur d'environ 14 Km, présente une bifurcation vers Chevalley - Delly Brahim - El Achour - Draria d'environ 8 Km et 8 stations et une autre vers Delly Brahim - Cheraga - Ouled Fayet d'environ 6 km et 6 stations.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

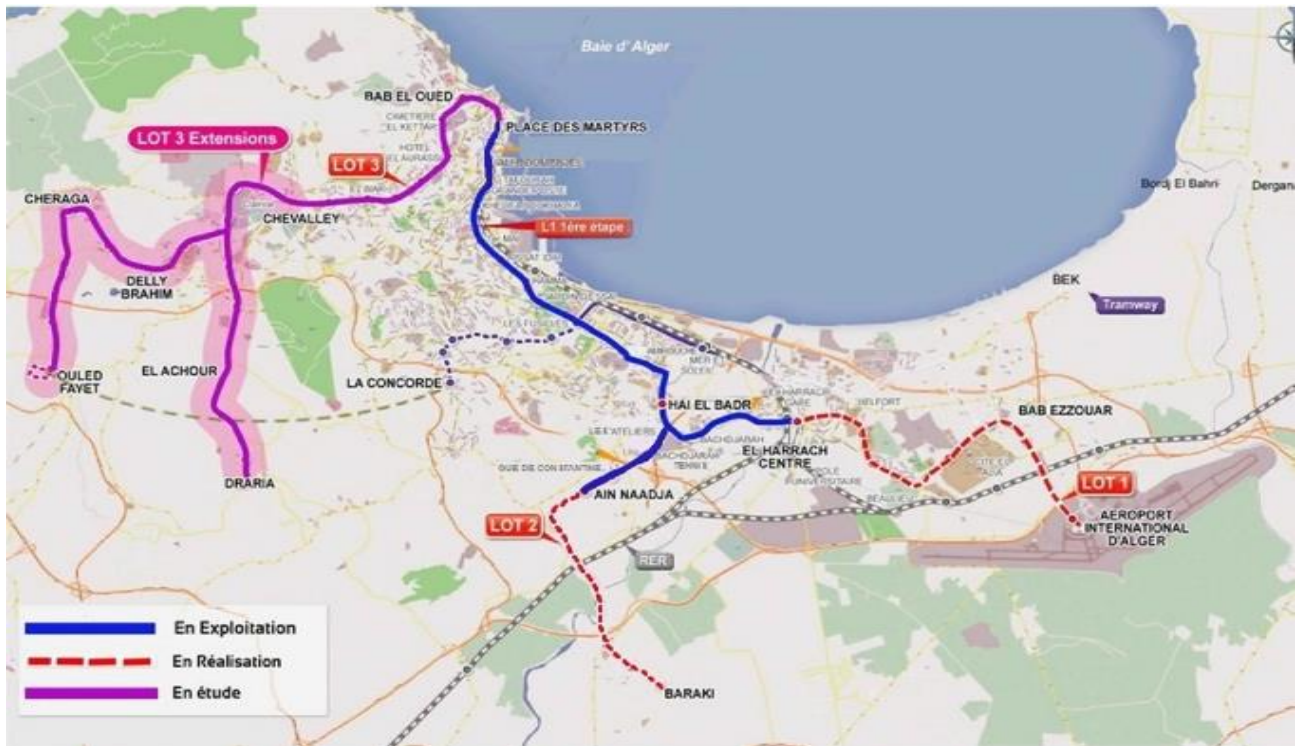


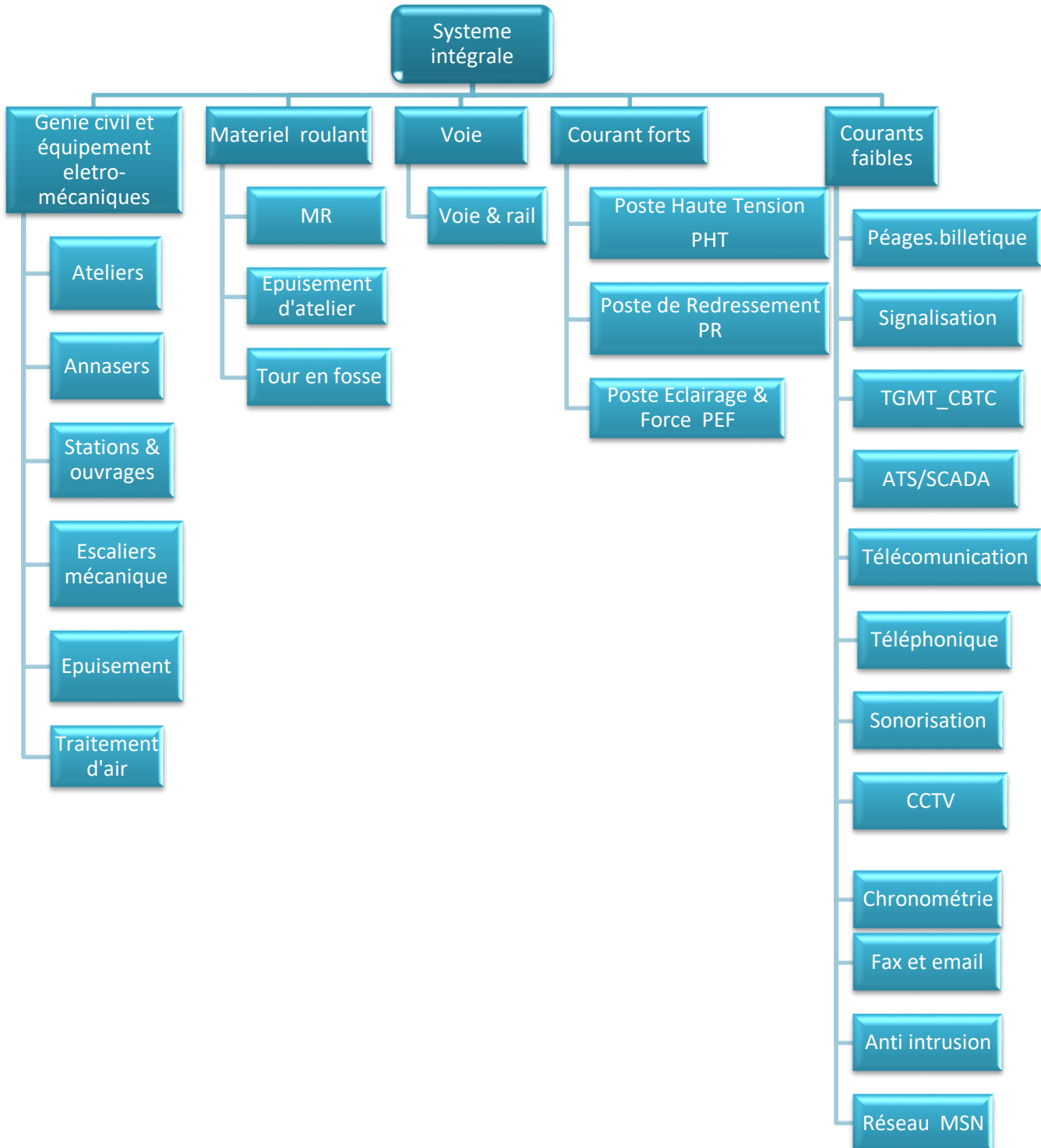
Figure 2.1. Extension du métro d'Alger.

### 2.1.4 Système intégral du métro d'Alger :

Le système intégral est par définition l'ensemble des réalisations nécessaires au fonctionnement du Métro. Il est subdivisé en plusieurs sous-systèmes regroupant, chacun, un ensemble d'activités, prestations et fournitures rattachés à un domaine technique particulier du système intégral. Cette décomposition par sous-système est une décomposition technique utilisée pour représenter une spécialité cohérente du système intégral [6].

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

Le système intégral comporte les sous-systèmes techniques représentés sur le schéma suivant :



**Figure 2.2.** Composition du système intégral.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

### 2.1.5 Composition du système intégral du métro d'Alger :

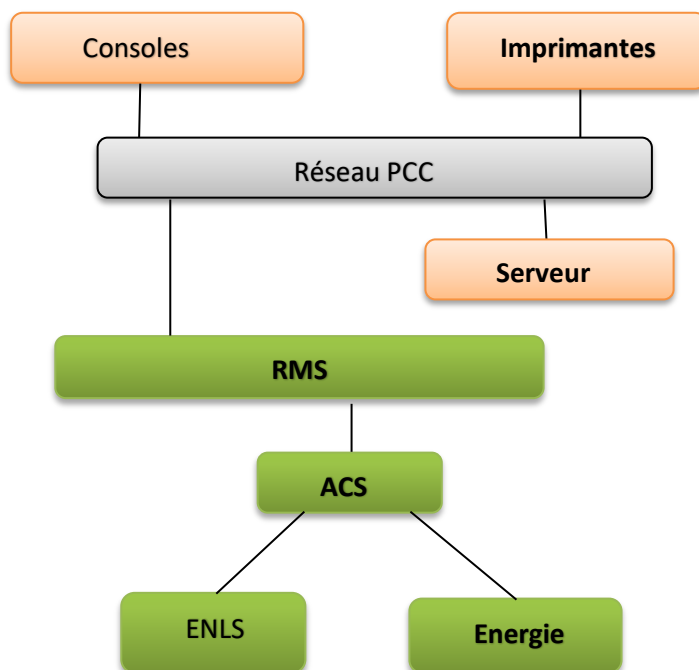
Le système intégral comporte les sous-systèmes techniques suivants [6] :

- ✓ La voie Ferrée, les appareils de voie, le troisième rail et les installations de sécurité dans les tunnels, en viaduc et en zone aérienne.
- ✓ Le système de transformation et distribution d'énergie pour la traction (PR)
- ✓ Les postes énergie force (PEF).
- ✓ Les systèmes électromécaniques.
- ✓ Les systèmes de télécommunications.
- ✓ Aménagements.

### 2.2 Présentation générale du SCADA dans son environnement:


- Le SCADA est constitué des équipements suivants :
  - les serveurs SCADA.
  - les consoles opérateurs.
- Il est interfacé avec l'équipement externe suivant :
  - ACS.

#### 2.2.1 Architecture:



**Figure 2.3.** Environnement du système SCADA.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

 Equipements PCC.

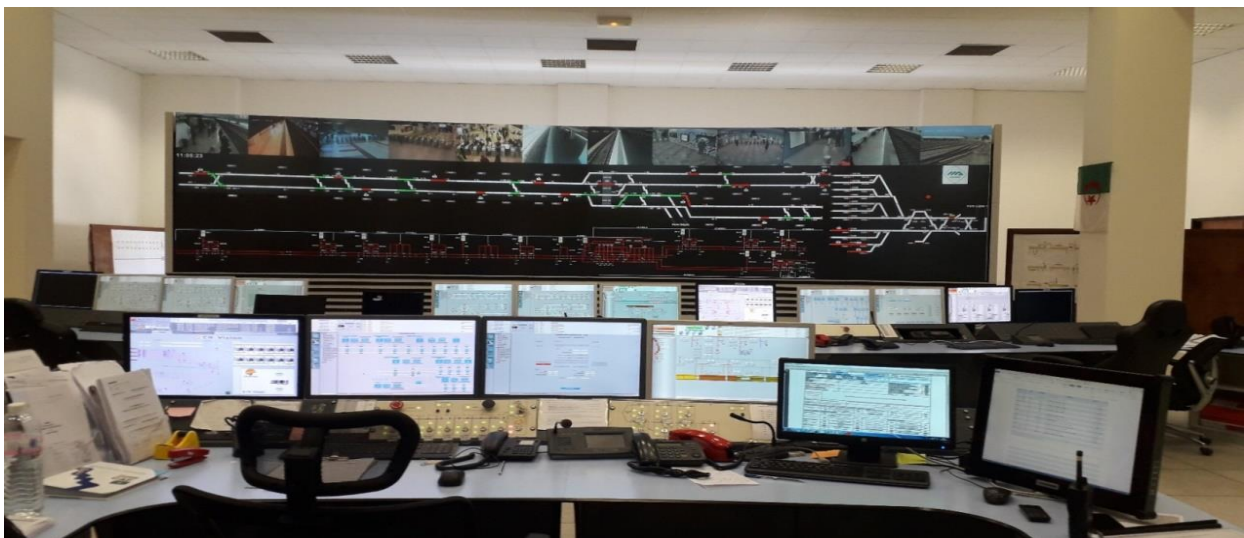
 Equipements externes.

### 2.2.2 Poste de Commande Centralisé (PCC) :

Un poste de commande et de contrôle centralisé, ou poste de commande centralisé, ou poste de commandes centralisées, abrégé en PCC, est une installation technique d'un réseau de chemin de fer ou de transports en commun, ayant pour objectif d'assurer la marche des trains, la régulation du trafic, mais aussi l'assistance aux conducteurs ou la régulation de l'énergie de traction sur un réseau ferré.

Le PCC permet d'avoir une vision globale d'une ligne ou d'un réseau afin de réduire les délais d'intervention en cas de dysfonctionnement. Ses éléments visibles se composent notamment de deux ensembles : le pupitre, et le tableau de contrôle optique, ou TCO. Ce dernier se divise en une partie trafic qui permet de visualiser la position des trains sur la ligne et les signaux, et une partie traction, qui indique l'état des sections et sous-sections d'alimentation en courant de traction, sous-tension ou hors tension.

Le PCC peut inclure également des agents qui ont pour mission d'aviser le personnel exploitant de la ligne et les voyageurs, en particulier en cas d'incidents. Le PCC permet d'interagir avec les conducteurs des rames, soit par le biais d'une signalisation appropriée, soit par radio : départs programmés des terminus, régulation en ligne, ou encore rétention des rames en station en cas d'incident [6].



**Figure 2.4.** PCC du Métro d'Alger.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

### 2.2.3 Serveur SCADA :

- Le serveur SCADA est interfacé avec les équipements externes suivants ACS (Automate Concentrateur en Station), et en interface avec les consoles opérateurs et imprimantes.
- Le système SCADA a été développé sous le logiciel appelé SIMATIC WINCC OA (voir la description du logiciel dans l'annexe A).

### 2.2.4 Réseau multi service RMS :

#### a) Généralités sur le réseau (Open Transport Network) OTN :

Open Transport Network (OTN) : est un réseau de communication basé sur la technologie de la fibre optique utilisé pour couvrir les besoins de communication de vastes environnements tels que métro, autoroutes, aéroports et l'industrie pétrochimique.

L'OTN permet de transmettre une multitude d'informations (voix, données, vidéo numérique et LAN) de manière entièrement transparente dans le réseau.

Un réseau OTN est constitué de nœuds OTN interconnectés par un double anneau de fibres optiques à liaisons point à point. Il en résulte deux anneaux à fibres optiques de rotation contraire.

En mode de fonctionnement normal, toutes les données des équipements périphériques sont transmises via un anneau, tandis que le second anneau reste en mode de réserve. Cet anneau est maintenu en synchronisation avec l'autre anneau afin de garantir la disponibilité d'une sauvegarde [7].

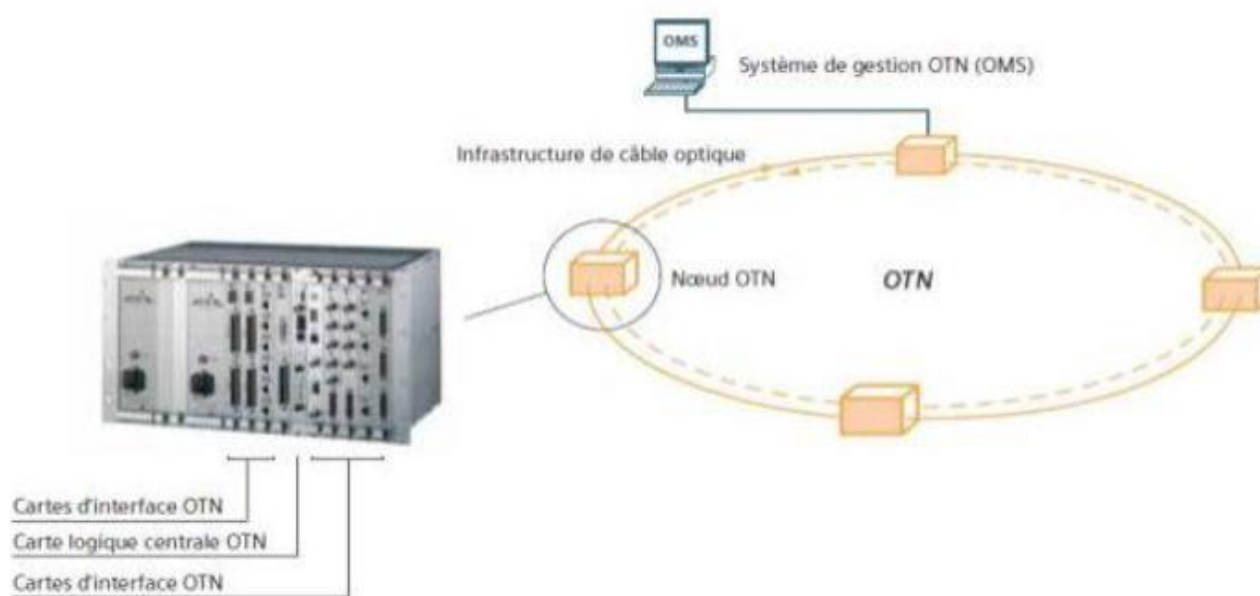


Figure 2.5 : Réseau OTN.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

### b) RMS du métro d'Alger :

Le réseau multiservice RMS est une infrastructure de communication autonome constitué de nœuds permettant de relier les différentes stations du métro d'Alger au PCC.

Pour transporter les informations entre le poste de commande centralisé PCC et l'automate concentrateur station le RMS s'appuie sur des nœuds OTN actifs, reliés en boucle par des fibres optiques monomodes. Ces nœuds assurent l'insertion et l'extraction du trafic d'informations [8].

### 2.2.5 Automate Concentrateur Station (ACS) :

Le principe de la supervision technique des équipements repose sur la mise à disposition d'informations d'état ou d'alarme venant des installations en stations et la transmission de commandes vers les divers équipements de terrain [8]. .

Cette démarche est assurée par un automate nommé : Automate Concentrateur Station (ACS) de type S7-400 [9] implanté dans chacune des stations.

### 2.2.6 Les équipements communicants à ACS :

- Les équipements de distribution et transformation d'énergie.
- Les équipements d'exploitation des stations comme les [8] :
  - Escaliers mécaniques.
  - Ascenseurs.
  - Distributeurs, équipements de contrôle d'accès (billettique),
  - Détection incendie.
  - Traitement de l'air.
  - Désenfumage.
  - Éclairage.
  - Épuisement des eaux.
  - Les équipements de surveillance intrusion : états des trappes. portes de locaux techniques, ... en ligne, en station, au dépôt.
  - Les équipements de tunnel / aérien.
  - Désenfumage tunnel.
- Les équipements de tunnel / aérien :
  - Désenfumage tunnel.
  - Éclairage.
  - Épuisement des eaux en tunnel.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

### 2.2.7 Architecture automatismes de l'ACS :

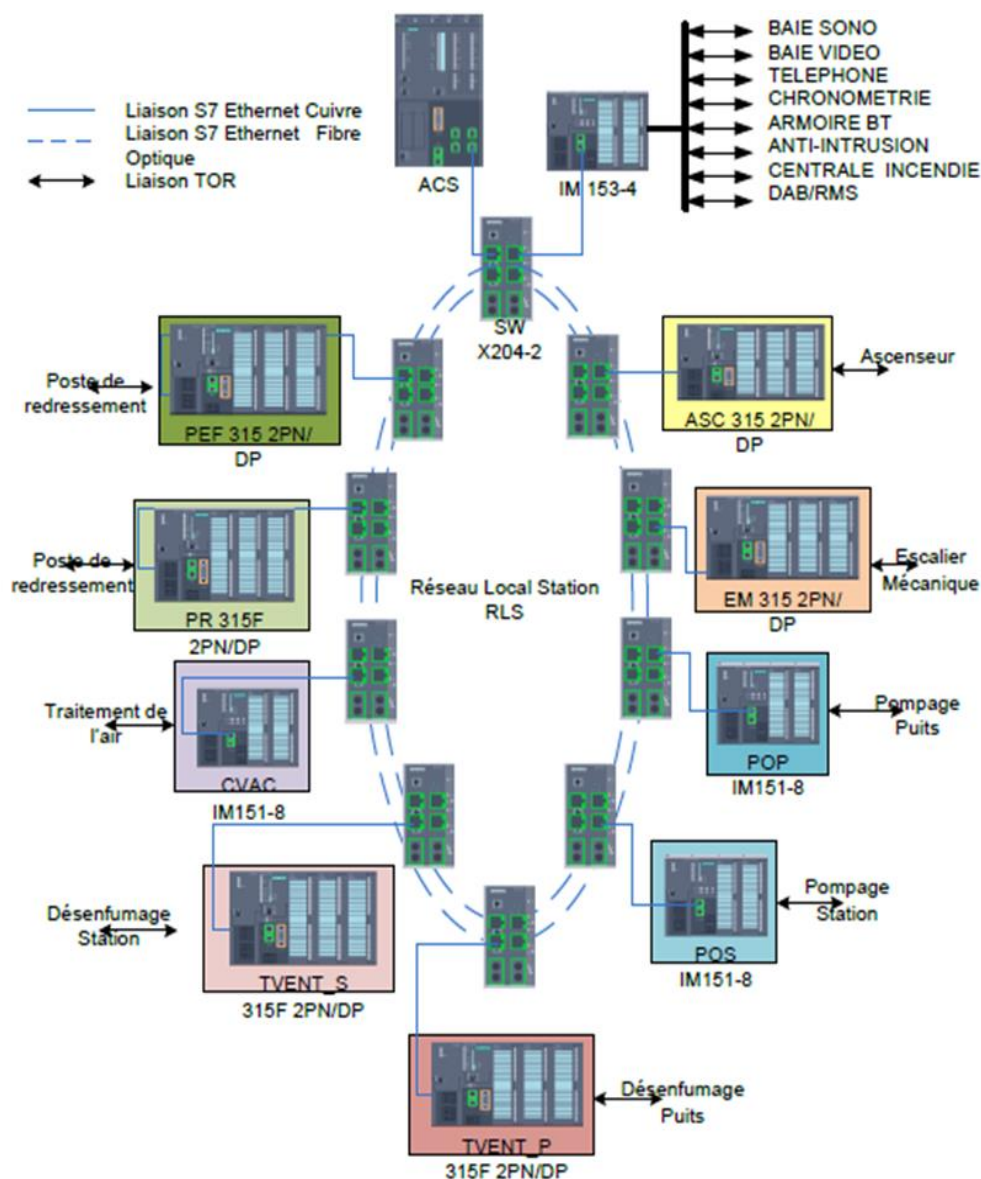


Figure 2.6. Architecture automatismes de l'ACS.

### 2.2.8 Fonctionnement de l'ACS :

Le fonctionnement de l'ACS repose sur le principe de « la boîte aux lettres » il assure l'acquisition et l'échange bidirectionnel des informations entre les automatismes du réseau RLS et le serveur SCADA [8].

L'ACS s'interface à travers :

- Le réseau multi services (RMS) avec Le système central SCADA situé au niveau du poste de commande centralisé.



## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

- Le réseau local (RLS) (liaisons S7) avec les automates équipements de: Ventilation (désenfumage et confort), Ascenseurs, Escaliers mécaniques, Pompage Postes de redressement et poste d'éclairage force...

### a) Réseau local station RLS :

Le réseau local station est une infrastructure de communication autonome constituée de plusieurs équipements de la station et de l'inter-station reliés par une infrastructure matériels et logiciels. Le réseau local station est réalisé par une liaison en S7 Ethernet Cuivre raccordant l'automate concentrateur station ACS à l'ensemble des automates situés dans les locaux techniques suivants [8] :

- Poste des équipements techniques PET (concentrateur de point en station).
- Postes d'éclairage et force (PEF1 et PEF2).
- Poste de Redressement (PR).
- Local ventilation station.
- Puits de ventilation en inter-station.
- Local pompage station.
- Puits de pompage en inter-station.
- Armoire API (Escaliers mécanique).
- Armoire API (Ascenseur Station).

