



HAL
open science

Étude, conception et réalisation d'un système de gestion technique du bâtiment GTB

Hovig Zabinie Derderian

► **To cite this version:**

Hovig Zabinie Derderian. Étude, conception et réalisation d'un système de gestion technique du bâtiment GTB. Energie électrique. 2017. dumas-01735322

HAL Id: dumas-01735322

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01735322>

Submitted on 15 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Institut Supérieur des Sciences Appliquées et Economiques
Centre du Liban associé au
Conservatoire National des Arts et Métiers
Paris**

**MÉMOIRE
Présenté en vue d'obtenir
Le DIPLOME d'INGÉNIEUR CNAM
SPÉCIALITÉ: ELECTROTECHNIQUE**

**Par
Hovig Zabinie DERDERIAN**

**Etude, Conception et Réalisation d'un Système de
Gestion Technique du Bâtiment GTB**

Soutenu le 10 Février 2017 devant le jury :

Président: Mr. LEFEBVRE Stéphane

**Membres: Mr. ITANI Khaled
Mr. KHOURY Shehade
Mr. MOUBAYYED Nazih
Mr. OUEIDAT Mohamad**

Résumé

Le Gestion Technique du Bâtiment (GTB) consiste en un système, installé généralement dans des grands bâtiments, villas ou dans des industries afin de superviser et de contrôler l'ensemble des équipements électromécaniques qui y sont installés.

Il s'agit de permettre à l'opérateur d'avoir une vue globale du fonctionnement et des automatismes des systèmes installés, ce qui permet avant tout une gestion optimale des différentes installations, une réduction des coûts de maintenance, une détection plus rapide des pannes ainsi qu'une amélioration de l'efficacité énergétique.

Ce mémoire d'ingénieur présente l'installation du système GTB (Siemens) pour la villa 'Mtayleb-518'. Il comporte l'étude, la conception et la réalisation du système.

La première partie présente une vue globale d'un système GTB. Dans cette partie théorique, on définit un système GTB, en décrivant sa constitution, et précisant ses avantages et ses problèmes courants.

Dans la deuxième partie nous décrivons le projet, les études et les travaux réalisés afin d'installer ce système d'automatisation, tout en mettant ses atouts et les problèmes rencontrés durant l'exécution.

Mots clés : Gestion Technique du Bâtiment, automatisation, bâtiment, villas, installations industrielles, équipement électromécanique, gestion optimale, maintenance, performance énergétique, contrôle, supervision, Siemens.

Summary

The Building Management System (BMS) is commonly installed in large buildings, villas or industries in order to monitor and control all installed electromechanical equipment. It allows the operator to have an overview of the operation and automation of installed systems, offering an optimal management of various installations, a reduction in maintenance costs and power consumption and easy detection of breakdowns.

This engineering brief presents the installation of a BMS (Siemens) for the Villa 'Mtayleb-518'. It involves the study, design and execution of the system.

The first part is an overview of the BMS system. It is a theoretical part that defines the system, describes its constitution, and specifies its advantages and problems.

The second part is a descriptive-identifying part of the project, as well as a presentation of the studies, design and execution in order to install this automation system, while highlighting its advantages and the problems encountered during execution.

Key words: Building Technical Management, BMS, automation, building, villas, industries, electromechanical equipment, optimal management, maintenance, energy efficiency, control, monitoring, Siemens.

Remerciements

La réalisation de ce travail n'aurait pas pu se faire sans l'appui de plusieurs personnes que je tiens à remercier.

En premier lieu, c'est un agréable plaisir d'exprimer ma profonde gratitude à monsieur Shehade Khoury, Chef du département GTB de l'entreprise Khater Engineering S.A.L. pour m'avoir inspiré la confiance, l'enthousiasme et la motivation au sein de cette entreprise.

Mes remerciements s'adressent également à l'Institut Supérieur des Sciences Appliquées et Économiques ISSAE-CNAM Liban, et à Monsieur Khaled Itani chef du département génie électrique pour son sérieux et sa compétence qui m'ont été très utiles pour mener à bien ce travail.