### b) Topologie du réseau RLS :

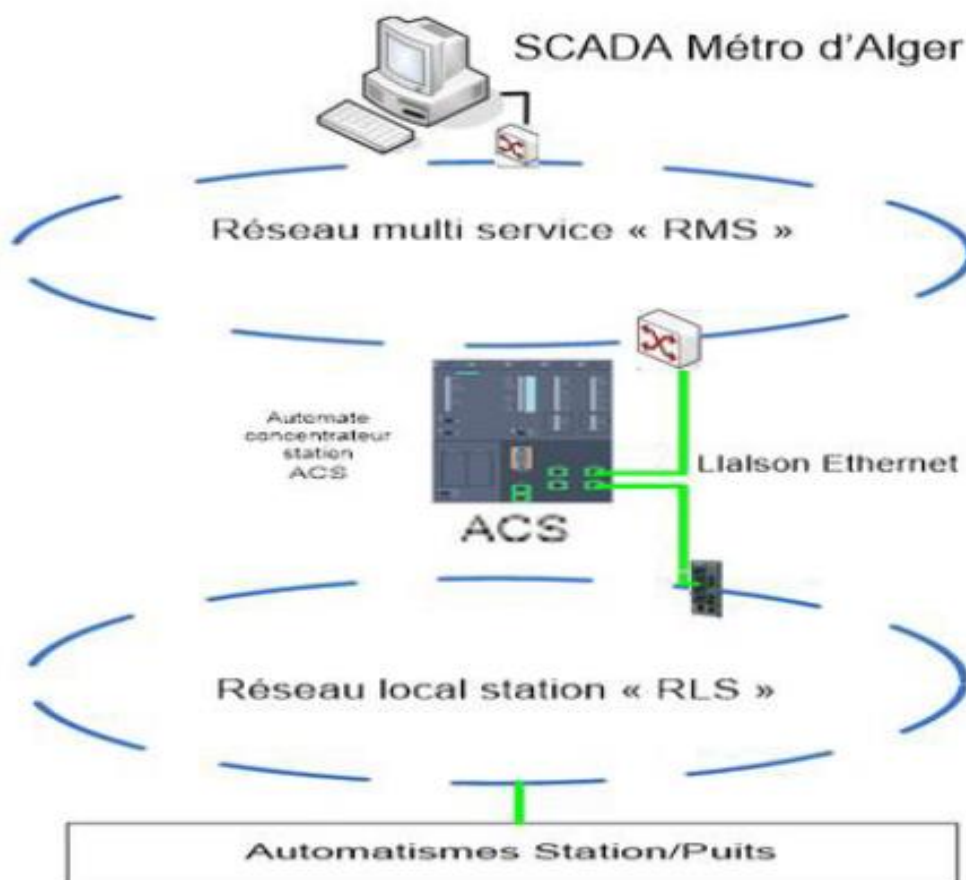
Afin d'augmenter la disponibilité du réseau, l'ensemble des compartiments du réseau local station est interconnecté en boucle. Le bouclage de cette topologie s'effectue au moyen de deux ports du Switch SCALANCE x204, situé au local d'équipements de télécommunication PET. Cet appareil est le gestionnaire de redondance, tous les autres appareils de la boucle sont des clients de redondance [10].

### 2.2.9 Protocole de communication entre l'ACS et les automates métier :

Les liens de communications entre l'API métier et l'ACS en station sont réalisés sous protocole Siemens S7 basé sur TCP/IP (voir l'annexe B).

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

### a) Dialogue SCADA <-> ACS :



**Figure 2.7:** Architecture SCADA<->ACS.

- Les liens de communications entre les serveurs SCADA et les ACS en stations sont réalisées sous protocole Siemens S7 basé sur Modbus TCP/IP et de même pour la liaison entre les ACS et les automates métiers.
- Le défaut de communication S7 est remonté par le SCADA et affiché dans l'IHM ainsi que l'état de la CPU (RUN/STOP).
- La redondance du driver S7 est gérée par le serveur SCADA (WinccOA).

### b) Bilan des termes :

- C'est une table d'échanges entre l'ACS et le serveur SCADA contenant toutes les informations d'entrées et de sorties des systèmes supervisés.
- Cette table d'échange est situé dans l'ACS est configuré par le logiciel SIMATIC STEP 7 (description du logiciel dans l'annexe A).

On peut présenter le bilan des termes sous forme d'un tableau :

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

Désignation	Adresse (dans STEP7)			Type	Classe	Libellé
Identifiant de l'adresse	N° DB	Octet	Bit	Soit : TS, TC ou TM	Soit : TSA, TSE	Commentaires ou Descriptions
	Exemple : DB1001.DBX4.1					

**Tableau 2.1** : Bilan des termes.

Plusieurs types de données sont échangés entre les ACS et les serveurs SCADA [8] :

- Télésignalisation (TS) : ACS → SCADA.
- Télécommande (TC) : SCADA → ACS.
- Télémessure (TM) : ACS → SCADA.
- Télé-réglage (TR) : SCADA → ACS.

➤ Classes TS :

- Les télésignalisations d'alarmes (TSA) : classe caractérisant une TS pour une défaillance d'équipement, un défaut technique...
- Les télésignalisations d'états (TSE) : classe caractérisant une TS pour l'état opérationnel des équipements.
- Les télésignalisations de commande (TSC) : classe caractérisant une TS pour les retours de télécommande.

➤ ACS --> Serveur SCADA :

- Informations d'états de tous les équipements concernés et nécessaires à l'exploitation.
- Informations de diagnostics, pannes et d'états des équipements nécessaires à la maintenance.

➤ Serveur SCADA --> ACS :

- Télécommandes (TC) : énergie, ventilation, escaliers mécaniques, ascenseurs
- Télé-réglage (TR) : consignes de température.

### 2.3 Fonctions Principales du SCADA de Métro:

On peut résumer les grandes fonctions du SCADA comme suit [8] :

1. La commande et la supervision.
2. Aide à la maintenance.
3. Assurer la disponibilité.
4. Archiver les données.

#### 2.3.1 La commande et la supervision:

Un système SCADA surveille et contrôle des sites entiers, ou des ensembles de systèmes répartis sur de vastes zones. La plupart des actions de contrôle sont effectuées automatiquement par des unités de terminaux à distance (Remote Terminal Units "RTU") ou par des contrôleurs logiques programmables (API).

#### 2.3.2 Aide à la maintenance :

L'aide à la maintenance est fondée sur les principes suivants :

- Le SCADA est capable de détecter la panne de ses composants (serveur et console opérateur).
- Le SCADA surveille les informations de maintenance des équipements de station. Dans la vue générale du système sont disponibles les informations de diagnostics du système SCADA :

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

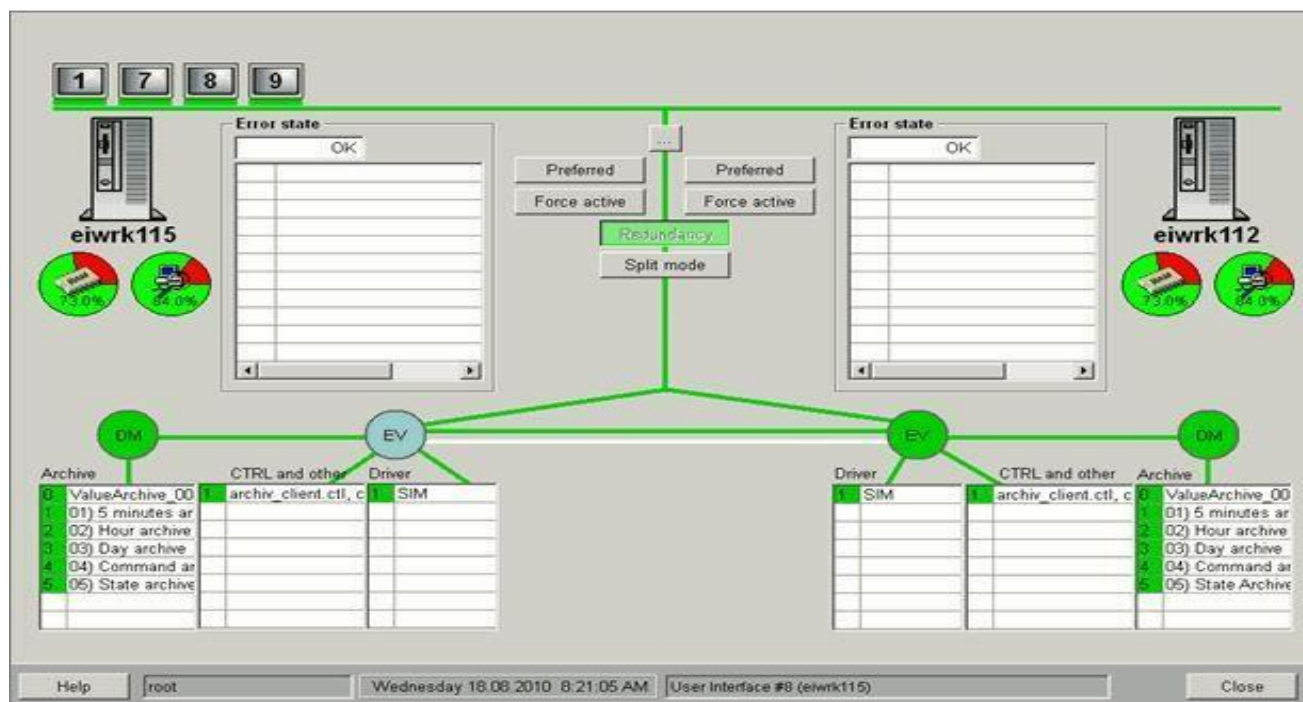


Figure 2.8 : Vue Système SCADA (diagnostics).

### 2.3.3 Disponibilité du système SCADA :

Cette fonction :

- Maintient à jour le mode de redondance de chaque unité du serveur SCADA.
- Déclenche le basculement d'unité active du serveur SCADA lorsqu'il est justifié.
- Gère l'échange d'informations entre les unités du serveur SCADA.

#### ➤ Principes et Définitions:

Le serveur SCADA est composé de deux unités en redondance afin de remplir les exigences de disponibilité. Chaque unité peut entrer dans l'un des modes opératoires suivants :

- Mode actif
- Mode passif
  - Le projet SCADA fonctionne sur les 2 serveurs en même temps: l'actif et le passif.
  - Les deux serveurs disposent d'un processus de connexion actif.
  - Le serveur en attente reçoit les changements de valeurs valides du serveur actif et rejette les messages issus des interfaces utilisateurs et les drivers.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

- Par conséquent, il est garanti que les deux serveurs ont une image de processus cohérente (même horodatage, données, ... etc.).
- Les consoles opérateurs sont toujours connectées aux deux gestionnaires d'événements des deux serveurs. Toutefois, seules les données du serveur actif sont affichées.
- En cas d'erreurs, le système commute automatiquement sur l'autre système .

La figure suivante montre le principe de la redondance (WinCC OA) :

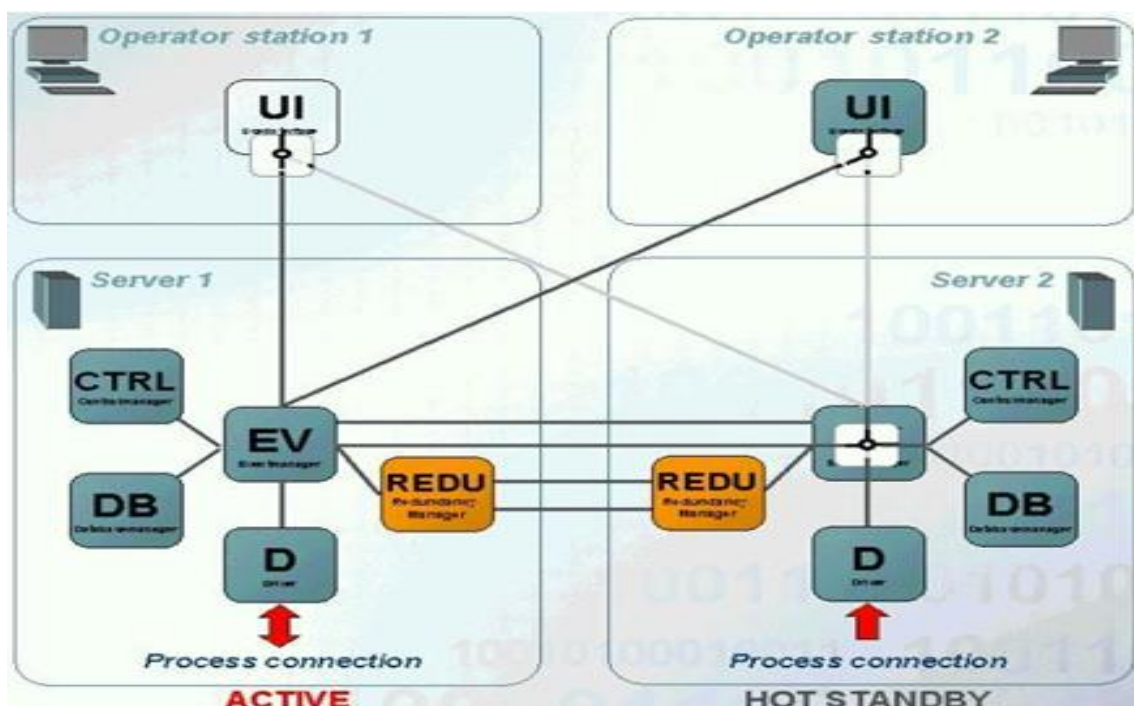


Figure 2.9. Redondance SCADA (WinCC OA).

### 2.3.4 Archivage :

Il existe deux archives SCADA :

- Archive WinCC-OA : Toutes les TS, TM, TR, TC ainsi que les alarmes internes au SCADA sont stockés dans une base interne appelée RAIMA.
- L'archivage des données est un processus permanent réalisé en temps réel.
- Le SCADA peut conserver en interne ces données pendant une certaine durée (de l'ordre de 1 mois).
- Archive par un serveur externe.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

### ➤ Exigences :

- Fréquence d'archivage TS, TC : sur changement d'état.
- Fréquence d'archivage TM, TR : 3s.

### 2.4 Profil utilisateurs SCADA:

- Les profils utilisateurs SCADA sont construits à base de 3 permissions [8]:
  - Permissions Zone: Indique la zone (ou les zones) de permission à laquelle appartient le terme. Par exemple, l'opérateur doit avoir la permission d'une zone (station ou inter-station) pour y accéder, ou bien y exécuter des commandes.
  - Permission Groupes: Indique le groupe (ou les groupes) de permission à laquelle appartient le terme. Par exemple, l'opérateur doit avoir la permission d'un groupe DISTRIBUTION pour y accéder, ou bien y exécuter des commandes.
  - Permission Accès: Indique les opérations permises.
    - V : visualisation.
    - VC : commande (V implicite).
    - VCA : acquittement (VC implicites).
- Les permissions gèrent l'accès à la visualisation des panneaux, l'accès aux commandes et l'acquiescement des alarmes, ces droits sont codés sur 32 bits.
- La gestion des droits s'effectue à travers des outils disponibles nativement sous WinCC OA



**Figure 2.10.** Profil utilisateurs.

# Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

## ➤ Exigences :

Pour répondre aux besoins de l'exploitant, différents profils sont nécessaires :

1. Profil Administrateur.
2. Profil Opérateur PCC.
3. Profil Opérateur Station.
4. Profil Maintenance.

### 2.4.1 Profil Administrateur:

- Création des profils « utilisateur » nominatif / générique:
  - Nominatif = Chaque utilisateur possède son propre login / password.
  - Générique = Un profil pour plusieurs utilisateurs.
- Gestion de groupe pour les différents profils:
  - Ajout / Suppression de profils.
  - Gestion des droits sur les profils.

### 2.4.2 Profil Opérateur PCC:

- Accès à toutes les vues avec Contrôle / commandes de tous les équipements.
- Gestion des alarmes [8].

### 2.4.3 Profil Opérateur Station :

- Accès uniquement à la vue correspondant à la station.
- Visualise uniquement les alarmes de la station.
- Contrôle / Commande des équipements liés à la station:
  - Escaliers Mécaniques.
  - Ascenseurs.
- Contrôle des équipements liés à la station:
  - Climatisation.
  - Epuisement.
  - Divers.
  - Ventilation.



## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

### 2.4.4 Profil Maintenance:

- Accès à toutes les vues.
- Contrôle / Commande.
- Visualisation des alarmes (pas d'acquittement).

### 2.5 Analyse fonctionnelle du système SCADA:

Cette analyse décrit les principaux scénarios d'utilisation (Use Case) pour chaque équipement, elle définit les interactions entre le système SCADA et son environnement.

Les cas d'utilisation sont principalement la supervision, le contrôle/commande et l'acquisition de donnée (fonctions centrales du système SCADA), l'interaction principale s'effectue avec l'utilisateur (ou opérateur).

L'identification des cas d'utilisation permet, dans un second temps de décliner le besoin en termes d'exigences fonctionnelles groupés par équipement.

Chaque exigence est identifiée par un code alphanumérique sous la forme suivante : [Type d'exigence- Type d'équipements –Type Action – N° d'exigence] [8].

➤ **Type d'exigence :**

- **EXE-FON:** pour les exigences fonctionnelles.
- **EXE-ARC:** pour les exigences d'architectures/constructionnelles.

➤ **Type d'équipement :**

- **ASC :** Ascenseur.
- **EM :** Escalier Mécaniques.
- **NRG :** Energie.
- **VEN :** Ventilation.
- **POM :** Pompage.
- **ACD :** Désenfumage.
- **CFA :** Courant faible.

## Chapitre 2 SCADA du Métro d'Alger

---

- **AMG** : Aménagement.
- **CVC** : Ventilation de confort.
  
- **Type d'action** :
- **ACQ** : concerne les exigences décrivant les acquittements d'alarmes.
- **CON**: concerne les exigences décrivant le contrôle-commande (utilisé pour les TC).
- **GEN** : concerne les exigences décrivant le fonctionnement générique.
- **MES** : concerne les exigences décrivant les mesure (utilisé pour les TM).
- **SUP** : concerne les exigences décrivant la supervision (utilisé pour les TS).

➤ **N° d'exigence:**

- Il s'agit du numéro de l'exigence codé sur 3 digits.

Avec cette codification:

- on assure que chaque exigence porte un identifiant unique.
- on identifie rapidement l'équipement concerné.
- on identifie la catégorie d'exigence et donc le type de traitement et d'affichage nécessaire.
- on assure la possibilité de traçabilité entre le besoin client- la spécification technique et la couverture lors des essais.

### Conclusion:

*Nous avons exposé dans ce chapitre le système intégral du métro d'Alger ainsi que l'ensemble des automatismes qui le composent et le serveur SCADA. Nous avons par la suite présenté l'architecture automatisme globale d'une station ainsi que le mécanisme d'échange entre ses différents automatismes.*

*Dans le prochain chapitre nous allons nous intéresser au fonctionnement des équipements du système en particulier les équipements Ascenseurs, Escaliers mécanique et Poste de redressement.*

# *CHAPITRE 3*

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

Dans ce chapitre nous allons définir le fonctionnement des équipements à supervisés ainsi que leurs interaction avec le système SCADA.

### 3.1 Gestion des équipements type Ascenseur :

Un ascenseur est un appareil élévateur permettant de transporter des personnes dans une cabine se déplaçant entre des guides verticaux.

Les ascenseurs du métro d'Alger sont supervisés et contrôlé par le SCADA.

Les ascenseurs transportent les voyageurs entre l'extérieur et la salle des billets et entre la salle des billets et les différents étages de la station (Mezzanines, Quais) [12].



**Figure 3.1.** Ascenseurs.

#### 3.1.1 Composition:

L'ascenseur électrique se compose :

- Une cabine à l'intérieur.
- Une gaine d'ascenseur.
- Une machinerie.
- Guides le long desquels se déplace la cabine.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

- Câbles métalliques qui passent sur une poulie.
- Un contre poids.
- Une cage ou gaine
- Un treuil.
- Système de sécurité.
- d'un moteur triphasé, synchrone pour un trafic intense de 240 manœuvres par heure de faible rotation.

### 3.1.2 Fonctionnement :

Son fonctionnement est simple :

- L'élévation de l'ascenseur électrique est assurée grâce à un moteur électrique.
- La cabine d'ascenseur est suspendue à des câbles métalliques et équipée d'un contrepoids destiné à la contrebalancer.

### 3.1.3 Le contrôleur de manœuvre ou armoire de commande:

Le contrôleur de manœuvre est un des composants les plus importants d'un ascenseur. C'est lui qui se charge de mémoriser les appels et envois cabine; c'est lui qui commande le démarrage et l'arrêt du moteur, de l'ouverture de la porte cabine, etc. En fait, c'est le cerveau de l'ascenseur. Il est constitué de matériel électrique (des cartes électroniques et des relais) [12].



**Figure 3.2.** Exemple d'une Armoire de commande.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

### 3.1.4 Installations électriques et automatismes :

La fourniture des ascenseurs prend en compte les installations électriques suivantes [12] :

- Tableau de commande et manœuvre de l'ascenseur.
- Automatismes ascenseurs :
  - Automate programmable industrielles d'informations et commandes SCADA du Métro d'Alger pour de l'ascenseur,
  - Une passerelle de conversion de langage automatisme dans le cas où la carte électronique d'automatisme fournis n'utilise pas le protocole de communication du Système SCADA du Métro d'Alger.
  - Un commutateur pour avoir le mode «local» où «distant» des commandes.
- Circuit d'éclairage de la gaine de l'ascenseur.
- Circuits pour la charge du(es) système(s) UPS ou batteries d'alimentation, pour les manœuvres et éclairage de secours en cas de coupure d'énergie électrique.

### 3.1.5 Automatismes et système de supervision :

Le contrôle, la supervision et les commandes des ascenseurs feront partie du Système de Supervision, Contrôle et Acquisition de Données (SCADA) des installations techniques du Métro.

Chaque ascenseur devient posséder son propre automate programmable industriel (API), implanté dans une niche comme indiqué dans les Plans du Project. Ce dernier lui permettra de remonter les informations (états et défauts) et de recevoir des commandes du SCADA.

L'API ascenseur est reliée à l'automate concentrateur de station (ACS), ce dernier est relié au SCADA du Metro d'Alger [12].

Il était prévu un commutateur installé au niveau de l'armoire de l'API ascenseur pour sélectionner les modes :

- Distant : l'ascenseur peut recevoir les commandes du SCADA et remontrés les informations (états et défauts).
- Local : l'ascenseur ne peut pas recevoir les commandes du SCADA mais peut remonter les informations (états et défauts).

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

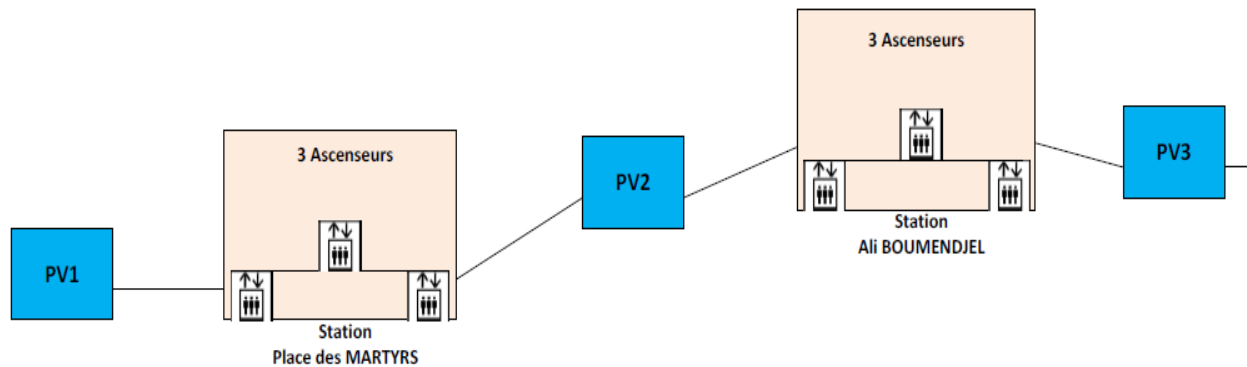
Les signaux et commandes logiques distant sont :

Désignation
Ascenseur en maintenance
Présence tension
Ascenseur hors service
Ascenseur opérationnel
Ascenseur en panne
Ascenseur en montée
Ascenseur en descente
Excès de charges/ Surcharge
Ascenseur en mode local
Ascenseur en mode distant
Défaut de synthèse ascenseur
Service d'incendie opéré par les pompiers (clé)
Activation bouton alarme cabine
Prise en compte (Placer l'ascenseur hors service)
Prise en compte (Placer l'ascenseur en service)
Nombre de déplacements de l'ascenseur
Placer l'ascenseur hors service
Placer l'ascenseur en service
Reserve Signalisation (30%)

**Tableau 3.1.** Désignation ascenseurs.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

### a) Implantation des ascenseurs:

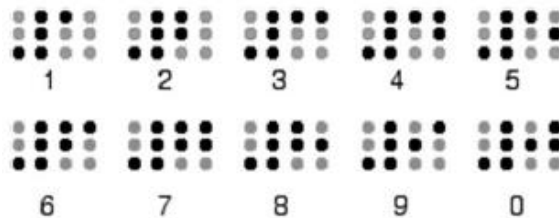


**Figure 3.3.** Schéma d'implantation des ascenseurs.

- Station SAB : 3 ASC.
- Station SPM : 3 ASC.

### b) Les ascenseurs sont équipés :

- D'une boutonneries spécifique pour PMR (le braille).
- D'un message sonore pour indiquer le niveau atteint.
- D'un interphone pour appeler le chef de station.
- D'une caméra vidéo à l'intérieur de la cabine.
- D'un haut-parleur qui permet d'écouter les messages sonores diffusés en station.
- D'un détecteur incendie dans la cage ascenseur.



**Figure 3.4.** Boutonnerie.

### c) Dispositifs des ascenseurs:

- D'une commande à distance du PCC via le RMS et l'ACS (télécommande, remonté d'états).
- D'une commande à distance du bureau chef de station sur le poste opérateur (hors périmètre).



## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

➤ Certaines de ces commandes permettent le blocage de la boutonnerie (blocage de niveaux).

d) Schéma fonctionnel des ascenseurs::

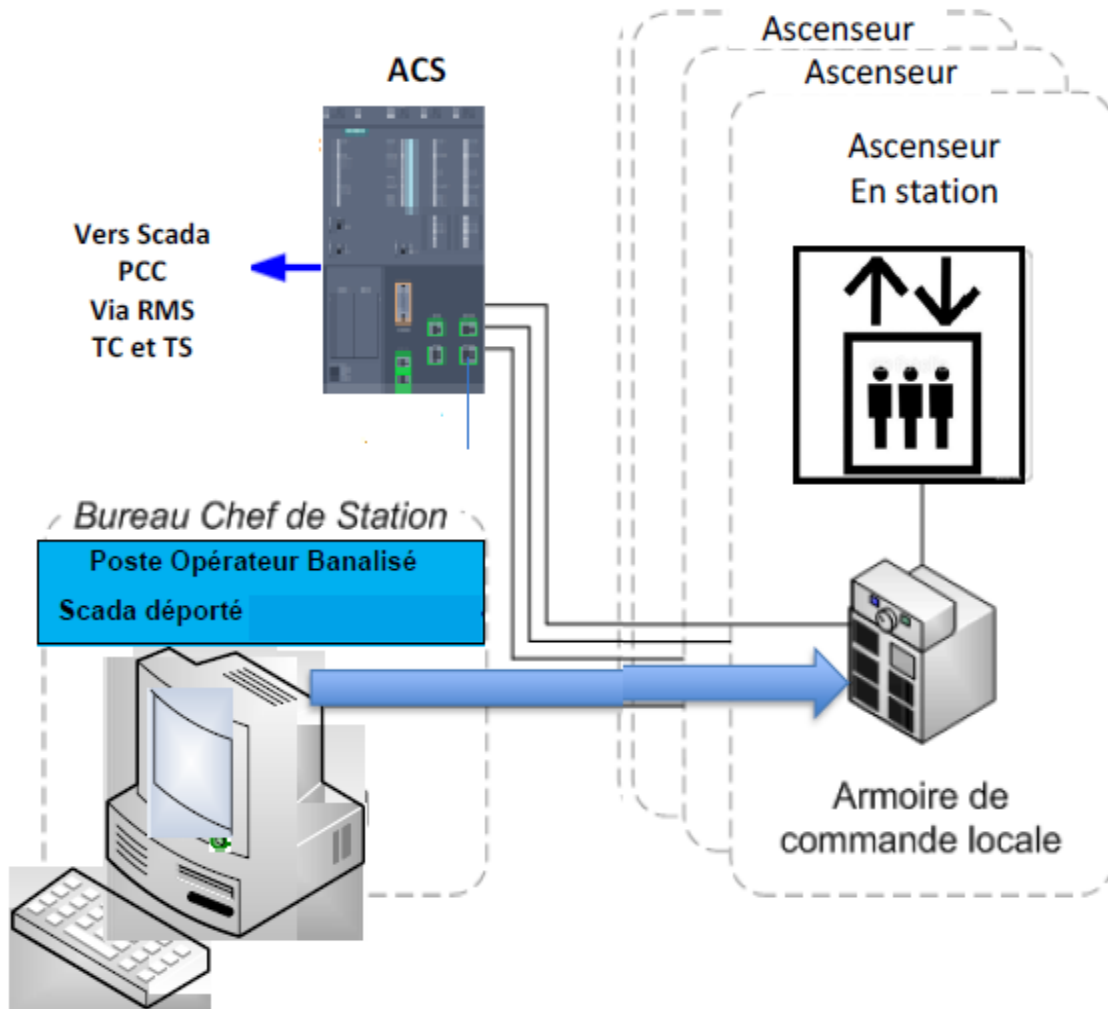
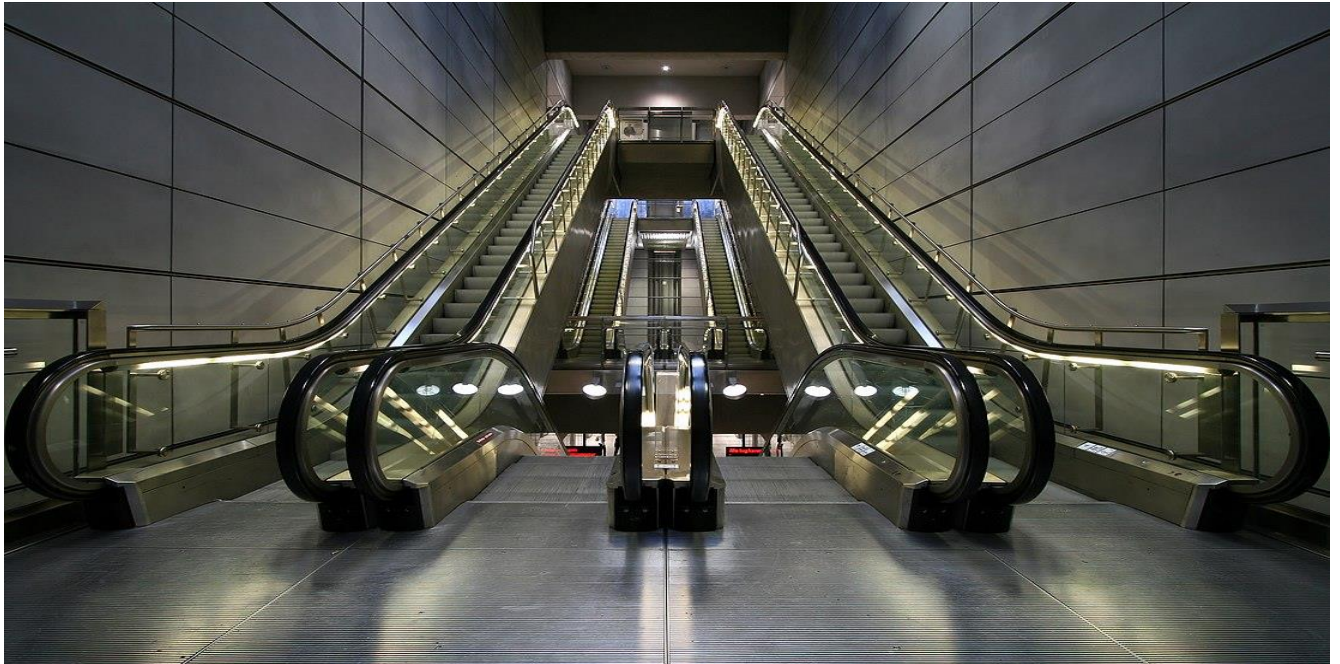


Figure 3.5. Schéma fonctionnel des ascenseurs.

# Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

## 3.2 Gestion des équipements type « Escalier Mécanique» :

Un escalier mécanique est un transporteur-élévateur adapté au transport de personnes, consistant en un escalier dont les marches mobiles sont entraînées mécaniquement tout en restant en permanence dans un plan horizontal [13].



**Figure 3.6.** Escaliers mécaniques.

- Les escaliers mécaniques du métro d'Alger sont supervisés et contrôlé par le SCADA.
- Les escaliers mécaniques transportent les voyageurs entre les différents étages d'une station.
- Les escaliers mécaniques ont pour l'objectif d'améliorer le confort des passagers, ils peuvent servir de moyen d'évacuation en cas de nécessité.
- Les escaliers mécaniques sont munis de dispositifs de sécurité pour l'arrêt automatique en cas de panne des organes essentiels ou en cas d'éclissage de corps étrangers.

### 3.2.1 Machinerie, composants Mécaniques et Electromécaniques:

Chaque escalier est commandé par un bloc compact constitué par un, ou deux moteurs

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

électriques, avec réducteur d'engrenages et une transmission.

Les caractéristiques de l'énergie électrique utilisée par le moteur sont : courant alternatif, Tri-phasique 230 /400 V, 50 Hz.

Les moteurs possèdent encore un puissant pouvoir de démarrage et seront protégés contre les surcharges et les court-circuits. Ils sont blindés, équipés d'un ventilateur.

### 3.2.2 Dispositifs de contrôle du fonctionnement de l'escalier mécanique:

L'escalier fonctionne de deux manières :

1. Démarrage par Démarreur Progressif.
2. Démarrage selon un système de vitesse variable.

### 3.2.3 Automate programmable :

L'automate programmable (AP) du tableau de contrôle de l'escalier assure la gestion du fonctionnement de l'escalier en fonction des informations des systèmes de sécurité, des systèmes de senseurs des escaliers et de la définition des paramètres internes.

L'AP a sa propre mémoire permanente pour stocker les données statistiques du fonctionnement de l'escalier et une interface compatible pour son branchement au Système de Supervision, Contrôle et Acquisition de Données (SCADA) du Métro d'Alger [13].

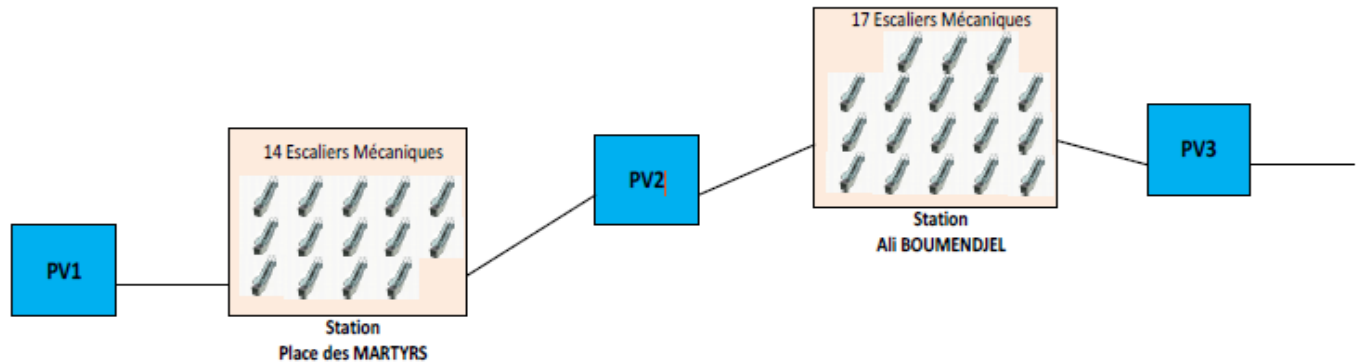
### 3.2.4 Système de supervision à distance :

Le contrôle et la commande des escaliers sont intégrés dans un Système de Supervision, Contrôle et Acquisition de Données (SCADA) du Métro d'Alger. Ce système est basé sur une architecture compatible, dans lequel tous les panneaux d'équipements électriques et électromécaniques de la station sont branchés à un automate programmable Master qui compile toute l'information [13].

#### a) Implantation des escaliers mécanique:

- Station SAB : 17 EM.
- Station SPM : 14 EM.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements



**Figure 3.7.** Schéma d'implantation des escaliers mécaniques.

### b) Escaliers mécanique disposent :

- De commandes locales (marche, arrêt, monté, descente, mise hors service et d'un IHM de visualisation de défauts)
- De boutons d'arrêt destinés aux utilisateurs en cas d'incident.
- D'interphone implanté à proximité (pour 1 ou plusieurs EM) pour appeler le chef de station.
- De commandes déportées au PCC via le RMS et ACS (télécommandes et remonté des états et des alarmes).
- De commandes déportées au bureau chef de station sur le poste opérateur. (hors périmètre).
- D'un détecteur incendie dans les fosses des escaliers.

# Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

## c) Schéma Fonctionnel des Escaliers Mécaniques:

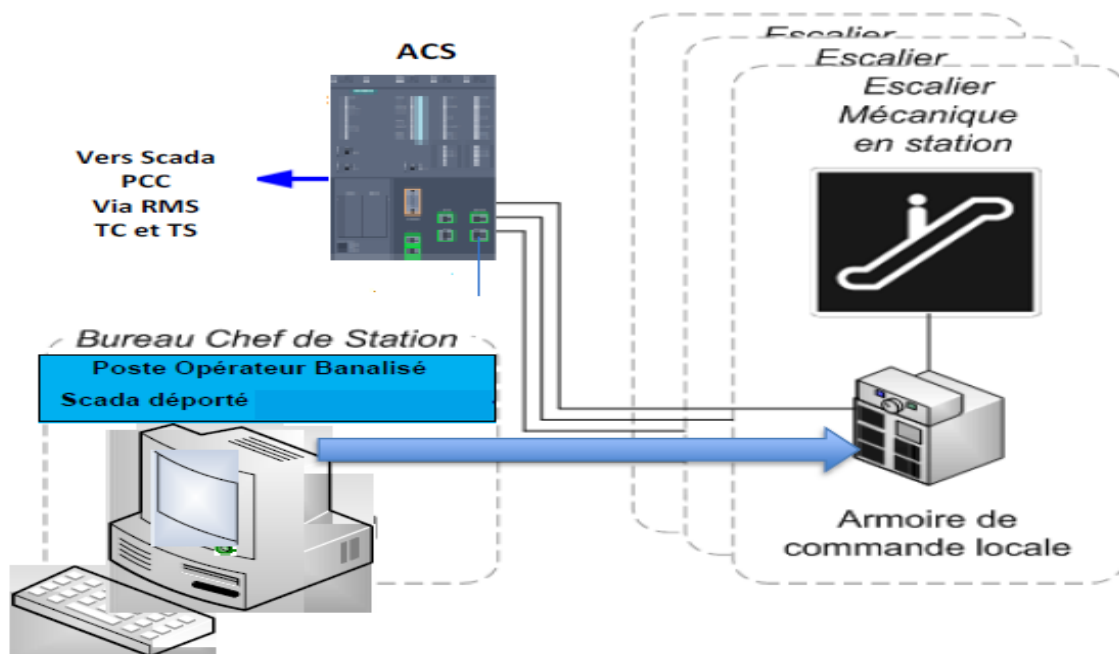


Figure 3.8. Schéma fonctionnel des escaliers mécanique.

### 3.3 Gestion des équipements type « Poste de Redressement : PR» :

Le Poste de Redressement (PR), fournit l'alimentation 750Vcc pour le réseau traction.

Cette tension est transmise aux véhicules via un rail d'alimentation appelé « troisième rail » positif et interrompu par endroits pour former différentes zones électriques.

Les zones électriques sont séparées par des coupons réalisés par une double interruption du rail positif [14].

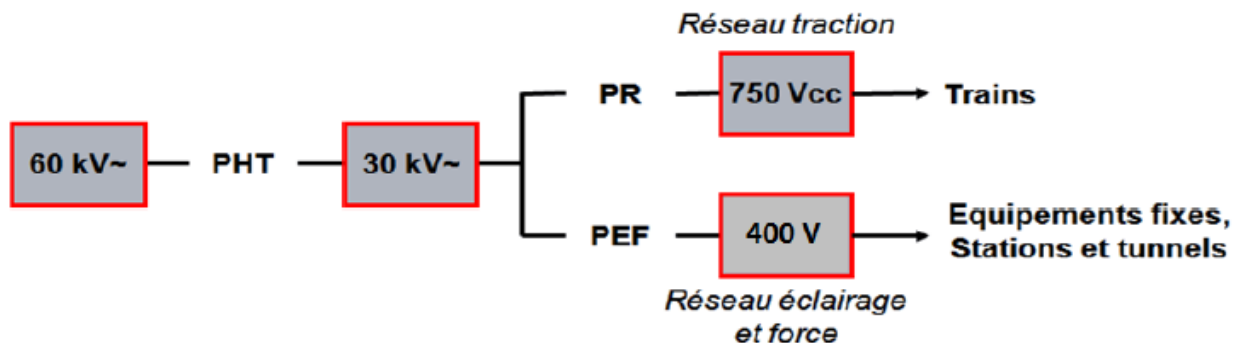


Figure 3.9. Architecture de distribution d'Énergie.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

Chaque PR est constitué de 3 parties :

- **HTA** : Chaque PR est alimenté en courant triphasé 30kV issu d'un départ traction du Poste Haute Tension (PHT).
- **PHT**: Le PHT est télécommandé et supervisé depuis le PCE (Poste de commande d'Energie) et peut être supervisé localement par la CCN (en cas de rupture de la communication ou en cas de maintenance ou d'exploitation locale).
- **Groupe Transformateur Redresseur** : Un groupe transformateur assure la production de l'énergie de traction à partir du réseau 30kV. La tension de traction produite par les groupes transformateurs redresseurs est de 750Vcc en nominal.
- **Traction** : cette partie regroupe les appareils de coupure et de mise à la terre de la voie.  
Elle contient les équipements suivants :
  - Un Sectionneur d'isolement automatique: SIA
  - Un ou plusieurs Disjoncteurs Ultra Rapide: DUR.
  - Un ou deux contacteurs de mise à la Terre (suivant le cas) : CT
  - Un ou Deux Contacteurs de Coupon: CCP

### 3.3.1 Alimentation électrique d'un PR

Chaque PR ou PR/PS est alimenté en courant triphasé 30kV par un câble unique et dédié issu d'un départ traction du Poste Haute Tension (PHT).

Dans chaque poste, une armoire auxiliaire renferme toute la distribution auxiliaire en 230Vac et 48Vcc, le relayage de sécurité (NS1) ainsi qu'un automate en charge des automatismes du poste et des communications avec le Réseau Multi Service (RMS). Cette armoire auxiliaire est alimentée en redondance via un inverseur automatique :

- depuis le transformateur auxiliaire (50kVA) du poste.
- en secours, depuis un départ dédié du TGBT du Poste Eclairage Force (PEF) le plus proche.

En cas de perte des alimentations normale et secours, un ensemble chargeur batterie – onduleur intégré dans l'armoire auxiliaire fournit l'autonomie nécessaire aux circuits de

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

sécurité (boucle Rupteurs d'Urgence (RU) et Autorisation Haute Tension (AHT)) ainsi qu'à la commande de maintien de certains équipements (DUR, ISVT, IIT, CCP) [14].

### 3.3.2 Description d'un PR :

Les cellules HT des PR sont composées d'un ensemble de trois cellules accolées [14].

- Les fonctions suivantes sont réalisées dans chaque ensemble :
  - 1 interrupteur d'arrivée, gérant l'alimentation amont sur l'antenne.
  - 1 cellule interrupteur et protection fusible du transformateur auxiliaire du PR.
  - 1 cellule de distribution et protection par disjoncteur pour l'alimentation du transformateur de traction.
- Les équipements dans le poste de redressement sont les suivants :
  - Une cellule interrupteur d'arrivée.
  - Une cellule interrupteur et protection fusible du transformateur du PR.
  - Une cellule de distribution et protection par disjoncteur pour l'alimentation du transformateur de traction.
  - Une armoire auxiliaire.
  - Un transformateur 30kV/400V de 50 kVA.
  - Un transformateur 30kV/582V (deux enroulements secondaires).

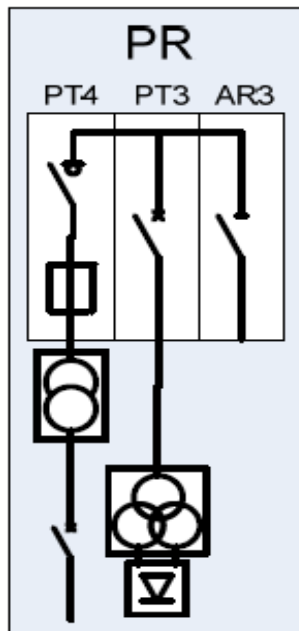
### 3.3.3 Architecture du réseau de distribution HT/BT d'un PR

Un Poste de redressement est découpé de 3 parties :

- la première concerne la Haute Tension (HTA) avec des cellules HT,
- la seconde concerne la transformation HT/BT :
  - par un transformateur HTA/BTB à deux enroulements secondaires et redressé de distribution protégée en amont par la cellule disjoncteur pour l'alimentation de traction.
  - par un transformateur HTA/BTA de distribution protégée en amont par la cellule inter-fusible pour l'alimentation du poste.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

- la troisième est constituée de Tableau auxiliaire distribution (TA).



**Figure 3.10.** Poste de redressement (PR).

### 3.3.4 Architecture des cellules HT d'un PR :

Les cellules HT des PR sont composées de :

- 1 sectionneur « arrivée » (AR), gérant l'alimentation amont sur l'antenne.
- 1 cellule interrupteur et protection fusible du transformateur auxiliaire du PR.
- 1 cellule disjoncteur protection transfo « PT3 » du transformateur / redresseur.



# Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

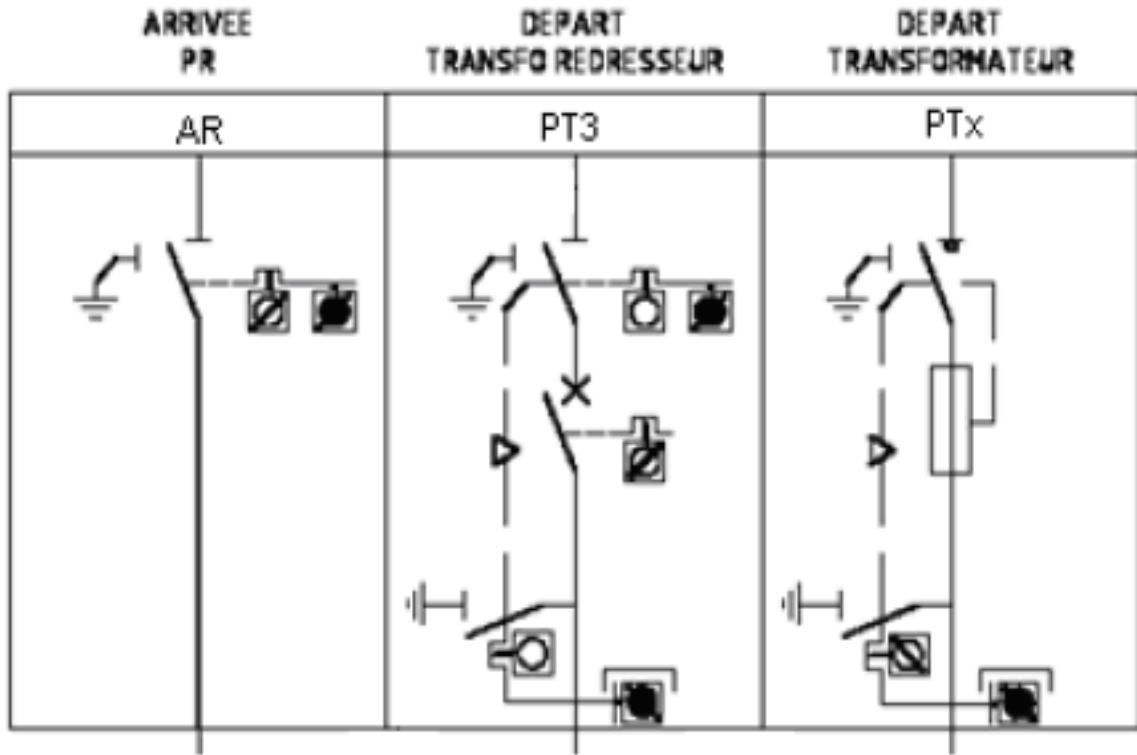


Figure 3.11. Architecture des cellules HT d'un PR.

a) Architecture du départ traction d'un PR:

➤ Cas général:

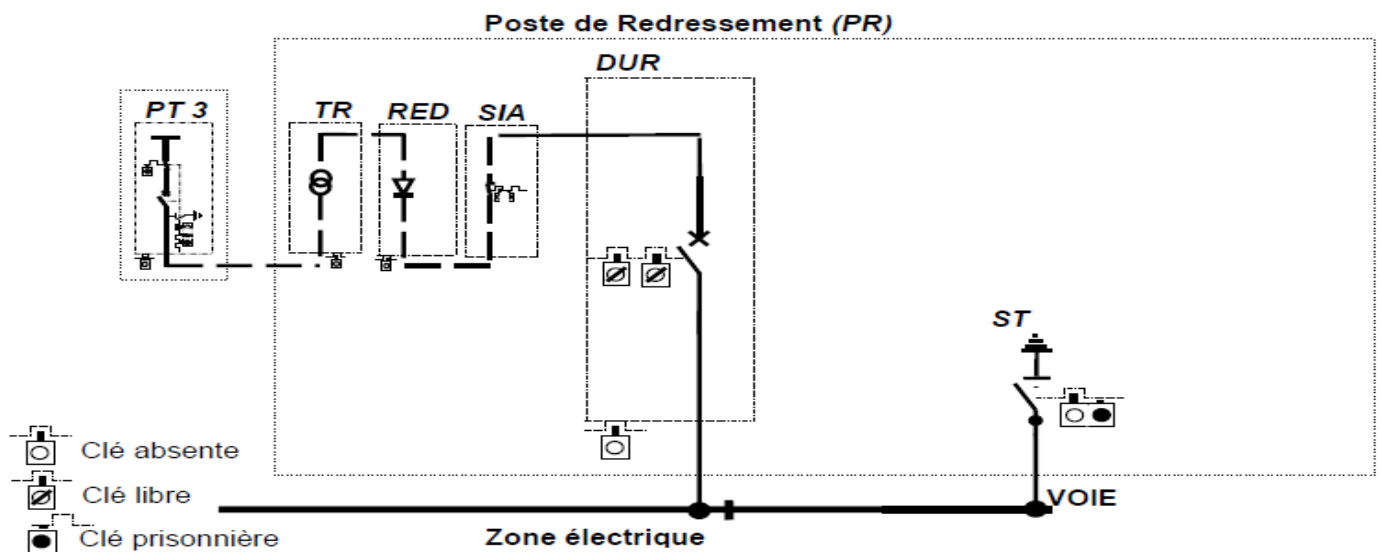


Figure 3.12. Principe du PR.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

- **Le groupe transformateur redresseur:**

Un groupe transformateur redresseur dodécaphasé avec diodes, de puissance 3,3MVA, assure la production de l'énergie de traction à partir du réseau 30kV. La tension de traction produite par les groupes transformateurs redresseurs est de 750Vcc en nominal sur la voie, avec, au primaire du transformateur, des prises de réglage hors charge.