Je remercie le président du jury Monsieur Stéphane Lefebvre ainsi que tous les membres de ce jury pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à l'évaluation de ce travail de mémoire d'ingénieur.

J'adresse ma reconnaissance à monsieur Chaouki Diab, pour ses qualités scientifiques et humaines dont il a fait preuve tout au long de la réalisation de ce travail. Je lui exprime ma gratitude.

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le personnel enseignant et administratif de l'ISSAE CNAM Liban, pour le temps qu'ils m'ont consacré, leurs directives précieuses, et pour la qualité de leur suivi durant toute la période de mon étude.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Liste des abréviations

AI	Analog Input
AO	Analog Output
ATS	Automatic Transfer Switch
BET	Bureau d'études techniques
BMS	Building Management System
CCTV	Closed-Circuit Television
DCP	Dry Chemical Powder
DI	Digital Input
DO	Digital Output
EAF	Exhaust Air Fan
EDL	Electricité Du Liban
EIB	European Installation Bus
FACP	Fire Alarm Control Panel
FAF	Fresh Air Fan
FBD	Functions Blocks Diagram
FPU	Field Processing Unit
GTB	Gestion technique du bâtiment
HEAF	Hood Exhaust Air Fan
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning.
HWT	Hot Water Tank
IP	Ingress Protection
LD	Ladder Diagram
MBP	Manual Bypass Power
MCCB	Moulded Case Circuit Breaker
MDB	Main Distribution Board
MTS	Manual Transfer Switch
PLC	Programmable Logic Controller
SDB	Secondary Distribution Board
UPS	Uninterruptible Power Supply
VFD	Variable Frequency Drive

Liste des figures

Figure-1 :GTB diagramme.....	3
Figure II-1 : Perspective et vue extérieure de la villa	10
Figure II-2 : Architecture de la villa	10
Figure II-3 : Local des pompes	13
Figure II-4 : Local des chaudières	15
Figure II-5 : Local du fuel.....	16
Figure II-6 : Déshumidificateur de la piscine	18
Figure II-7 : Déshumidificateur du Jacuzzi	18
Figure II-8 : Système anti incendie.....	19
Figure II-9 : Système de gaz	20
Figure II-10 : Local des générateurs	21
Figure II-11 : Tableau de distribution générale	22
Figure II-12 : UPS Socomec	23
Figure IV-1 : Localisation des tableaux Sous-sol-3.....	30
Figure IV-2 : Localisation du tableaux Sous-sol-2.....	31
Figure IV-3 : Localisation du tableau 2 ^{eme} étage	31
Figure IV-4 : Architecture du système GTB (BMS Riser).....	32
Figure IV-5 : Les pompes de surpression	33
Figure IV-6 : Système de chauffe-eau solaire.....	34
Figure IV-7 : Système de chauffage	37
Figure IV-8 : Point de consigne du chauffage au sol.....	39
Figure IV-9 : Control température de la piscine	40
Figure IV-10 : Onduleur Siemens.....	41
Figure IV-11 : Séries de contrôleurs Siemens	42
Figure IV-12 : Séries de contrôleurs compacts Siemens	42
Figure IV-13 : Séries de contrôleurs modulaires Siemens.....	43
Figure IV-14 : Module entrée/sortie analogique	43
Figure IV-15 : Module à entrées digitales	44
Figure IV-16 : Module à sorties digitales	44
Figure IV-17: Module d'alimentation 24VDC	45
Figure IV-18: Module de connexion de bus	45
Figure IV-19: Module d'integration RS485	45
Figure IV-20: Module d'interface graphique.....	46