Le transformateur est installé dans une zone grillagée accessible à l'aide d'une clé libérable dans certaines conditions [14].

- **Sectionneur d'Isolement Automatique:**

Un Sectionneur d'Isolement Automatique (SIA), bipolaire, est installé en aval du groupe transformateur redresseur. Le SIA permet d'isoler le transformateur et le redresseur de la partie aval de la distribution. Le pôle négatif du SIA est directement relié au rail négatif, le pôle positif est connecté à un Disjoncteur Ultra Rapide [14].

- **Disjoncteur(s) Ultra Rapide(s)**

Sur le jeu de barre principal du poste en aval du SIA, un ou deux Disjoncteur(s) Ultra Rapide(s) (DUR), unipolaire(s), pour alimentation de la ligne. Chaque DUR alimente les deux voies en parallèle. Dans le cas de deux DUR au sein d'un même poste (PR6, PR8 et PR9), chaque DUR alimente les deux voies, respectivement vers l'amont et l'aval [14].

- **Cas avec coupon de protection:**

- **Sectionneur de Terre:**

Un Sectionneur de Terre (ST) permet de relier à la terre BT locale du poste, en les mettant en court-circuit, les rails positifs et négatifs d'une zone donnée.

Les coupons de protection ne sont jamais mis à la terre [14].

# Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

## ➤ Cas 1 : ST amont

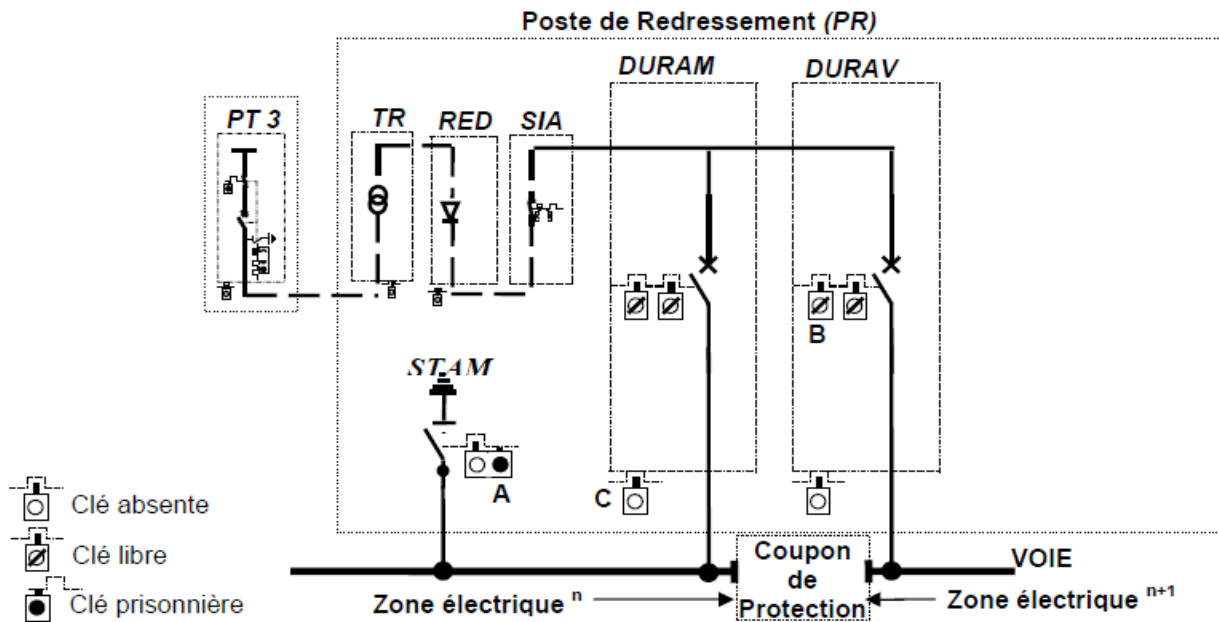


Figure 3.13. Sectionneur de Terre type amont.

## ➤ Cas 1 : ST aval

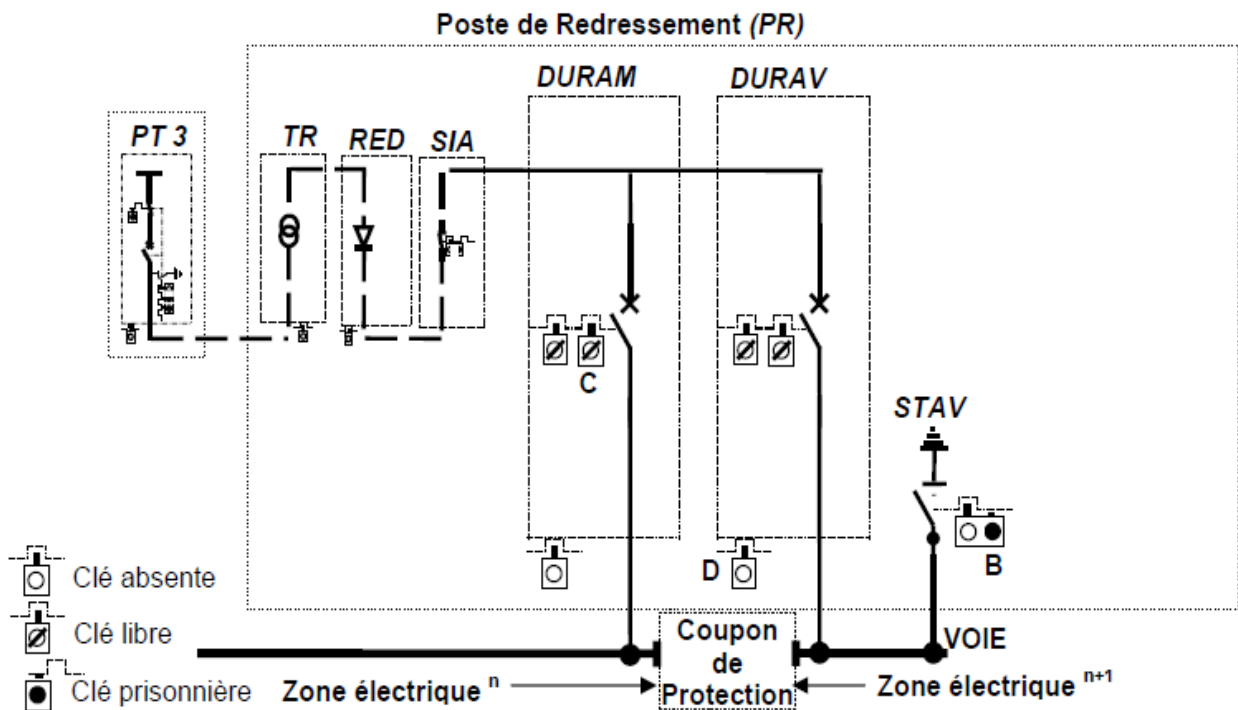


Figure 3.14. Sectionneur de Terre type aval.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

### 3.3.5 Fonctionnement des PR:

Les PR intègrent l'ensemble des dispositifs de protection du réseau traction. Ces protections permettent d'éliminer les défauts en un temps suffisamment court pour que le matériel ne soit pas endommagé et de façon à maintenir la meilleure disponibilité du réseau traction et garantir la protection des personnes [14].

Les dispositifs de protection sont les suivants :

- Protection du groupe transformateur redresseur contre les surintensités et les courts-circuits par relais à maximum d'intensité et relais thermique (CEI classe VI - courbes adaptées aux caractéristiques du réseau).
- Protection contre les retours de courant.
- Protection contre un échauffement inadmissible du transformateur par sonde de température dans les enroulements BT et le noyau (deux seuils pour alarme et déclenchement).
- Protection contre les défauts de masse (transformateur ou cellule 750Vcc (IDEM pour les PS armoires niches IIT / ISVT / Cabine avant gare / Cabine arrière gare).
- Protection contre les courts-circuits internes au redresseur dus au claquage d'une diode, par fusible en série avec chaque diode : un contact commande alors l'ouverture du disjoncteur HTA.
- Protection contre les surtensions de commutation par la caractéristique avalanche des diodes.
- Protection contre un échauffement inadmissible du redresseur par sonde de température à deux seuils :
  - Alarme.
  - Déclenchement.
- Protection contre les surintensités côté alternatif et continu par un dispositif RC en sortie de redresseur.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

---

- Protection contre les surtensions à vide côté continu par une résistance de charge en sortie de redresseur. Cette résistance permet également de décharger en 5 secondes le condensateur du circuit RC susmentionné, après mise hors tension du redresseur.
- Protection contre les courts-circuits, les défauts d'isolement en voie et les surcharges sur les départs voie, par les DUR équipés d'un détecteur magnétique et d'un dispositif de Détection de Défaut de Ligne (DDL).
- Protection contre les défauts latents avant mise sous tension par le dispositif d'Essai De Ligne (EDL) des DUR. Ce dispositif insère une résistance série dans le circuit d'alimentation, lors de la mise sous tension des voies et élabore par la mesure un diagnostic sur le bon isolement de la ligne d'alimentation et de la voie. Selon le réglage d'un seuil, ce dispositif signale le défaut et empêche la fermeture du DUR.
- Protection contre les défauts homopolaires des groupes transformateur / redresseur est réalisée à l'aide de trois Transformateur de Courant (TC) 300/150A / 5A.

### 3.3.6 Fonctionnement automatiques:

Les fonctionnements automatiques suivants sont gérés par l'automate dans le poste :

Ouverture du disjoncteur 30kV protégeant le groupe transformateur redresseur, par désalimentation d'un relais dédié (relais « avarie groupe »), dans chacun des cas suivants :

- Dépassement du seuil de déclenchement en température du transformateur.
  - Dépassement du seuil de déclenchement en température du redresseur.
  - Détection de fusion fusible sur le redresseur.
  - Détection de surtension en sortie du redresseur.
  - Détection de retour courant.
  - Défaut d'isolement sur cellule 750Vcc ou transformateur.
  - Défaut d'ouverture d'un DUR sur défaut électrique ou déclenchement rupteur.
- Ouverture simultanée des différents DUR alimentant une même zone électrique en cas de défaut groupe ou défaut d'isolement voie, et désalimentation des coupons adjacents (ouverture IIT et CCP).
  - Ouverture du SIA (après ouverture DUR) en cas de défaut groupe.

## Chapitre 3 Fonctionnement des équipements

- Ouverture du DUR en cas d'absences simultanées du 30kV dans le poste et du 750Vcc côté voie.
- Fermeture automatique du (des) ST concerné(s) lors de la mise hors tension d'une zone, ou une minute après son (leur) ouverture, si aucune commande de fermeture de l'organe d'alimentation de la zone n'a été transmise.
- Ouverture du DV alimentant la zone raccordement / garage du garage atelier, en cas de défaut électrique affectant le câble de liaison.

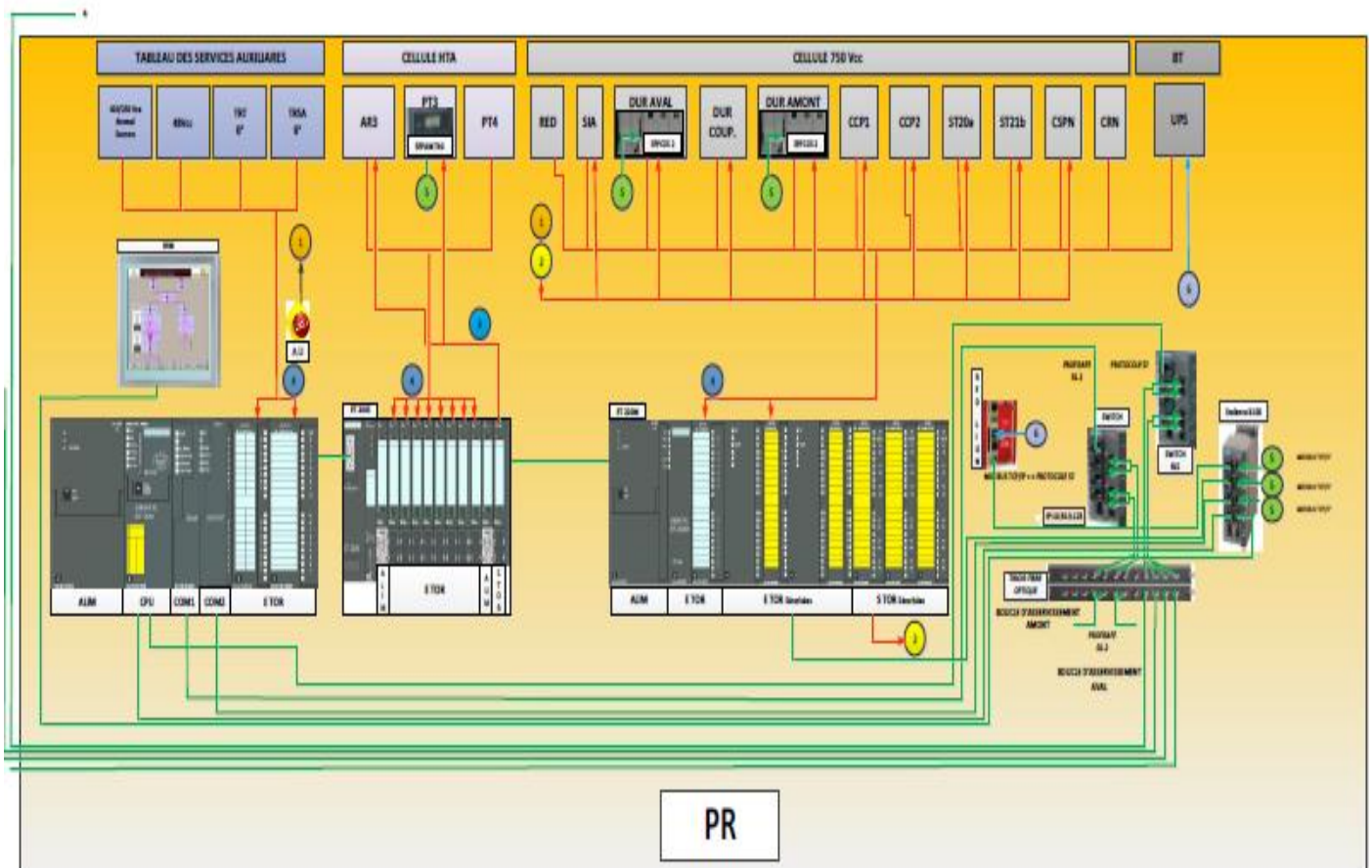


Figure 3.15. Architecture automatisme de PR.

### Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons décrit le fonctionnement général des sous-systèmes: Ascenseurs, Escaliers mécaniques ainsi que le poste de redressement de la station ALI BOUMENDJEL.

# *CHAPITRE 4*

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

Afin de pouvoir contrôler et superviser les processus et les différents équipements, on a développé une interface Homme-Machine SCADA, en expliquant les configurations ainsi que les différentes vues.

## 4.1 Configuration matérielle :

### 4.1.1 Architecture automatismes du système :

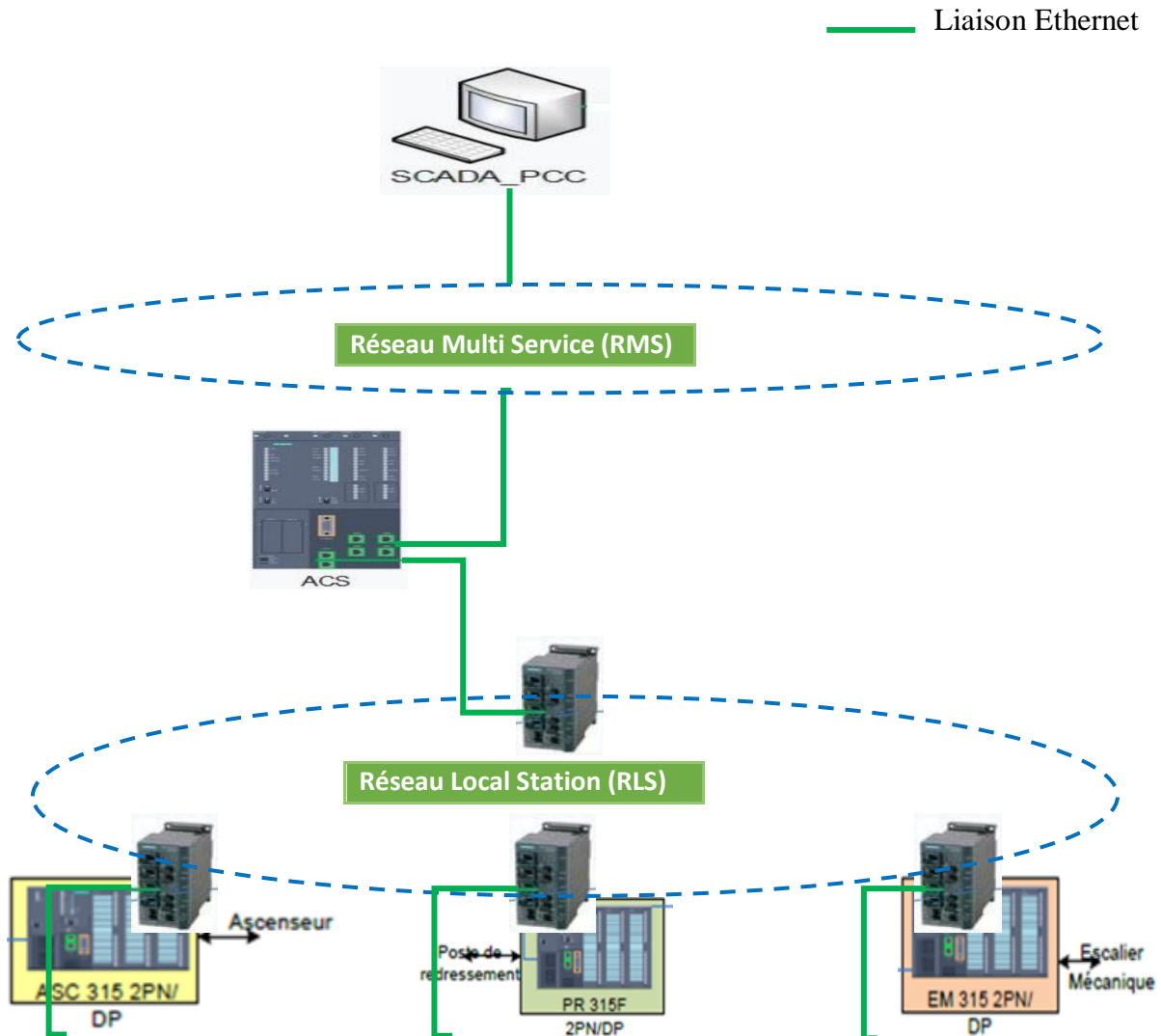


Figure 4.1. Architecture automatismes du système.

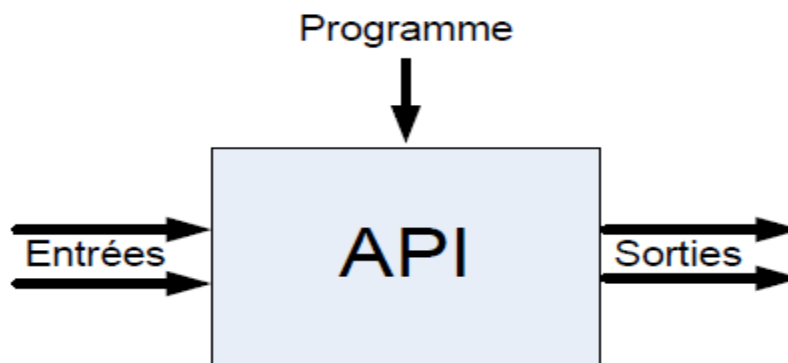


# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## 4.1.2 Matériels utilisés :

### ❖ Automates programmable industriel :

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, des séquençements, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus [15].



*Figure 4.2.* Un Automate Programmable Industriel.

- L'architecture matérielle du contrôle du système Ascenseur – Escalier mécanique se fait à base des automates Siemens CPU de type **315 2PN/DP** et de référence **6ES7315-2FJ14-0AB0** [16].



*Figure 4.3.* CPU 315FPN/DP.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

---

- L'architecture matérielle du contrôle du Poste de Redressement se fait à base d'un automate Siemens **CPU** de type **315F 2PN/DP**.
  - ❖ **Matériel de communication :**
- Des **Switch** de type **SCALANCE** : est un équipement qui relie tous les segments (câbles, les automates, serveur...) dans les réseaux [17].



**Figure 4.4.** Switch SCALANCE.

- **Liaison Ethernet** : aussi connu sous le nom de *norme IEEE 802.3* est un standard de transmission de données pour réseau local basé sur le principe suivant :

Tous les équipements du réseau Ethernet sont connectés à une même ligne de communication, constituée de câbles cylindriques.

- Il s'agit d'un câble utilisé pour la transmission de données des bilans des termes de chaque système. Il permet de connecter :
  - Switch & automate.
  - Automate & automate.
  - Automate & Serveur SCADA.
  - Automate & IHM.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## 4.2 Configuration du logiciel:

Pour le développement de notre système SCADA, on utilise le logiciel SIMATIC WinCC Open Architecture (voir Annexe).

### 4.2.1 Configuration des gestionnaires :

a) Création d'un nouveau projet :

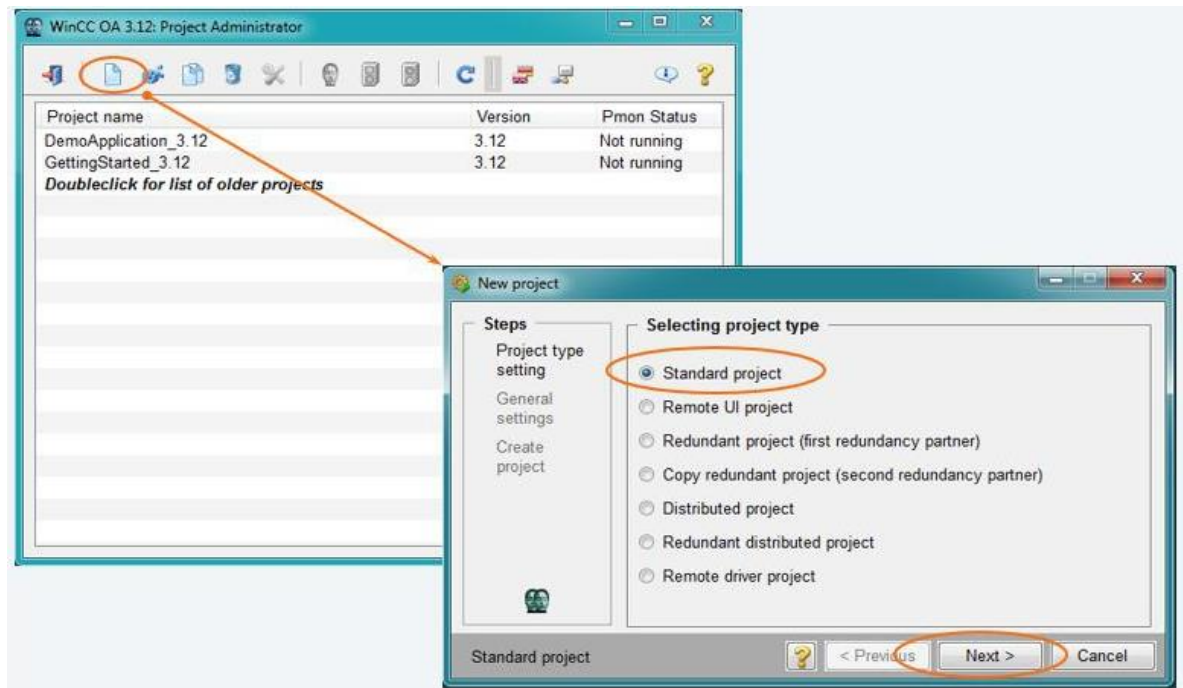


Figure 4.5. Création d'un nouveau projet.

### Remarque :

L'utilisation de la version DEMO du logiciel est limité à 30 minutes .

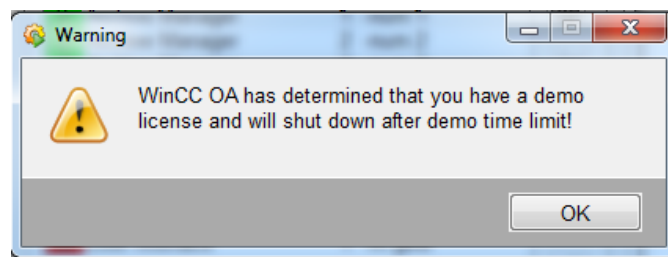


Figure 4.6. Version DEMO.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

b) Les gestionnaires sont créés par default:

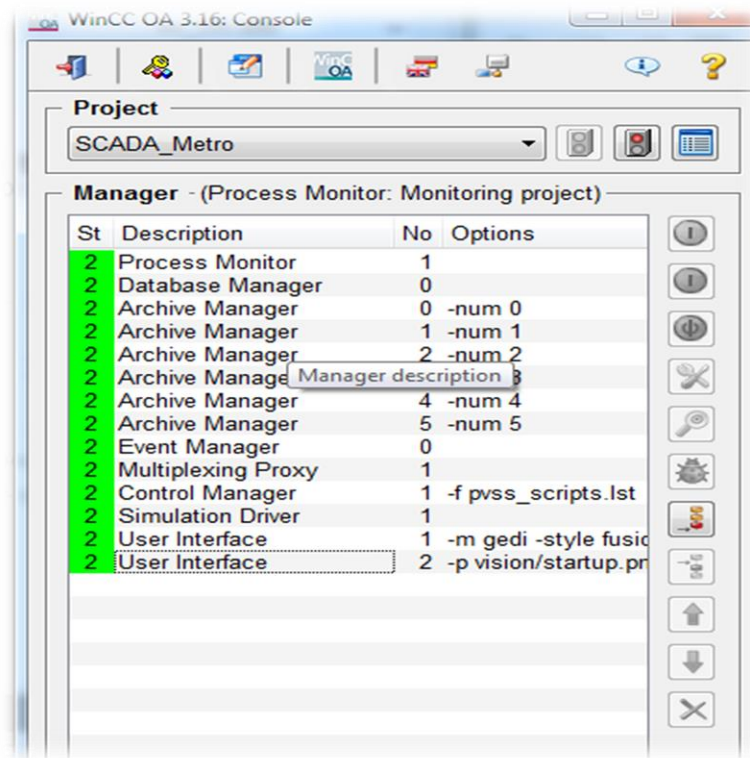


Figure 4.7. Gestionnaires.

## ❖ Notions de programmation :

- SIMATIC WinCC Open Architecture repose systématiquement sur l'orientation des objets pour les images de processus et la structure de la base de données.
- Le concept de point de données flexible est un élément clé de SIMATIC WinCC Open Architecture. Les variables externes et internes, les structures de données de l'appareil, les autorisations des utilisateurs, l'affichage des images système ou les alarmes sont tous gérés via des points de données.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

- c) Création des bilans des termes :
- Bilan des termes Ascenseur :

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_AS1_EN_PANNE_TS	TS	TSA	Ascenseur en panne
SAB_AS1_SYNT_DEF_TS	TS	TSA	Synthèse défauts ascenseur
SAB_AS1_CLE_POM_PAL_TS	TS	TSA	Clé Pompier Palier
SAB_AS1_ALM_ACT_TS	TS	TSA	Alarme activée
SAB_AS1_API_SYNT_DEF_TS	TS	TSA	Synthèse défauts Automate
SAB_AS1_SYNT_DEF_BUS_TS	TS	TSA	Synthèse défauts bus de terrain
SAB_AS1_EN_MAINT_TS	TS	TSE	Ascenseur en maintenance
SAB_AS1_PRE_TEN_TS	TS	TSE	Armoire électrique présence tension
SAB_AS1_HS_TS	TS	TSE	Ascenseur hors service
SAB_AS1_EN_MONT_TS	TS	TSE	Ascenseur en montée
SAB_AS1_EN_DESC_TS	TS	TSE	Ascenseur en descente
SAB_AS1_CLE_POM_CAB_TS	TS	TSE	Clé Pompier Cabine
SAB_AS1_EN_DIST_TS	TS	TSE	Ascenseur en Mode DISTANT
SAB_AS1_EN_LOC_TS	TS	TSE	Ascenseur en Mode LOCAL
SAB_AS1_TCM_HS_RET_TS	TS	TSC	Retour TC mise hors service ascenseur
SAB_AS1_TCM_ES_RET_TS	TS	TSC	Retour TC mise en service ascenseur

**Tableau 4.1.** TS Ascenseur.

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_AS1_TCM_HS_TC	TC	TC	TC mise hors service ascenseur
SAB_AS1_TCM_ES_TC	TC	TC	TC mise en service ascenseur
SAB_AS2_TCM_HS_TC	TC	TC	TC mise hors service ascenseur
SAB_AS2_TCM_ES_TC	TC	TC	TC mise en service ascenseur
SAB_AS3_TCM_HS_TC	TC	TC	TC mise hors service ascenseur
SAB_AS3_TCM_ES_TC	TC	TC	TC mise en service ascenseur
SAB_AS3_TCA_BTN_TC	TC	TC	TC activation boutonnerie niveau 2 (Extérieur)
SAB_AS3_TCD_BTN_TC	TC	TC	TC désactivation boutonnerie niveau 2 (Extérieur)

**Tableau 4.2.** TC Ascenseur.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_AS1_NB_DPL_TM	TM	NA	Nombre de déplacements de l'ascenseur

**Tableau 4.3.** TM Ascenseur.

- Bilan des termes Escalier mécanique:

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_EM1_CH_D_INF_DEF_TS	TS	TSA	Défaut tension chaine inférieure droite
SAB_EM1_CH_BLO_TS	TS	TSA	Blocage de la chaine des marches
SAB_EM1_PRT_PGN_INF_DEF_TS	TS	TSA	Défaut porte peigne inférieure
SAB_EM1_PRT_PGN_SUP_DEF_TS	TS	TSA	Défaut porte peigne supérieure
SAB_EM1_MCHE_ABS_TS	TS	TSA	Défaut absence marche
SAB_EM1_MCHE_AFF_TS	TS	TSA	Défaut affaissement marche
SAB_EM1_DEF_SYNC_MC_TS	TS	TSA	Défaut synchronisation main courante
SAB_EM1_POT_BP_ARRET_ENC_TS	TS	TSA	Bouton arrêt poteau enclenché
SAB_EM1_AU_ENCL_TS	TS	TSA	Arrêt d'urgence enclenché
SAB_EM1_DET_PAS_DEB_TS	TS	TSA	Détection des passagers débranchée
SAB_EM1_SYNT_DEF_TS	TS	TSA	Synthèse défauts escalier mécaniques
SAB_EM1_APL_SYNT_DEF_TS	TS	TSA	Synthèse défauts Automate

**Tableau 4.4.** TS Escalier mécanique.

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_EM1_DUR_FCT_TM	TM	NA	Durée de fonctionnement
SAB_EM1_DUR_FCT_AP_RAZ_TM	TM	NA	Durée de fonctionnement depuis le dernier RAZ
SAB_EM1_DUR_PANNE_TM	TM	NA	Durée d'arrêt pour panne
SAB_EM1_DUR_PANNE_AP_RAZ_TM	TM	NA	Durée d'arrêt pour panne depuis le dernier RAZ
SAB_EM1_DUR_LUB_AUTO_TM	TM	NA	Durée de fonct système de lubrification auto
SAB_EM1_DUR_LUB_AP_RAZ_TM	TM	NA	Durée de fonct syst de lubrif auto depuis RAZ
SAB_EM1_QTE_LUB_TM	TM	NA	Quantité d'huile de lubrification consommée
SAB_EM1_QTE_LUB_AP_RAZ_TM	TM	NA	Quantité d'huile de lubrif consommée depuis RAZ

**Tableau 4.5.** TM Escalier mécanique.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

Désignation	Type	Classe	Libellé
SAB_EM1_TCM_MONT_TC	TC	TC	TC marche sens montée
SAB_EM1_TCM_DESC_TC	TC	TC	TC marche sens descente

**Tableau 4.6.** TC Escalier mécanique.

- Bilan des termes Poste de Redressement:

Désignation	Type	Classe	Libellé
3A2_PR_GRT_TCM_ES_TC	TC	TC	TC mise en service groupe traction
3A2_PR_GRT_TCM_HS_TC	TC	TC	TC mise hors service groupe traction
3A2_PR_EQPT_TCA_DEF_TC	TC	TC	TC acquittement général des défauts équipements
3A2_PR_AR3_IS_TCF_TC	TC	TC	TC fermeture inter-sectionneur AR3
3A2_PR_AR3_IS_TCO_TC	TC	TC	TC ouverture inter-sectionneur AR3
3A2_PR_PT3_DJ_TCF_TC	TC	TC	TC fermeture du Disjoncteur PT3
3A2_PR_PT3_DJ_TCO_TC	TC	TC	TC ouverture du Disjoncteur PT3
3A2_PR_PT4_IS_TCF_TC	TC	TC	TC fermeture Inter-sectionneur PT4
3A2_PR_PT4_IS_TCO_TC	TC	TC	TC ouverture Inter-sectionneur PT4
3A2_PR_SIA_TCF_TC	TC	TC	TC fermeture du sectionneur SIA
3A2_PR_SIA_TCO_TC	TC	TC	TC ouverture du sectionneur SIA
3A2_PR_DURAM_TCS_A_EDL_TC	TC	TC	TC sélection fermeture avec EDL DURAM
3A2_PR_DURAM_TCF_TC	TC	TC	TC fermeture DURAM
3A2_PR_DURAM_TCO_TC	TC	TC	TC ouverture DURAM
3A2_PR_DURAM_TCA_TC	TC	TC	TC acquittement (déblocage) DURAM
3A2_PR_DURAM_INHI_BA_TC	TC	TC	TC Inhibition boucle d'asservissement section DURAM
3A2_PR_DURAM_ACTI_BA_TC	TC	TC	TC activation boucle d'asservissement section DURAM
3A2_PR_DURAV_TCS_A_EDL_TC	TC	TC	TC sélection fermeture avec EDL DURAV

**Tableau 4.7.** TC Poste de Redressement.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

Désignation	Type	Classe	Libellé
3A2_PR_PT3_I_PH1_TM	TM	NA	courant phase 1
3A2_PR_PT3_I_PH2_TM	TM	NA	courant phase 2
3A2_PR_PT3_I_PH3_TM	TM	NA	courant phase 3
3A2_PR_PT3_I_RES_I0_TM	TM	NA	courant résiduel I0
3A2_PR_PT3_CPT_MAN_TM	TM	NA	compteur de manœuvres
3A2_PR_RED_MES_I_TM	TM	NA	mesure courant redresseur
3A2_PR_DURAM_MES_V_RED_TM	TM	NA	mesure tension redresseur
3A2_PR_DURAM_MES_V_LIGNE_TM	TM	NA	mesure tension ligne
3A2_PR_DURAM_MES_I_LIGNE_TM	TM	NA	mesure courant ligne
3A2_PR_DURAM_CPT_MAN_TM	TM	NA	compteur de manœuvres
3A2_PR_DURAV_MES_V_RED_TM	TM	NA	mesure tension redresseur
3A2_PR_DURAV_MES_V_LIGNE_TM	TM	NA	mesure tension ligne
3A2_PR_DURAV_MES_I_LIGNE_TM	TM	NA	mesure courant ligne
3A2_PR_DURAV_CPT_MAN_TM	TM	NA	compteur de manœuvres

**Tableau 4.8.** TM Poste de Redressement.

Désignation	Type	Classe	Libellé
3A2_PR_GRT_ES_TS	TS	TSE	groupe traction en service
3A2_PR_GRT_HS_TS	TS	TSE	groupe traction hors service
3A2_PR_PR_EN_DIST_TS	TS	TSE	PR en mode distant
3A2_PR_PR_EN_LOC_TS	TS	TSE	PR en mode local
3A2_PR_AR3_CMT_DIST_TS	TS	TSE	AR3 en mode distant
3A2_PR_AR3_IS_FER_TS	TS	TSE	position fermé inter-sectionneur AR3
3A2_PR_AR3_IS_OUV_TS	TS	TSE	position ouvert inter-sectionneur AR3
3A2_PR_AR3_IS_AUT_OUV_TS	TS	TSE	autorisation ouverture inter-sectionneur AR3
3A2_PR_AR3_IS_AUT_FER_TS	TS	TSE	autorisation fermeture inter-sectionneur AR3
3A2_PR_AR3_ST_FER_TS	TS	TSE	position fermé du sectionneur de terre AR3
3A2_PR_AR3_ST_OUV_TS	TS	TSE	position ouvert du sectionneur de terre AR3
3A2_PR_PT3_CMT_DIST_TS	TS	TSE	PT3 en mode distant
3A2_PR_PT3_SI_FER_TS	TS	TSE	position fermé du sectionneur d'isolement PT3
3A2_PR_PT3_SI_OUV_TS	TS	TSE	position ouvert du sectionneur d'isolement PT3
3A2_PR_PT3_DJ_PRE_TENS_TS	TS	TSE	présence tension 30kV PT3
3A2_PR_PT3_DJ_FER_TS	TS	TSE	position fermé du disjoncteur PT3
3A2_PR_PT3_DJ_OUV_TS	TS	TSE	position ouvert du disjoncteur PT3
3A2_PR_PT3_DJ_AUT_FER_TS	TS	TSE	autorisation de fermeture du disjoncteur PT3

**Tableau 4.9.** TS Poste de Redressement.



# Chapitre 4 Interfaces de supervision

d) Création des points des données, selon le bilan des termes :

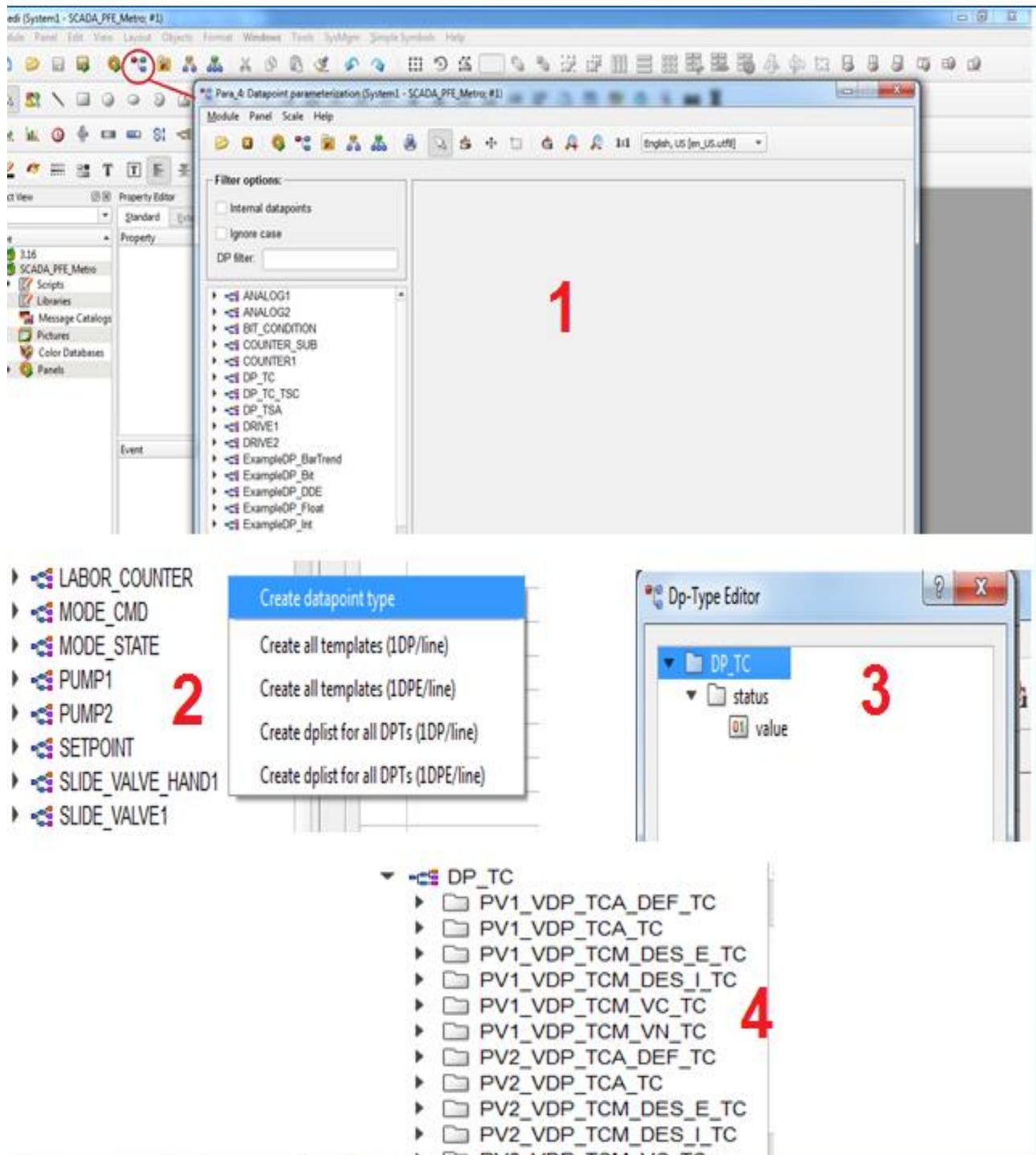


Figure 4.8. Création des points des données.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

e) Configuration d'alarme, adresse et archive :

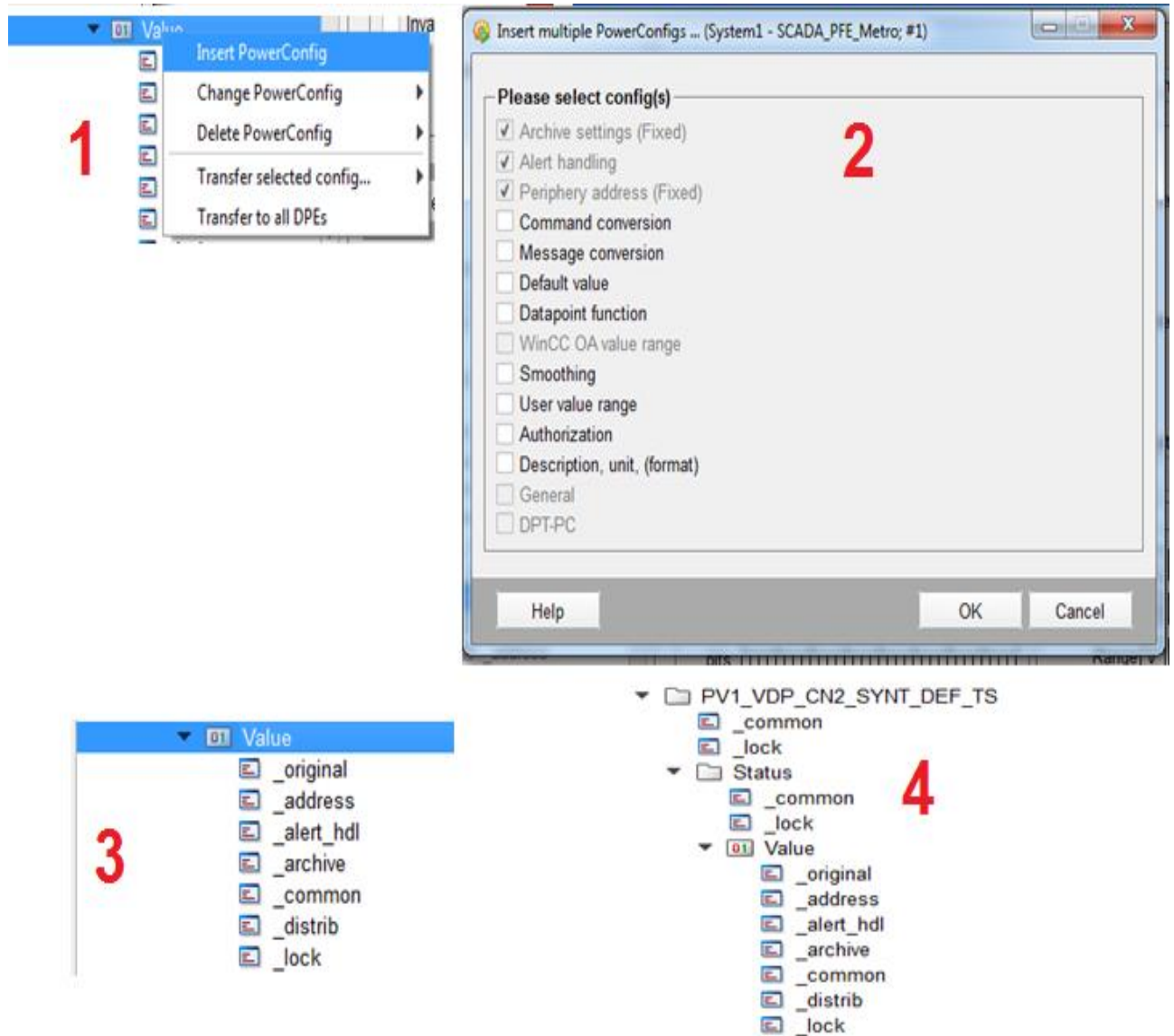


Figure 4.9. Configuration d'alarme, adresse et archive.

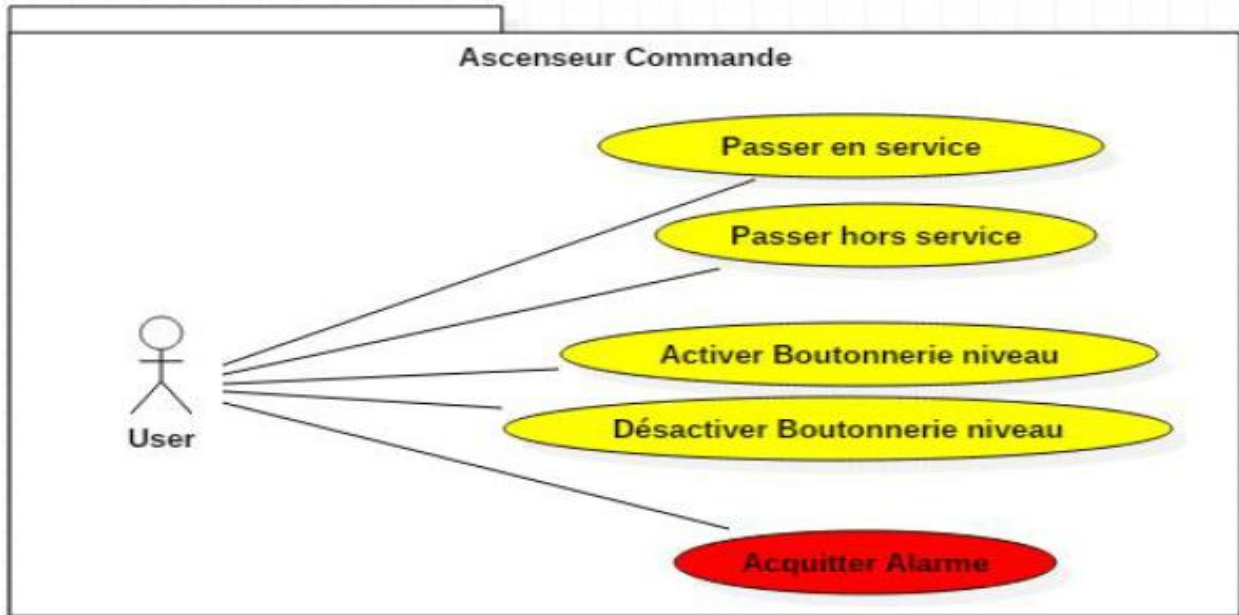
## 4.3 Etudes des Use Case

### 4.3.1 Etudes des Use Case Ascenseurs (Scénario d'utilisation) :

L'utilisateur SCADA peut commander et superviser les ascenseurs.