Figure IV-21 : Séries de contrôleurs utilisées.....	46
Figure IV-22 : Capteur de température.....	47
Figure IV-23 : Capteur de température et humidité.....	48
Figure IV-24 : Capteur de température extérieure.....	48
Figure IV-25 : Capteur d'humidite exterieure	49
Figure IV-26 : Capteur de température de l'eau	49
Figure IV-27 : Capteur de pression.....	50
Figure IV-28 : Capteur de température et humidité d'un vaisseau	51
Figure IV-29 : Capteur de différence de pression de l'air	51
Figure IV-30 : Capteur de débit de l'eau	52
Figure IV-31 : Détecteur de courant	52
Figure IV-32 : Vannes utilisées pour le chauffage au sol et les échangeurs.....	53
Figure IV-33 : Vannes utilisées pour les réservoirs chauffe-eau	54
Figure IV-34 : Vannes utilisées pour le système chauffe-eau solaire.....	54
Figure IV-35 : Actionneurs du chauffage au sol.....	55
Figure IV-36 : Actionneurs utilisées pour les échangeurs de température des piscines	56
Figure IV-37 : Actionneurs utilisées pour les réservoirs chauffe-eau	56
Figure IV-38 : Actionneurs utilisées pour le système chauffe eau solaire	57
Figure IV-39 : Transformateurs utilisés pour chaque tableau GTB	58
Figure V-1 : Dessin du VFD Panel.....	61
Figure V-2 : Dessin du FPU-B3-1	62
Figure V-3 : Dessin du FPU-B3-2	64
Figure V-4 : Dessin du FPU-B2-1	65
Figure V-5 : Dessin du FPU-RF-1	66
Figure V-6 : Dessin du FPU-MAIN	67
Figure V-7 : Un tableau assemblé dans un coffret.....	76
Figure V-8 : Connexion des tableaux	77
Figure V-9 : Desigo project manager.....	78
Figure V-10 : Network configurator	79
Figure V-11 : CFC	80
Figure V-12 : CFC pompe chauffe-eau solaire.....	81
Figure V-13 : CFC réservoirs chauffe-eau.....	82
Figure V-14 : PX-WEB Login.....	85
Figure V-15 : PX-WEB Time/Date	85
Figure V-16 : PX-WEB ajout des pages	86
Figure V-17 : PX-WEB ajout des points	86
Figure V-18 : Donnée trend pour la pression des pompes de surpression.....	87

Figure V-19 : Liste des alarmes 88
Figure V-20 : Code couleur des alarmes..... 88

Liste des tableaux

Tableau III-1 : Systèmes techniques qui doivent être gérés par GTB.....	25
Tableau IV-1 : Liste entrées et sorties (IO Schedule of points).....	29
Tableau IV-2 : Distribution des points.....	32
Tableau IV-3 : Liste des câbles de contrôle utilisés	59
Tableau V-1 : Plan d'exécution	60
Tableau V-2 : Liste des points du tableau FPU-B3-1	63
Tableau V-3 : Liste des points du tableau FPU-B3-2.....	64
Tableau V-4 : Liste des points du tableau FPU-B2-1	65
Tableau V-5 : Liste des points du tableau FPU-RF	66
Tableau V-6 : Liste des points du tableau FPU-MAIN	67
Tableau V-7 : Liste des câbles de contrôle FPU-B3-1	69
Tableau V-8 : Liste des câbles de contrôle FPU-B3-2	70
Tableau V-9 : Liste des câbles de contrôle FPU-RF.....	70
Tableau V-10 : Liste des câbles de contrôle FPU-B2-1	71
Tableau V-11 : Liste des câbles de contrôle FPU-MAIN.....	72

Sommaire

Introduction générale	3
Chapitre I : La gestion technique du bâtiment (GTB).....	5
I.1 Constitution du système	5
I.2 Les avantages du système	7
I.3 Les problèmes du système	8
Chapitre II : Description du projet	10
II.1 Vue d'ensemble.....	10
II.2 Le système mécanique	13
II.2.1 Les réservoirs d'eau et les pompes	13
II.2.2 Le système de chauffage.....	15
II.2.3 Le système d'alimentation en fuel.....	16
II.2.4 Les ventilateurs	17
II.2.5 Les déshumidificateurs piscine et jacuzzi.....	17
II.2.6 Systèmes anti-incendie.....	19
II.2.7 Le système de distribution du Gaz.....	19
II.3 Le système Electrique	21
II.3.1 Les générateurs	21
II.3.2 Le tableau de distribution générale	22
II.3.3 UPS.....	23
II.3.4 L'éclairage.....	23
II.4 Ma propre mission.....	23
Chapitre III : Les spécifications du projet.....	24
III.1 Introduction.....	24
III.2 Le cahier des charges	25
III.2.1 Systèmes techniques à gérer	25
III.2.2 Séquence d'opération des systèmes	26
III.2.3 Contrôleurs	26
III.2.4 Capteurs.....	26
III.2.5 Coffrets de contrôle.....	26
III.2.6 Câbles de contrôle.....	27