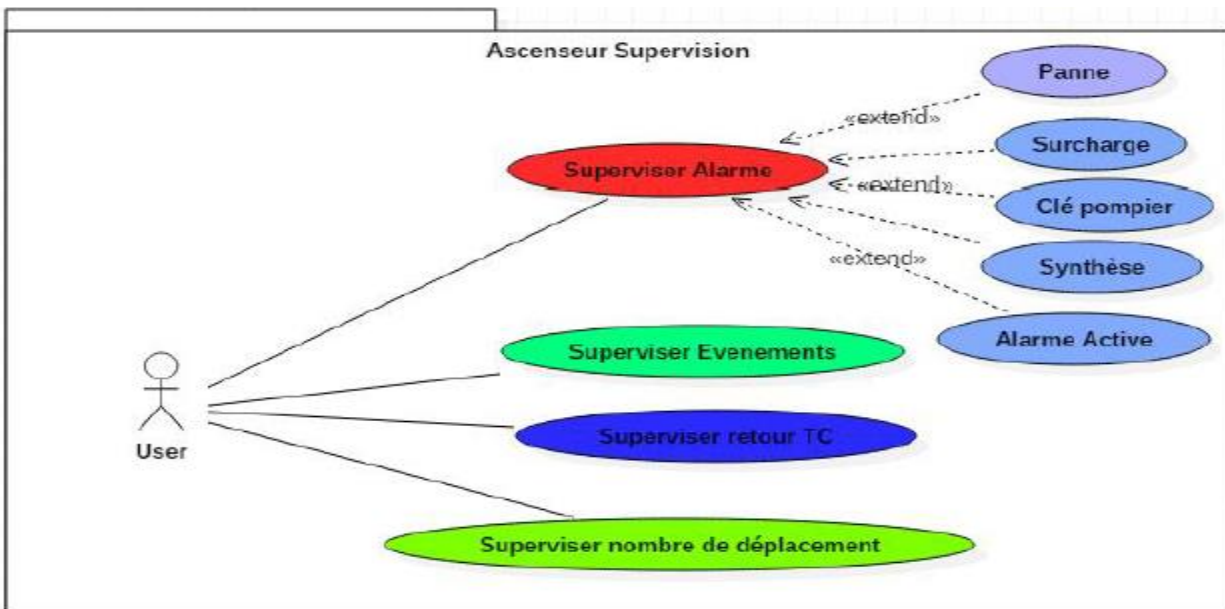
Les commandes prévues sont illustrées dans le use case suivant :

## Chapitre 4 Interfaces de supervision



**Figure 4.10.** Scénario d'utilisation Ascenseurs- commandes.

Concernant la supervision, celle-ci concerne la supervision des retours commandes, des évènements des alarmes et des mesures, elle peut être illustrée de la façon suivante :



**Figure 4.11.** Scénario d'utilisation Ascenseurs- retours des commandes.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## 4.3.2 Etudes des Use Case Escalier Mécanique (Scénario d'utilisation) :

L'utilisateur SCADA peut commander et superviser les escaliers mécaniques. Les commandes prévues sont illustrées dans le use case suivant :

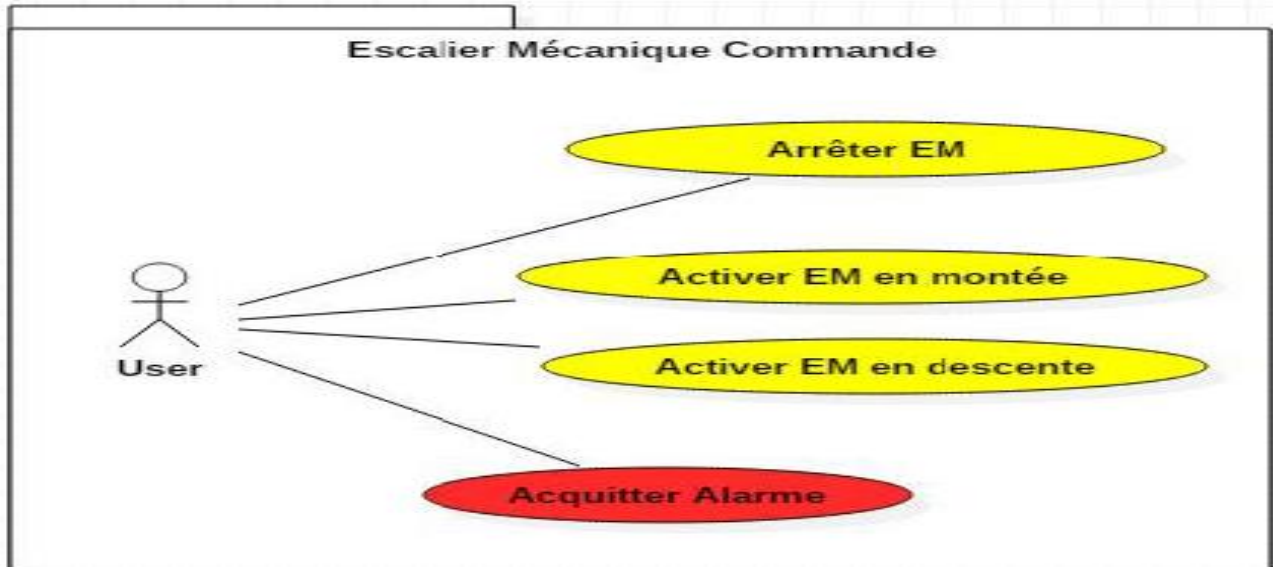


Figure 4.12. Scénario d'utilisation Escalier Mécanique- commandes.

Concernant la supervision, celle-ci concerne la supervision des retours commandes, des évènements des alarmes et des mesures, elle peut être illustrée de la façon suivante :

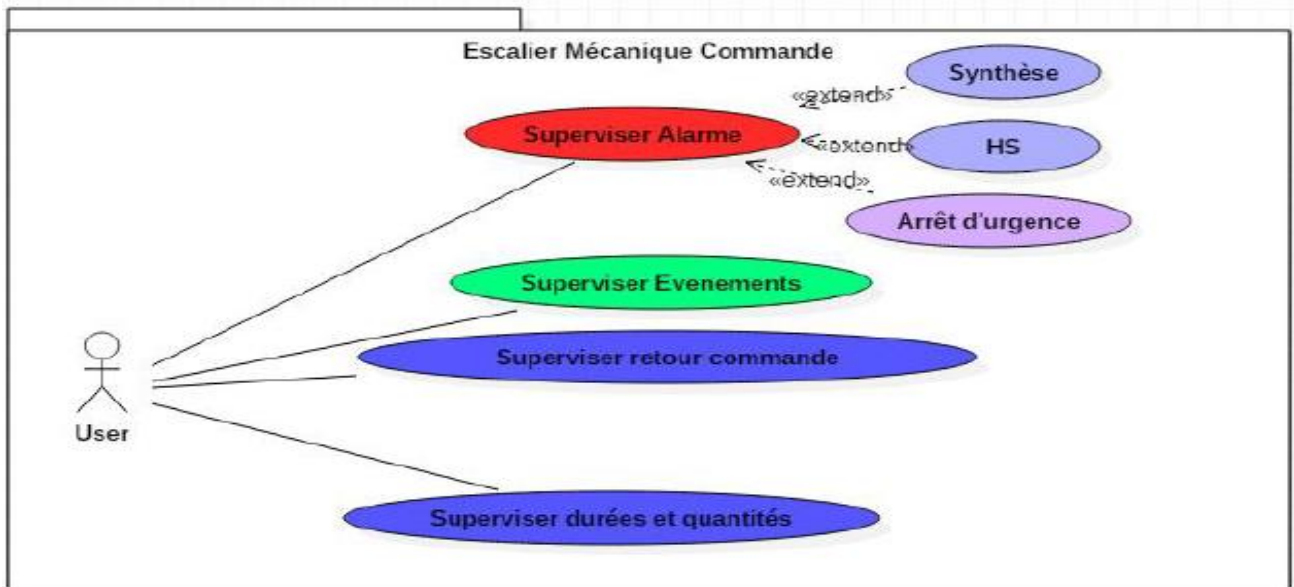
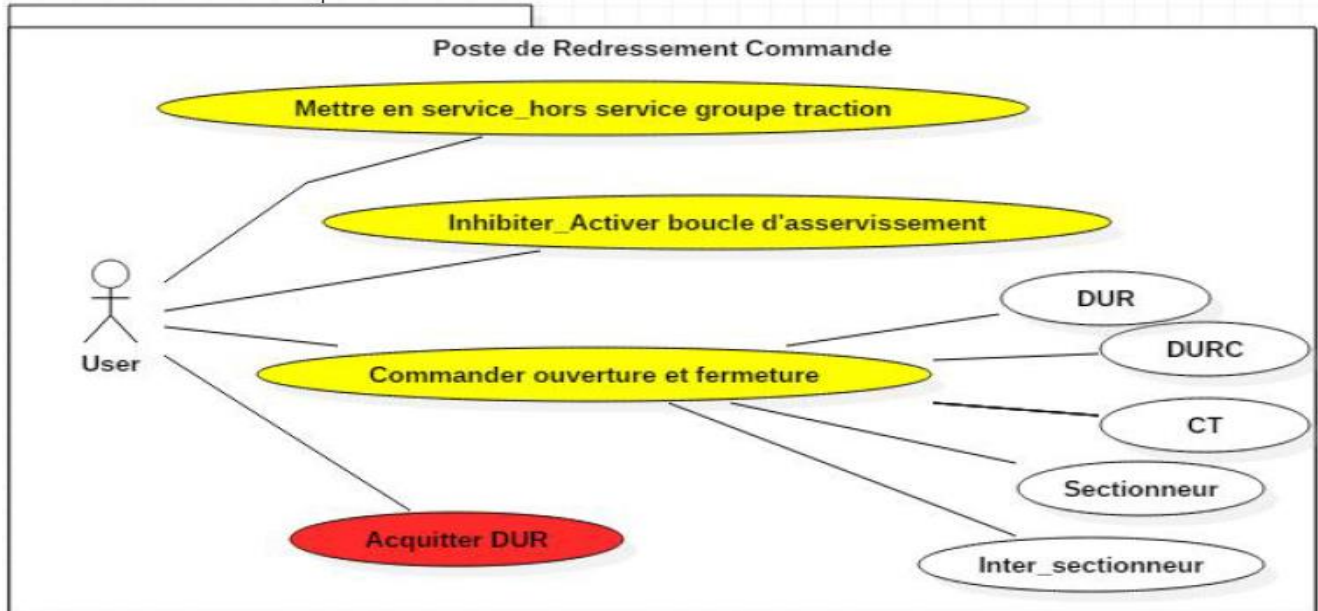


Figure 4.13. Scénario d'utilisation Escalier Mécanique- retours des commandes.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

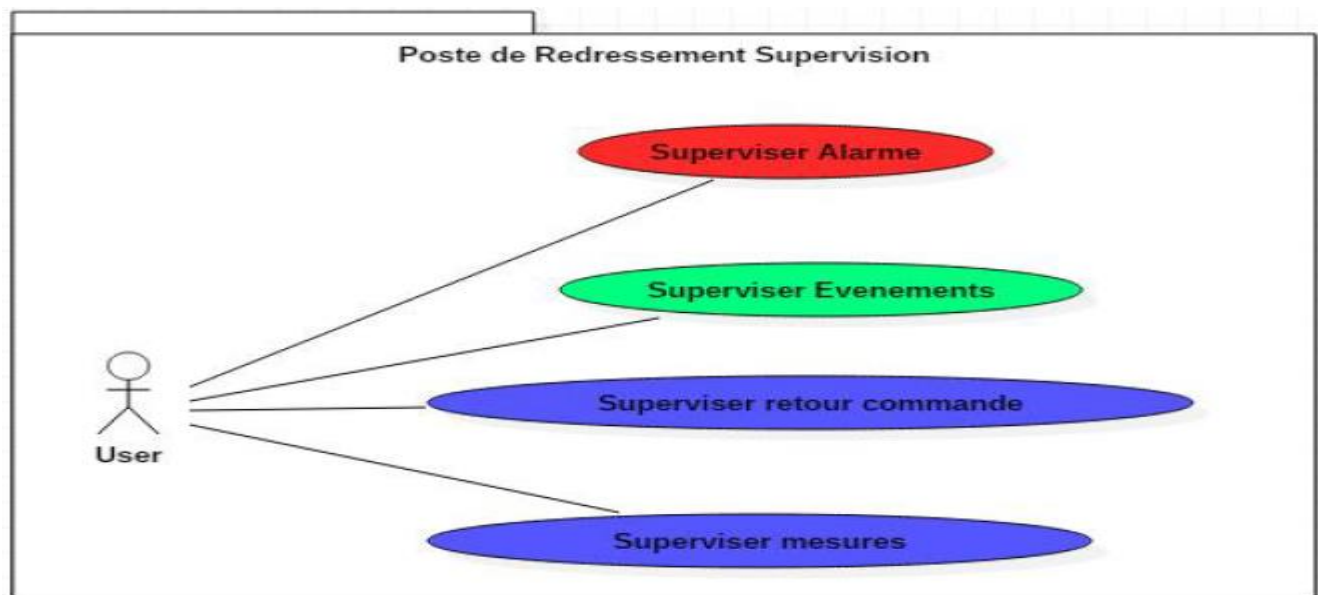
### 4.3.3 Etudes des Use Case Poste de Redressement (Scénario d'utilisation) :

L'utilisateur SCADA peut commander et superviser les PR.  
Les commandes prévues sont illustrées dans le use case suivant :



**Figure 4.14.** Scénario d'utilisation Poste de redressement – commandes.

Concernant la supervision, celle-ci concerne la supervision des retours commandes, des événements des alarmes et des mesures, elle peut être illustrée de la façon suivante :



**Figure 4.15.** Scénario d'utilisation Poste de redressement- retours des commandes.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## Editeur graphique GEDI :

- Un éditeur graphique convivial (GEDI) est disponible pour la création d'images système (panneaux). Le paramétrage complet et la création / suppression d'objets graphiques et de points de données sont effectués en ligne pendant le fonctionnement.
- Les étapes pour la création de graphiques de l'interface :
  1. Création des objets références
  2. Création de groupe des panneaux secondaires (Child Panel)
  3. Création des vue principaux (Root Panel)
  4. Création de topologie des panneaux

## 4.4 Vues des interfaces :

### 4.4.1 Vue ascenseur :

- ✓ **Les différents MODE de fonctionnement des ascenseurs**
- Distant : l'ascenseur peut recevoir les commandes du SCADA et remontrés les informations (états et défauts).
- Local : l'ascenseur ne peut pas recevoir les commandes du SCADA mais peut remonter les informations (états et défauts).

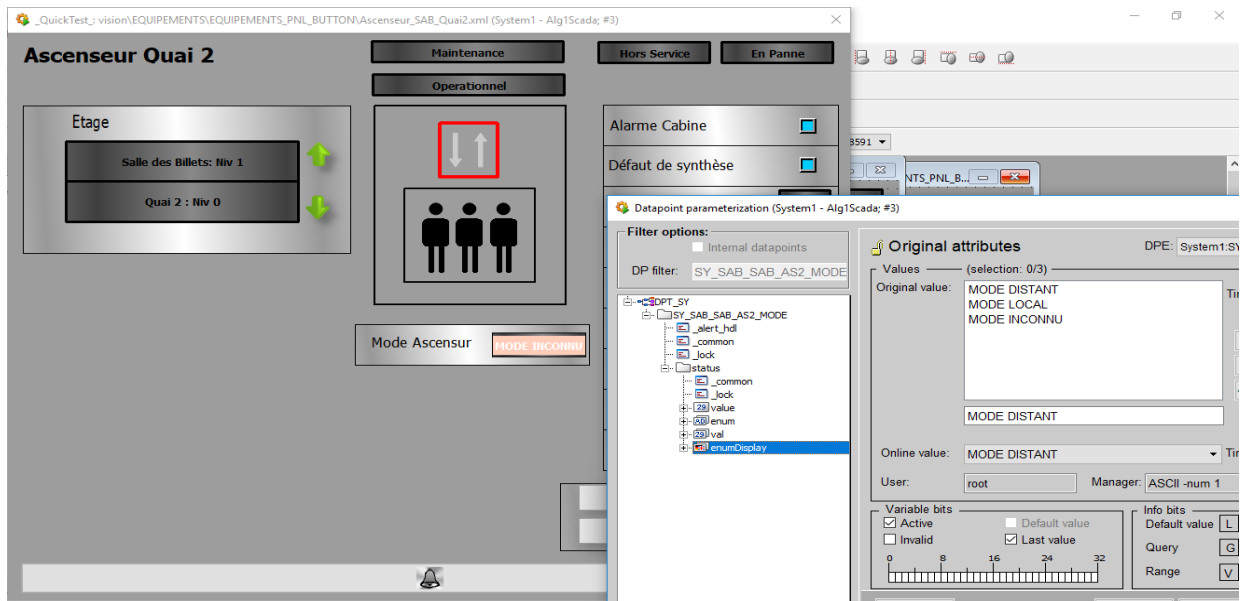


Figure 4.16. Mode de fonctionnement.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## ✓ Déplacement de l'ascenseur

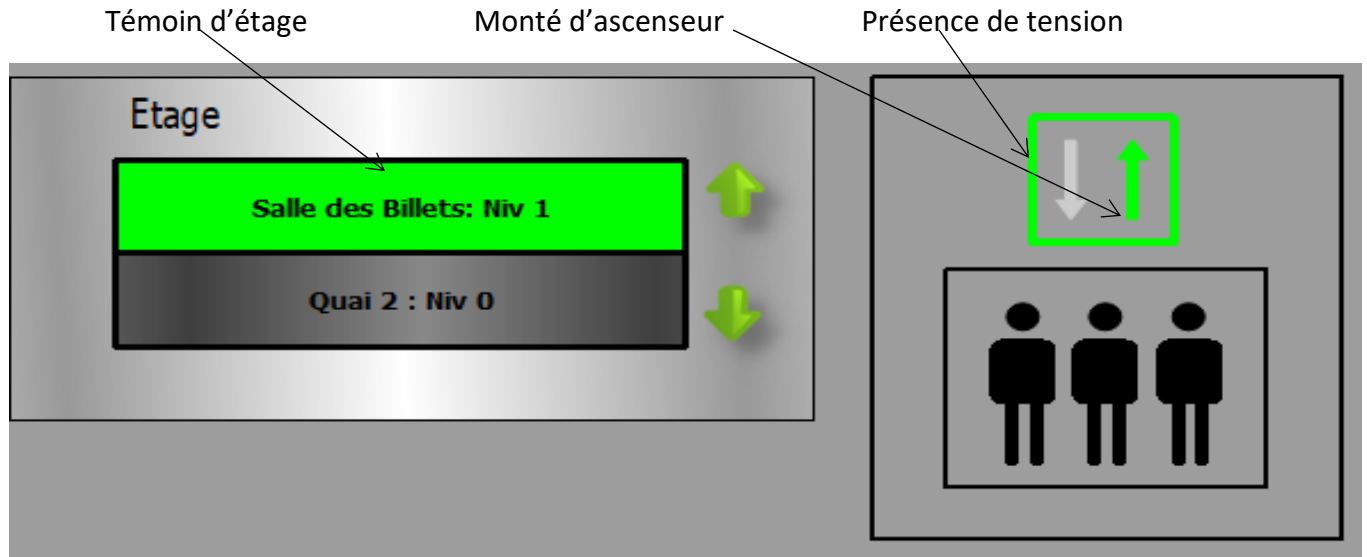


Figure 4.17. Témoins lumineux.

## ✓ Ascenseur en panne

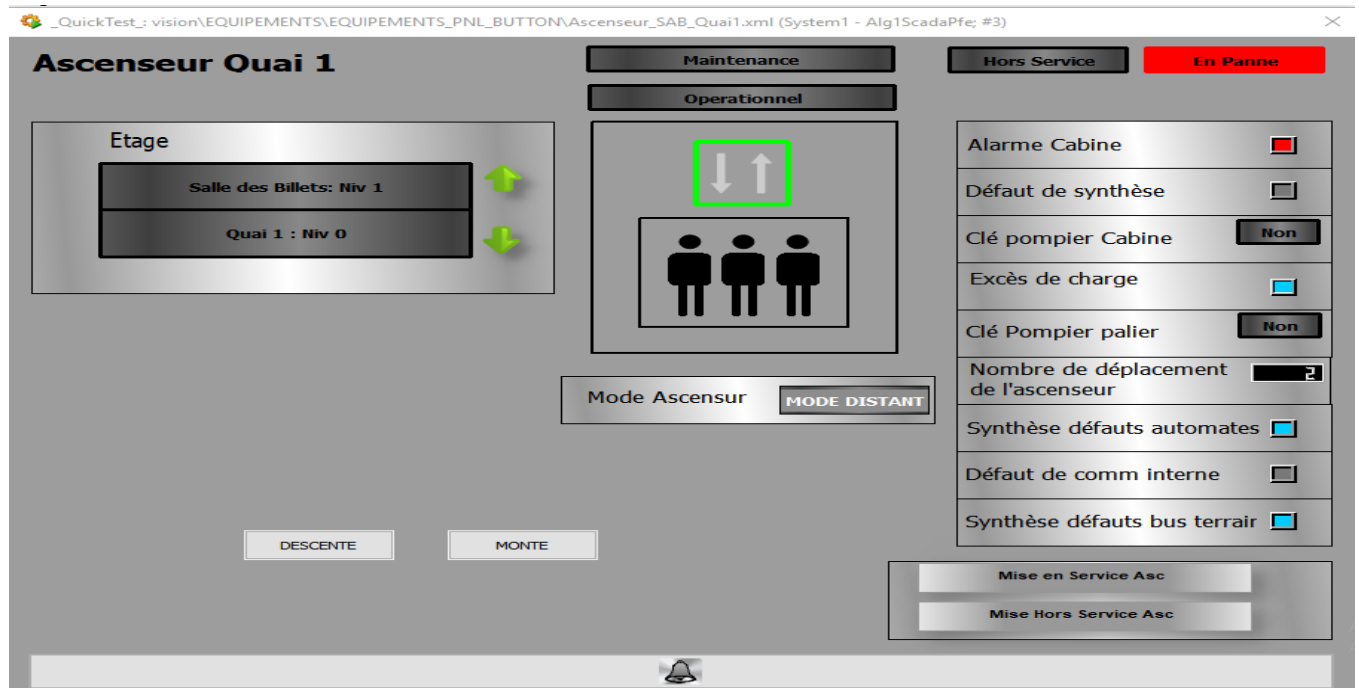


Figure 4.18. Ascenseur en panne.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

✓ Après réparation de la panne

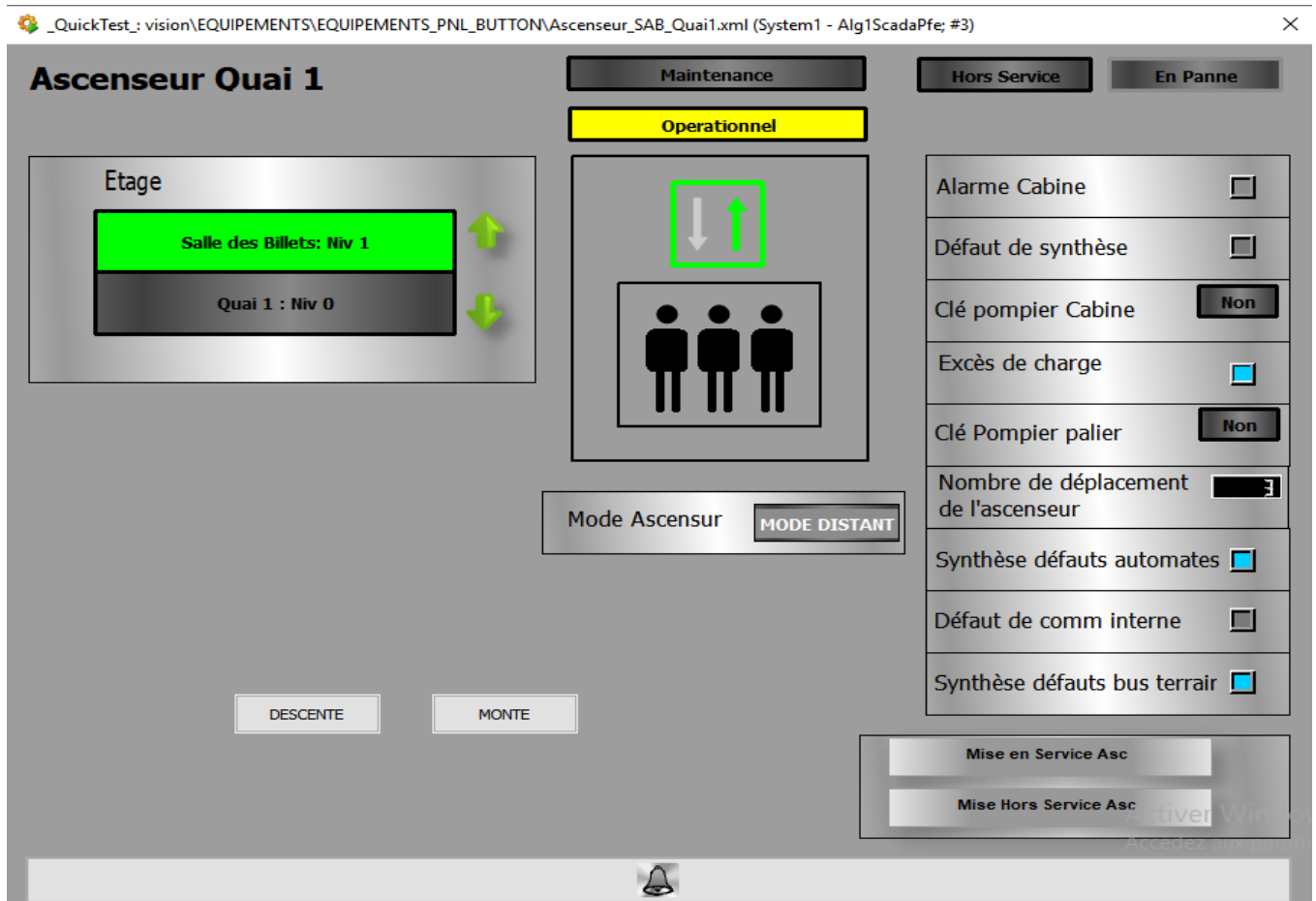


Figure 4.19. Ascenseur opérationnel.



# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## 4.4.2 Vue Escalier mécanique :

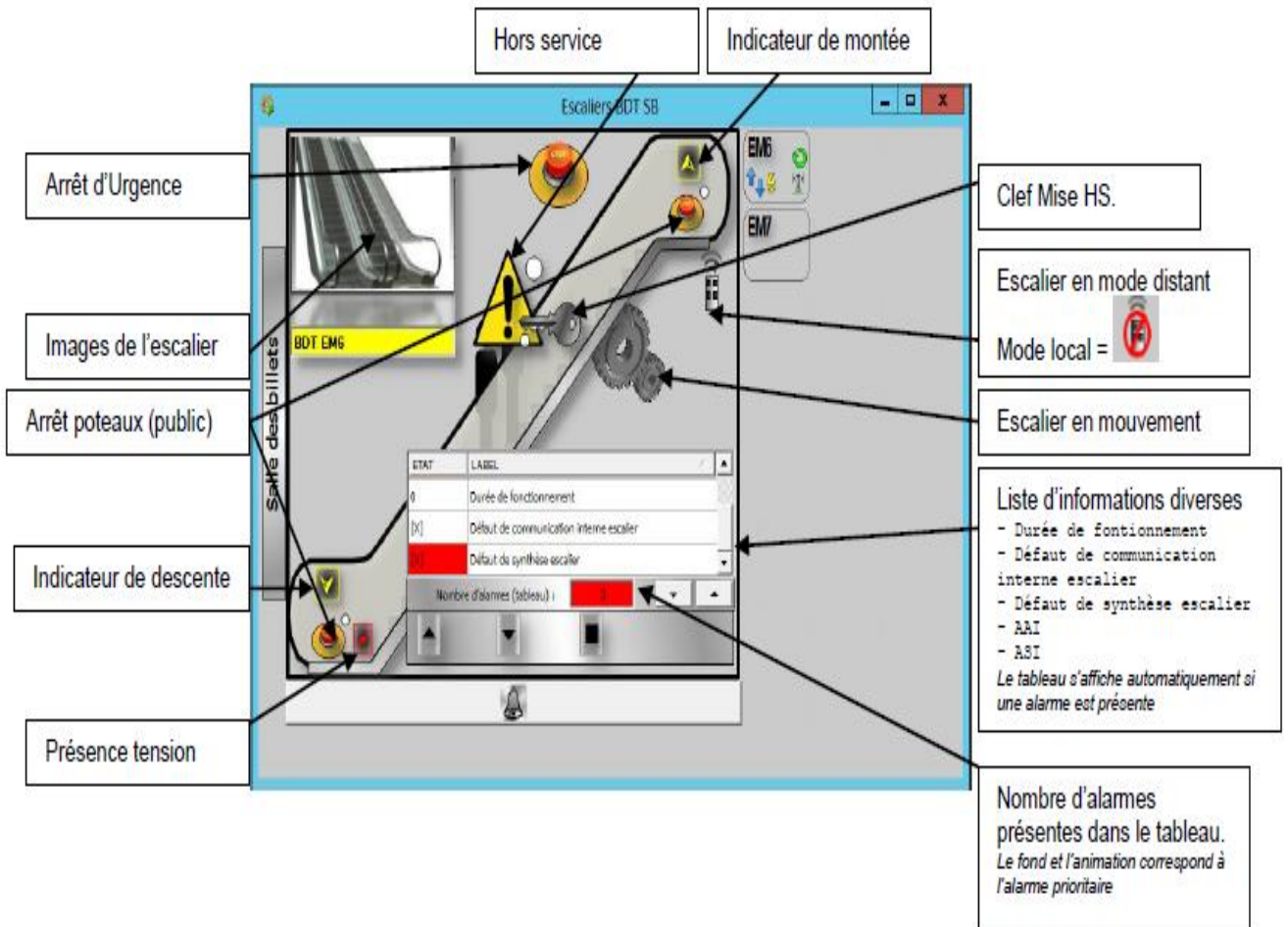
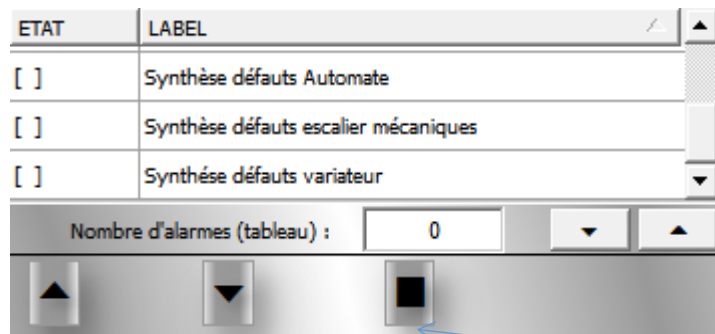


Figure 4.20. Vue escalier mécanique.

### ✓ Détection d'une anomalie:



Arrêt de l'escalier

Figure 4.21. Vue alarmes.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

## 4.4.3 Vue Poste de Redressement :

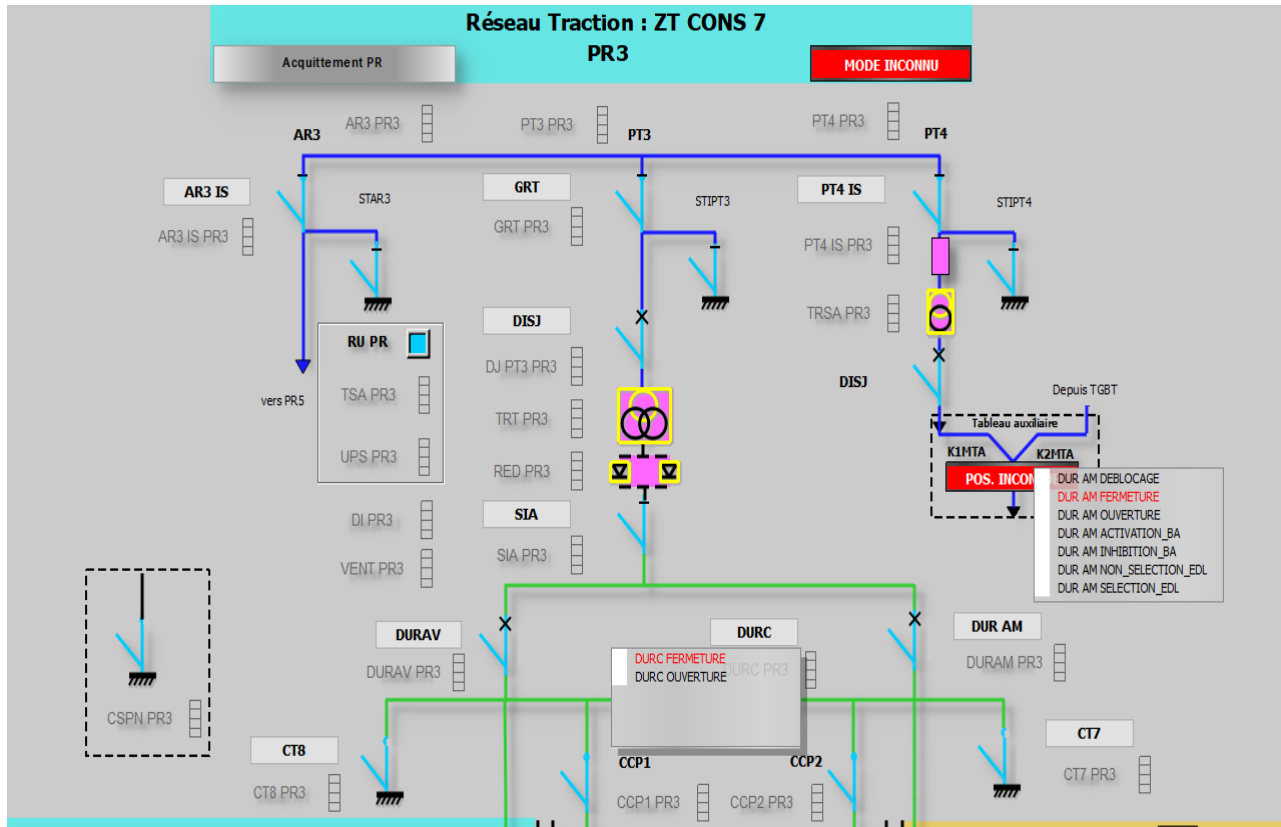


Figure 4.22. Vue Poste de Redressement.

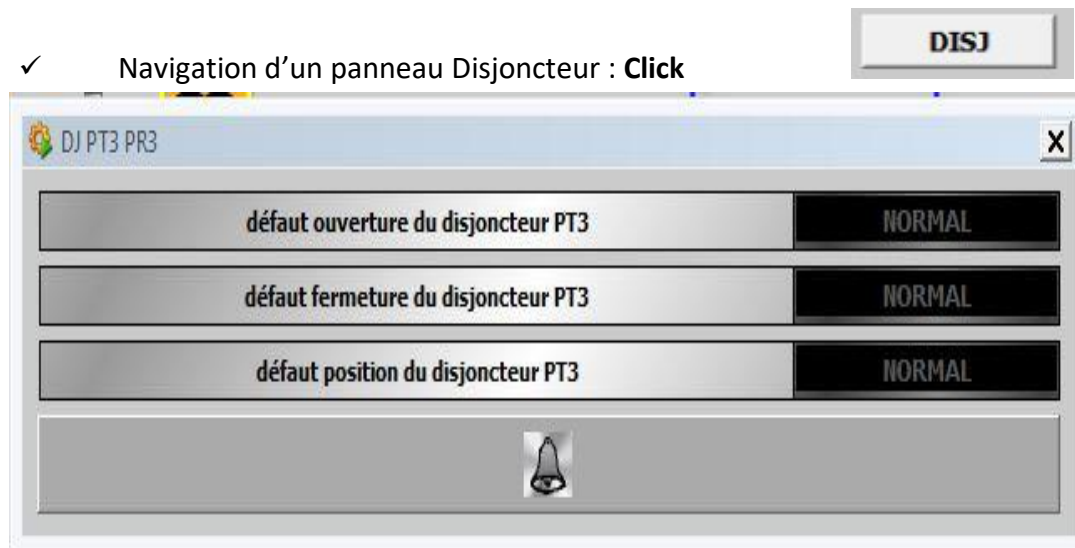


Figure 4.23. Panneau Disjoncteur.

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

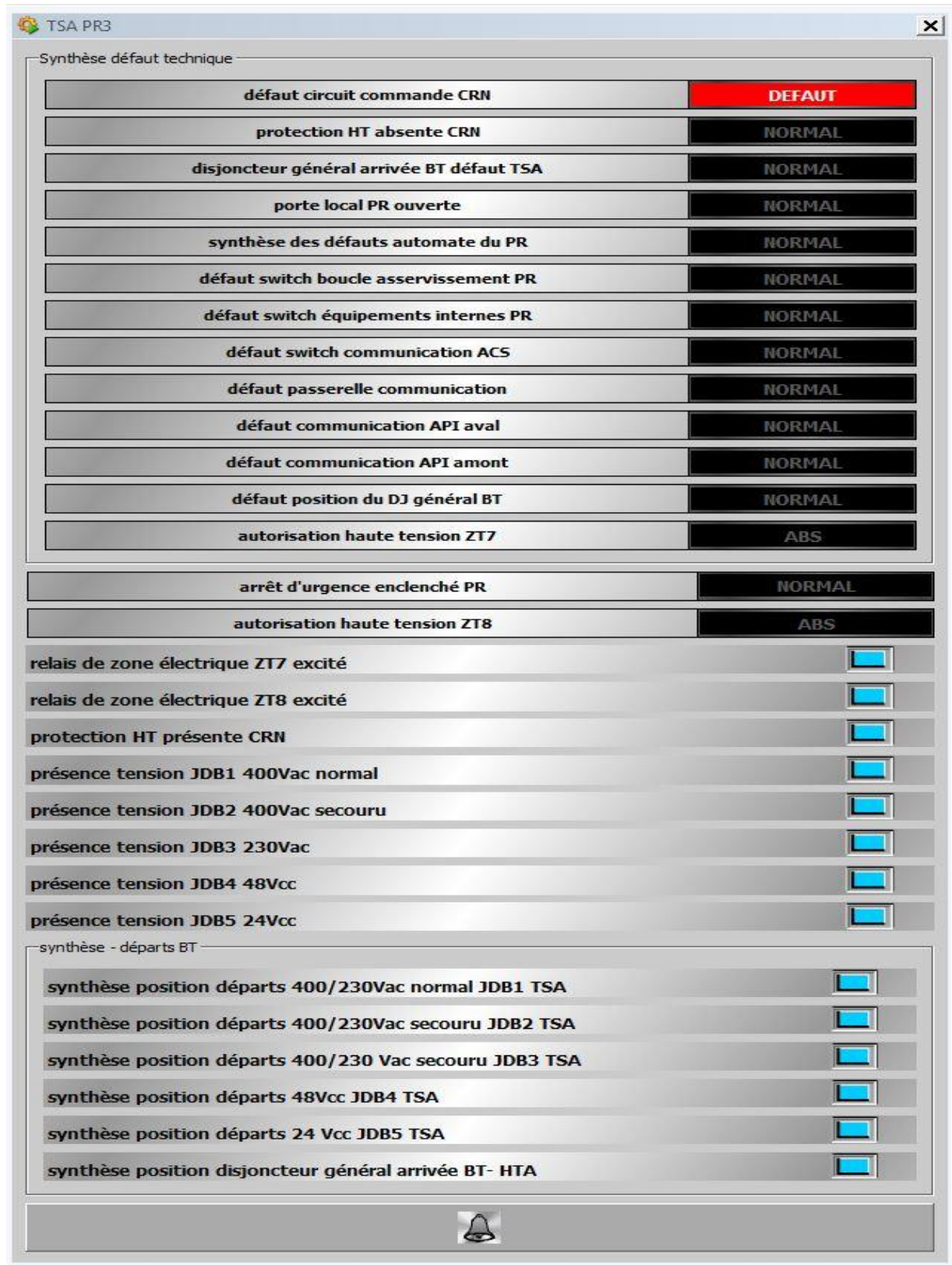


Figure 4.24. Panneau des télésignalisations classe Alarme.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

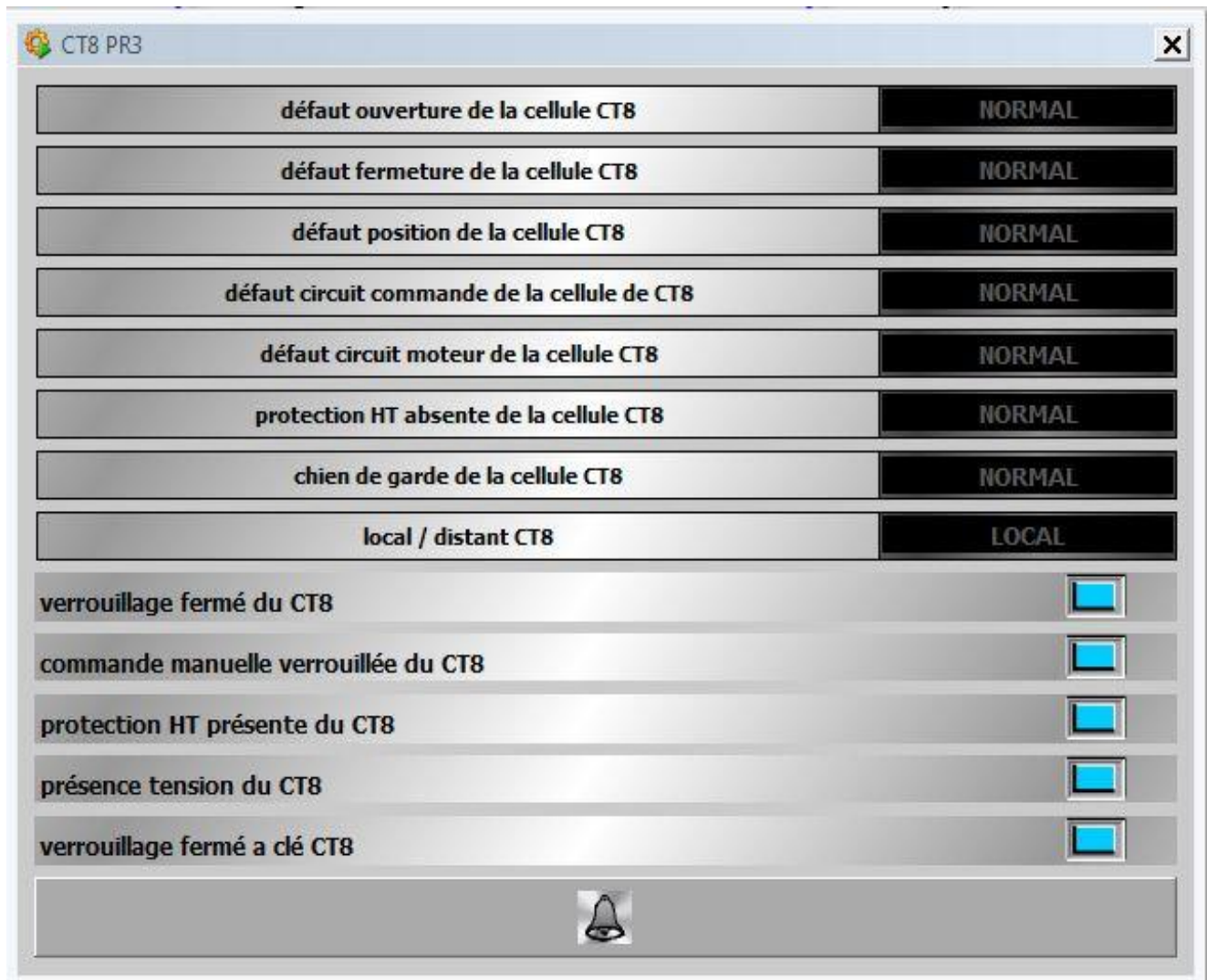


Figure 4.25. Panneau du Contacteur de mise à la Terre - 8-

# Chapitre 4 Interfaces de supervision

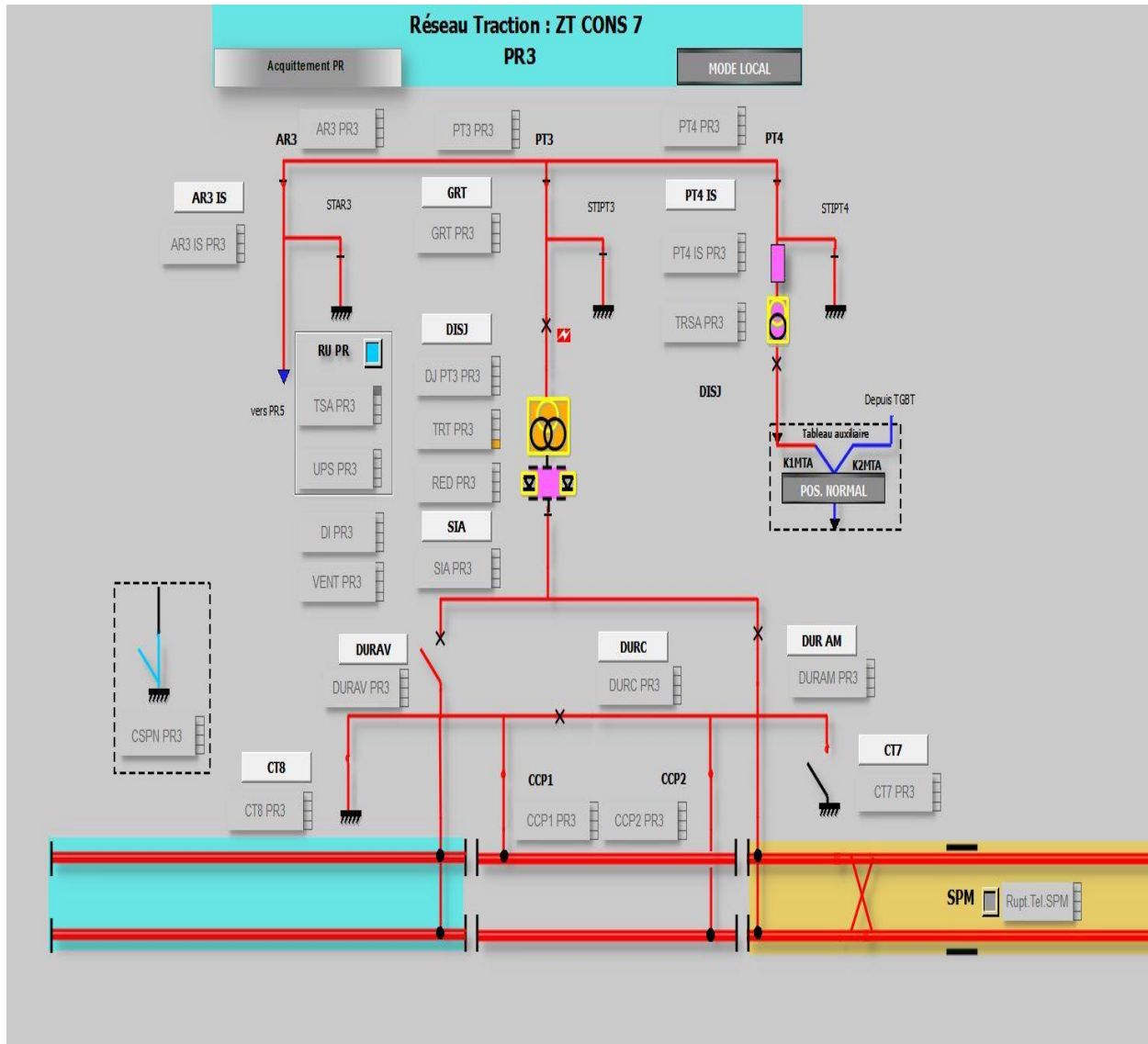


Figure 4.26. Panneau après mise sous tension du PR.

A/INC	20	09/07/2019 16:47:50	VENT PR3 - advanceAlarm	Sum advanceAlarm	TRUE
D/IC	80	09/07/2019 16:48:10	3A2_PR VENT: défaut température 2eme seuil ventilation	DEFAULT	TRUE
D/IC	80	09/07/2019 16:48:10	VENT PR3 - Danger	Sum danger	TRUE
D/INC	40	09/07/2019 16:48:25	3A2_PR VENT: synthèse défauts ventilation	DEFAULT	TRUE
D/INC	40	09/07/2019 16:48:25	ZT CONS 7 - Warning	Sum warning	TRUE
D/INC	40	09/07/2019 16:48:25	VENT PR3 - Warning	Sum warning	TRUE

Figure 4.27. Panneau des alarmes.

## Chapitre 4 Interfaces de supervision

---

### **Conclusion:**

*Dans ce chapitre, on a expliqué le choix de la configuration matérielle du système ainsi que les interfaces qui occupent le rôle de médiateur entre l'automate et l'utilisateur. Elles permettent la visualisation de l'état du processus ainsi que celui des alarmes provoquées par un défaut/panne. Il accorde notamment à l'ingénieur la possibilité de paramétrer certains organes du processus.*

## Conclusion générale

Le travail présenté dans ce projet de fin d'étude est une réponse à un besoin exprimé par l'Entreprise SIEMENS SPA – Division Mobilité – à savoir et réaliser un système SCADA pour la commande et la supervision des sous-systèmes : ascenseur- escalier mécanique et poste de redressement pour une station des deux nouvelles extensions du métro (lignes A et C). Il a été réalisé sous un nouveau logiciel du SCADA : SIEMENS SIMATIC WINCC OPEN ARCHITECTURE.

Etant chargés de la partie supervision, on a tout au long de notre phase de développement travailler conjointement avec les ingénieurs de Siemens - Division Mobilité et ce en y mettant beaucoup d'ardeur dans notre communication afin d'être en phase. Aussi, on était tenus à la fois de satisfaire le cahier des charges fourni, de proposer d'autres solutions et de respecter les délais impartis.

Principalement la conception de notre projet s'est articulée sur les points suivants :

- Analyse fonctionnelle des systèmes ascenseur- escalier mécanique et poste de redressement, et modélisation du système technique et des tâches des intervenants impliqués dans l'interface homme-machine.
- Développement de l'interface homme-machine comme un système interactif où une station métro est représentée par des graphiques réparties sur plusieurs pages.

Finalement, en tant que des étudiants du département d'électronique, on est fier d'avoir pu contribuer au projet du SCADA du métro d'Alger.

## Bibliographie :

- [1] BRAHAM Farid, «Contribution à l'étude de la surveillance et diagnostic des systèmes industriels par les systèmes experts temps réel». Thèse de Master, Université de Béjaia, 2014.
- [2] IKHLEH Boualem, «Contribution à l'étude de la supervision industrielle automatique dans un environnement SCADA ». Thèse de Magister, Université de Boumerdès, 2009.
- [3] REZIGUE Hamza, « Modélisation, surveillance d'une centrale a béton par l'outil bond graph et validation en ligne par un système SCADA ». Thèse de Magister, université de SETIF 1, 2014.
- [4] CHEIKH Marouane, « Télégestion dans l'industrie de l'eau par les technologies du web ». Thèse de Magister, université de Skikda, 2013.
- [5] HAMIDENE Rabie , «Supervision du système de conduite d'un atelier au niveau d'une cimenterie à l'aide de service Web ». Thème de Magister, Université de Batna, 2015.
- [6] Entreprise Métro d'Alger : <http://www.metroalger-dz.com>
- [7] AYOUB Mohamed Amine, « Commande et Supervision du système de Chauffage, Ventilation et Conditionnement d'Air (C.V.A.C.) des deux nouvelles extensions du métro d'Alger ». Thèse d'ingénieur, Ecole Nationale Polytechnique Alger, 2017.
- [8] W. HASSAM / N. CHERGUI, « Spécification fonctionnelle du SCADA »: Documentations SIEMENS SAS 05/2018.
- [9] Spécification technique S7-400 : <https://www.siemens.com>
- [10] Siemens, « Industrial Ethernet Switches SCALANCE X-200 / XF-200 » SIMATIC NET édition 03/2009.
- [11] JEROME Desmidt, « Spécification interface SCADA »: COLAS RAIL / KOUGC 09/ 2014.
- [12] JOSE ALBERTO Roig, «Descriptif technique et fonctionnel des ascenseurs», L1B-800000-CRK-999-QPE-001-B: COLAS RAIL / KOUGC 11/ 2014.
- [13] IRENE ROMERO Solanas, «Descriptif technique et fonctionnel des escaliers mécanique », L1B-800000-CRK-999-QPE-001-B: COLAS RAIL / KOUGC 05/ 2014.



## Bibliographie :

[14] JB. BOUSSIRON, «Manuel de maintenance du poste de redressement et de sectionnement», L1-510000-STK-999-MF-001: SIEMENS SAS 09/ 2011.

[15] William BOLTON, «automates programmables industriels », Dunod, 2015.

[16 ] Automate programmable S7-300, «Caractéristiques des CPU, CPU 312 IFM–318-2 DP»: 6ES7398-8FA10-8CA0; SIEMENS AG, 2011.

[17] Société SIEMENS: <https://mall.industry.siemens.com>

# *ANNEXES*

# Annexe A

---

## Logiciel SIMATIC WinCC Open Architecture

### 1.1 Description:

SIMATIC WinCC Open Architecture fait partie de la famille SIMATIC HMI et est conçu pour les applications de grande taille et de grande complexité, ainsi que pour les projets comportant des exigences particulières en matière de configuration système et de fonctionnalités personnalisées.

### 1.2 Définition :

SIMATIC WinCC Open Architecture est un système SCADA destiné à la visualisation et à la conduite de procédés, d'opérations de fabrication, de machines et d'installations dans tous les secteurs de l'industrie.

SIMATIC WinCC OA est basé de manière homogène sur des structures orientées objet. Cette utilisation systématique et réfléchie de l'orientation objet, des synoptiques jusqu'à la base de données, permet de réduire le travail d'ingénierie pour les clients SIMATIC WinCC OA.

Les systèmes distribués permettent le couplage de jusqu'à 2 048 systèmes SIMATIC WinCC Open Architecture autonomes via un réseau. Chaque sous-système peut être configuré en tant que système monoposte ou multiposte, redondant ou non redondant.

Version actuelle : **SIMATIC WinCC Open Architecture V3.16**

### 1.3 Avantage :

- **Ingénierie efficiente et grande souplesse d'extension des installations**
  - Orientation objet.
  - Nombre illimité de points de données.
  
- **Modèle de données orienté objet :**
  - Représentation de valeurs de consigne et de valeurs de mesure d'un objet d'installation réel sur un point de données structuré.

# Annexe A

---

- Un point de données se compose d'une structure arborescente avec des éléments de point de données.
  
- **Évolutif à volonté :**
  - Du petit système monoposte jusqu'au système haut de gamme redondant mis en réseau.
  - Systèmes distribués comptant jusqu'à 2 048 serveurs
  
- **Indépendant de la plateforme :**
  - Disponible pour Windows, Linux, IOS et Android.
  
- **Support 64 bit natif :**
  - Meilleure utilisation de la mémoire système grâce à la compatibilité 64 bit native.
  - Possibilité de traitement de quantités de données plus élevées par serveur
  
- **Plateforme pour solutions personnalisées :**
  - Adaptation rapide de la conduite et de la supervision de l'installation aux exigences actuelles du marché.
  - La programmation et le développement internes à l'entreprise garantissent indépendance et protection du savoir-faire.
  
- **Ouverture grâce à un grand nombre de pilotes et de possibilités de connexion :**
  - SIMATIC S7 TCP/IP, Modbus TCP/IP, Ethernet/IP, SNMP, BACnet, OPC DA Client & Server, OPC A&E Client & Server, OPC UA Client & Server (DA, AC, HA), pilote SSI, CEI 60870-5-101, -104, DNP3, SINAUT, CEI 61850/61400, RK512, TLS, Teleperm M, API, Cerberus.

# Annexe A

---

## 1.4 Domaine d'application :

Le système SCADA SIMATIC WinCC Open Architecture s'adresse aux applications à fort besoin d'adaptation aux spécificités du client, applications de grande envergure et/ou complexes, ainsi qu'aux projets nécessitant une configuration système et des fonctions particulières.

SIMATIC WinCC Open Architecture démontre ses performances particulièrement avec les systèmes de conduite haut de gamme redondants et mis en réseau. Une communication cohérente et très performante est garantie du niveau terrain jusqu'au poste de conduite, de la machine jusqu'au siège de l'entreprise. Quelle que soit la situation, le système garantit une grande disponibilité, des informations fiables, une interaction rapide et la convivialité d'utilisation. Des modifications peuvent être apportées à l'application y compris sans interrompre le processus. Ainsi, la rentabilité, l'efficacité et la sécurité sont toujours

En raison des propriétés particulières du système, SIMATIC WinCC Open Architecture satisfait aux exigences les plus sévères particulièrement pour les solutions de gestion du trafic, l'immobilier et les réseaux de distribution (énergie, eau, pétrole et gaz, etc.).

## 1.5 Constitution :

SIMATIC WinCC Open Architecture est disponible en licence Runtime monoposte, licence Runtime multiposte, licence client Web et licence de paramétrage et de développement. Pour SIMATIC WinCC Open Architecture, la licence requise est déterminée entre autres en fonction du nombre d'entrées et de sorties (E/S) à traiter.

Par E/S on entend un élément de point de données (DPE) dont les contenus sont échangés, soit via un pilote (par ex. un pilote S7 communique avec un AP), soit avec d'autres systèmes logiciels. Les éléments de point de données internes, c'est-à-dire des DPE sans communication vers l'extérieur, ne sont pas pris en compte dans la détermination de la licence. Les licences sont disponibles soit avec un nombre d'E/S illimité ou avec des limitations échelonnées entre 500 et 250 000 E/S.

# Annexe A

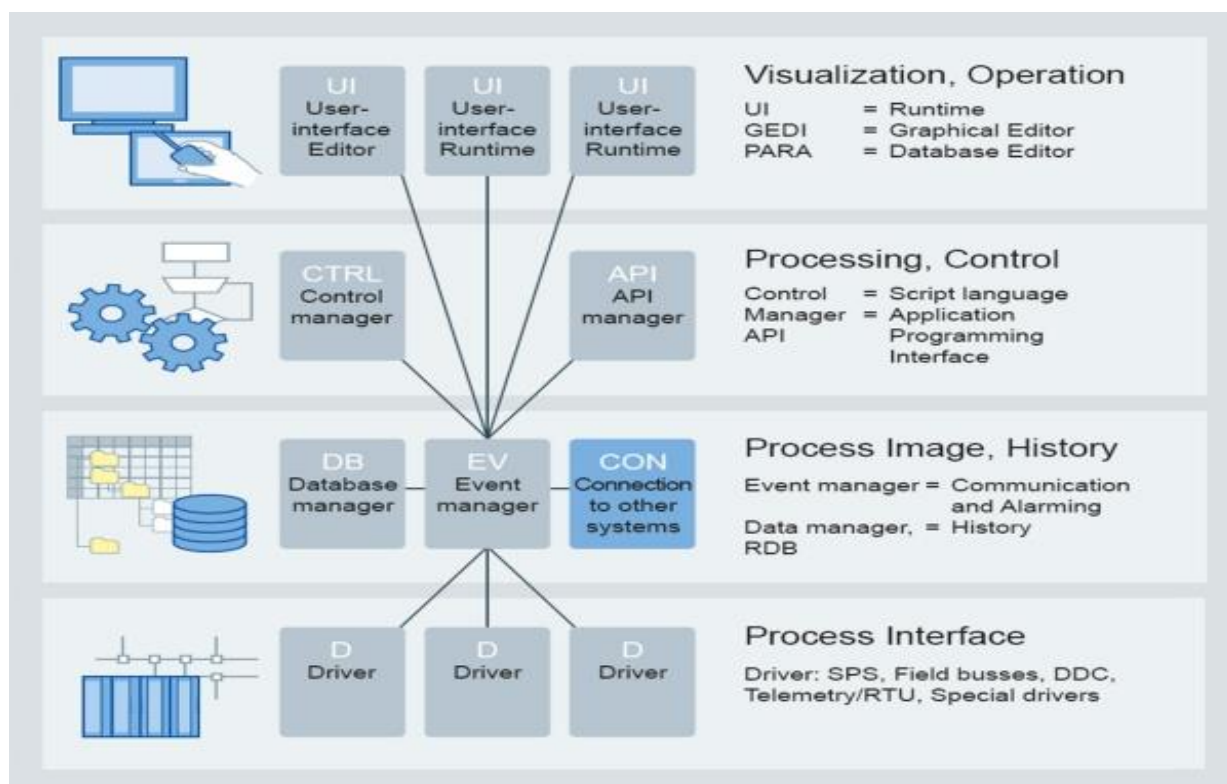
## 1.6 Fonctions :

SIMATIC WinCC Open Architecture est un système SCADA de structure très modulaire. Les fonctionnalités requises sont assurées par des unités fonctionnelles spécifiques conçues pour des tâches différentes. Sous SIMATIC WinCC Open Architecture, ces unités sont appelées "Manager" – il s'agit en effet de processus indépendants du point de vue de l'ingénierie logicielle.

### ➤ Structure :

- SIMATIC WinCC Open Architecture propose des unités de programme dédiées et autonomes pour toutes les fonctions clés - les gestionnaires - .

Un "responsable" est un processus responsable de tâches spécifiques. Par exemple, il existe un gestionnaire distinct pour les connexions périphériques, le stockage des données d'historique ou les interfaces utilisateur.



**Figure A.1.** Les gestionnaires de WinCC OA.

- Event-Manager (EV), au cœur d'un système WinCC Open Architecture
- Driver-Manager (D), les processus sont liés via un nombre quelconque de pilotes

# Annexe A

- Data- Manager (DB), stocke les changements au processus dans une base de données à grande vitesse
- Control-Manager (CTRL), est un environnement d'exécution dédié qui traite des programmes écrits dans le langage de programmation sur un contrôle événementiel, base multi - tâches
- User Interface-Manger (UI), prend en charge l'affichage graphique des états de processus

D'autres gestionnaires sont disponibles pour des tâches spéciales (redondance, gestionnaire de distribution pour systèmes distribués, serveur Web, génération de rapports, DDE, simulation, etc.).

## 1.7 Caractéristiques techniques :

Type	1.9 SIMATIC WinCC Open Architecture V3.16
Système d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Windows 10 (64 bit)</li><li>➤ Windows 7 Ultimate/Enterprise/Professional SP1 (64 bit)</li><li>➤ Windows 7 Ultimate SP1 (64 bit)</li><li>➤ Windows Server 2016 (64 bit)</li><li>➤ Windows Server 2012 R2 (64 bit)</li><li>➤ Red Hat Enterprise Linux 7.4 (64 bit)</li><li>➤ OpenSuse Leap 42 (64 bit)</li><li>➤ CentOS 7.4</li><li>➤ SLES 12.1 (64 bit)</li><li>➤ VMWare ESXi Version 6</li><li>➤ VMWare Cluster (HA</li></ul>
Système d'exploitation mobile	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Android version 4.4 et supérieure</li><li>➤ iOS version 11.0 et supérieure</li></ul>

**Tableau A.1.** Caractéristique technique de Wincc OA.

# Annexe B

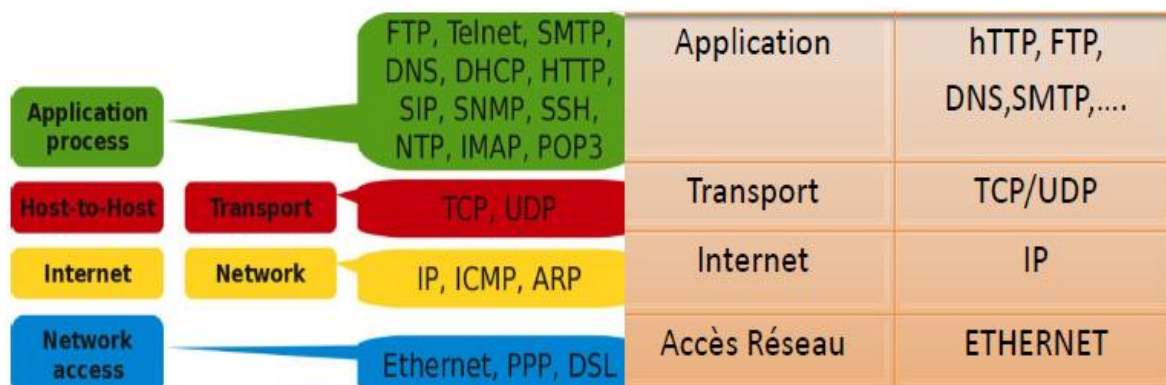
## Le protocole TCP/IP

### 2.1 Description:

(Modèle utilisé au départ par ARPAnet l'ancêtre des réseaux longue distance financé par DoD Département of Défense)

Le TCP/IP est un ensemble de protocoles qui définit :

- Une forme d'adressage : Attribuer une adresse IP à n'importe quelle machine utilisant ce protocole.
- Une théorie de routage : Comment acheminer un paquet de la source à la destination.
- Des méthodes de contrôle du bon transport : Pour assurer que les données arrive à destination.



**Figure B.1** Différentes couches de TCP/IP.

- La couche application prend en charge les données applicatives
- La couche Transport garantit la livraison sans erreur à n'importe quel hôte de l'inter-réseau d'une trame d'octet émis par une machine.
- La couche internet s'occupe essentiellement de deux fonctions : le routage et l'adressage.
- La couche accès réseau s'occupe de l'envoi du message sur le support physique.



# Annexe B

## 2.2 Principe de l'encapsulation des données :

Chacune des couches intermédiaires fournit aux couches supérieures des services et utilisent les services de la couche inférieure. Ceci peut être comme suit : L'entête TCP contient les adresses des ports sources et destinations, tandis que les adresses IP sources et destinations sont intégrées dans l'entête IP et les adresse MAC sources et destinations dans l'entête Ethernet.

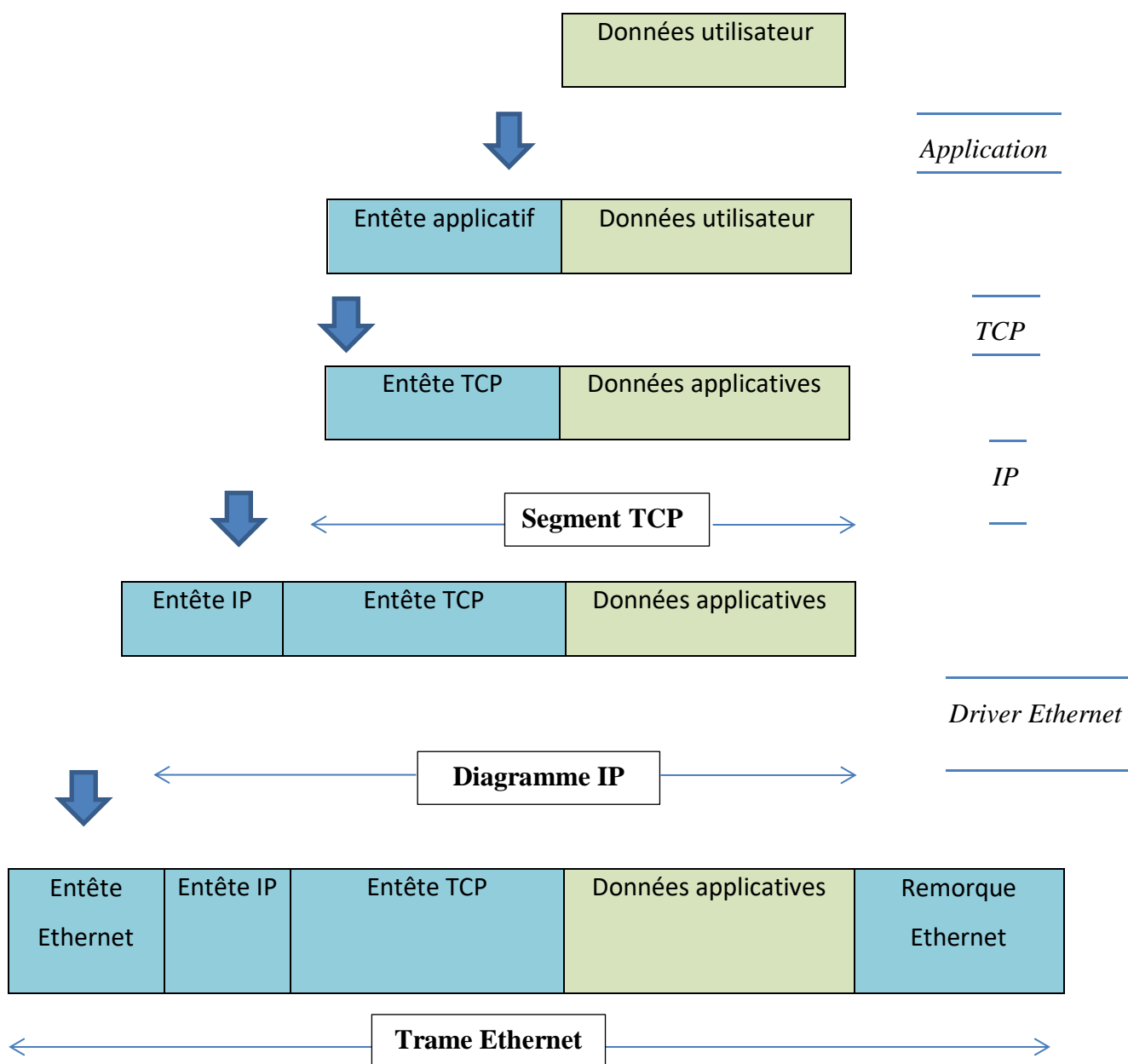


Figure B.1. Transfert de données.

# Annexe C

## Automates Programmables Industriels (API)

### 3.1 Définition d'un API:

L'automate programmable industriel est un équipement électronique programmable doté d'intelligence interne permettant le contrôle-commande d'effecteurs (moteurs, lampes, vannes etc...). Il est principalement constitué d'un CPU (Control Process Unit), d'une alimentation et de cartes d'entrées/sorties.

### 3.2 Structure d'un API:

#### 3.2.1 Structure interne:

La structure interne d'un API peut se représenter comme le montre la Figure suivante:

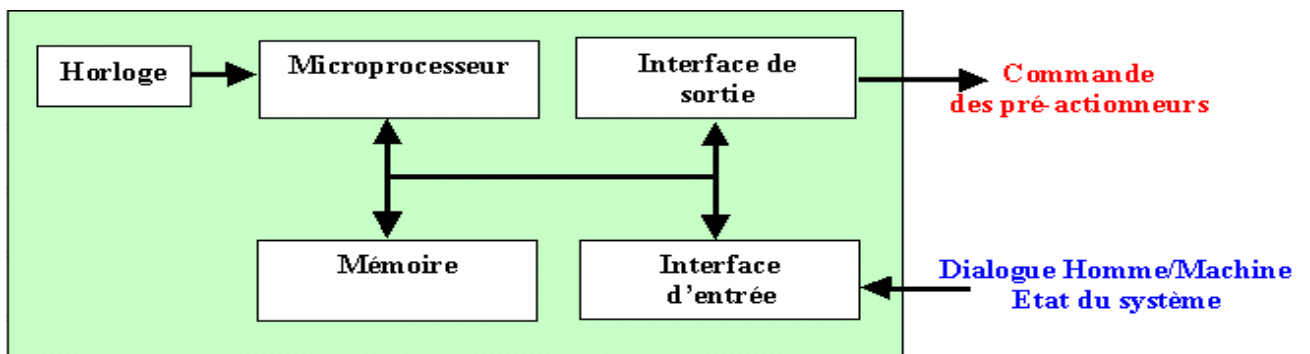


Figure C.1. Structure interne d'un API.

#### 3.2.2 Structure externe:

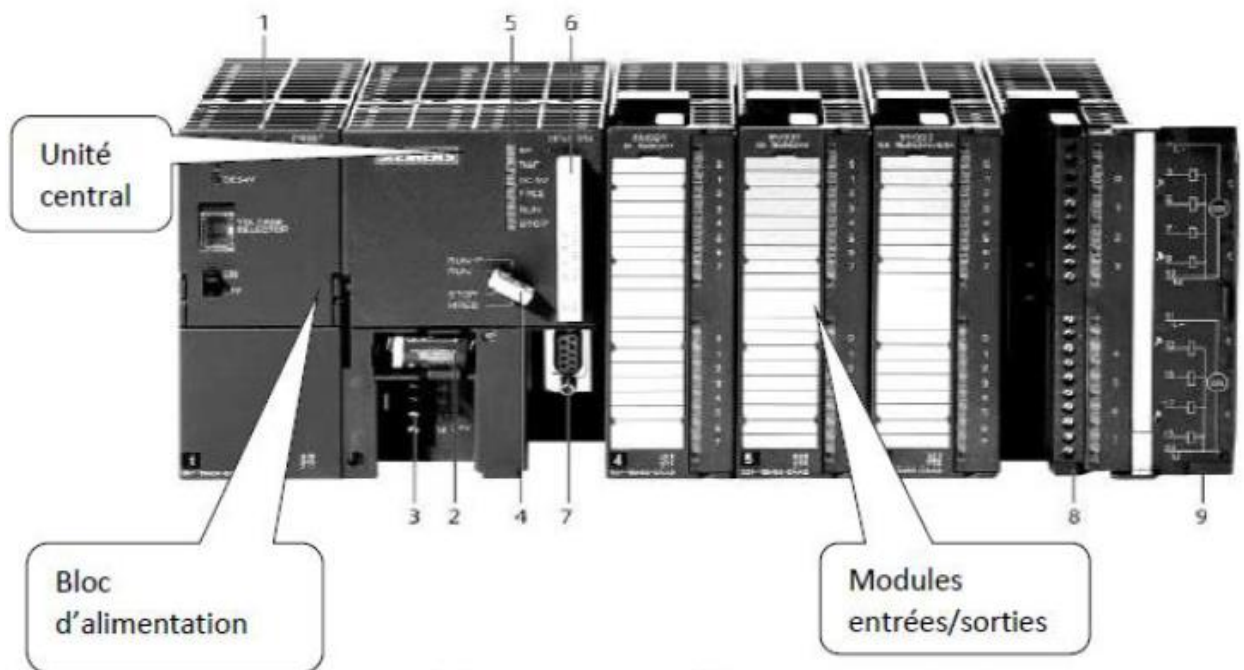


Figure C.2. Automates modulaire Siemens.

# Annexe C

---

- 1 >> Module d'alimentation.
- 2 >> Pile de sauvegarde.
- 3 >> Connexion au 24V cc.
- 4 >> Commutateur de mode (à clé).
- 5 >> LED de signalisation d'état et de défauts.
- 6 >> Carte mémoire.
- 6 >> Carte mémoire.
- 7 >> Interface multipoint (MPI).
- 8 >> Connecteur frontal.
- 9 Volet en face avant.

## **3.3 Principe de fonctionnement d'un API:**

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates ont un fonctionnement cyclique.

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

# Annexe C

---

## 3.4 Langage de programmation :

Chaque automate dispose de son propre langage de programmation, cependant il existe des langages universels à tous types d'automates. Les langages universels de programmation sont les suivants [8] :

- IL (Instruction List), le langage List est très proche du langage assembleur on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs.
- ST (Structured Text), Ce langage structuré ressemble aux langages de haut niveau utilisés pour les ordinateurs
- LD (Ladder Diagram), le langage Ladder (échelle en anglais) ressemble aux schémas électriques et permet de transformer rapidement une ancienne application faite de relais électromécaniques en un programme. Cette façon de programmer exploite une approche visuelle du problème longtemps appréciée en industrie, mais qui s'appuie sur une logique de moins en moins adaptée mais toujours utilisée (2013). On parle également de langage à contacts ou de schéma à contacts pour désigner ce langage Ladder.
- Boîtes fonctionnelles (FBD), le FBD se présente sous forme diagramme : suite de blocs, connectables entre eux, réalisant des opérations, simples ou très sophistiquées.

Dans la programmation d'un automate, il est possible également de choisir de programmer en SFC, dérivé du grafcet. À chaque action élémentaire est associé un programme écrit en IL, ST, LD ou FBD. Le grafcet, est un outil graphique de définition de l'automatisme séquentiel, en un nombre fini d'étapes, séparées par des conditions de transition. Il utilise une représentation graphique claire, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique, il peut se "câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate voire sur ordinateur.