Chapitre IV : Conception du projet.....	28
IV.1 Préparation de la liste entrées et sorties (IO Schedule of points).....	28
IV.2 Préparation de l'architecture du système GTB	30
IV.3 Description de fonctionnement.....	33
IV.4 Les matériels utilisés	41
IV.4.1 Onduleur pour les pompes de surpression.....	41
IV.4.2 Contrôleurs	42
IV.4.3 Périphériques.....	47
IV.4.4 Tableaux de contrôle.....	57
IV.4.5 Transformateurs.....	58
IV.4.6 Câbles de contrôle.....	59
Chapitre V : Réalisation du projet.....	60
V.1 Plan d'exécution	60
V.2 Préparation des plans des tableaux relatifs à la GTB.....	61
V.3 Préparation des listes des câbles de contrôle	68
V.4 Listes des points d'intégration.....	73
V.5 Assemblage des tableaux GTB.....	76
V.6 Installation des tableaux et câbles de contrôle.....	76
V.7 Connexion des tableaux et périphériques.....	77
V.8 Programmation des contrôleurs sur le logiciel Xworks.....	78
V.9 Les essais internes.....	83
V.10 Préparation de l'interface graphique sur le PX WEB.....	84
Problèmes et solutions	89
Bilan final.....	92
Conclusion	93
Références Bibliographiques	94
Annexes.....	96

Introduction générale

La Gestion Technique du Bâtiment (GTB) consiste en un système qu'on installe généralement dans des grands bâtiments, villas ou dans des industries afin de superviser et contrôler l'ensemble des équipements électromécanique qui y sont installés.

Il s'agit de permettre au gestionnaire ou bien l'opérateur d'avoir une vue globale du fonctionnement et des automatismes des systèmes installés comme la ventilation, la température, l'humidité, l'éclairage, l'alimentation électrique, la plomberie, les systèmes de sécurité et les systèmes anti-incendie.

Un système de GTB est constitué d'une station de contrôle qui peut être un ordinateur reliée à des automates concentrateurs qui sont disséminés aux endroits stratégiques du bâtiment et permettent de les contrôler et superviser à distance (Figure-1).

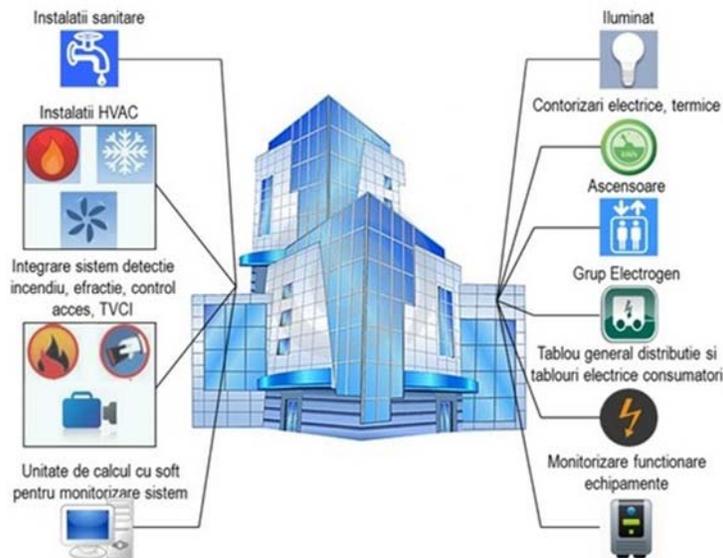


Figure-1 : GTB diagramme

Les atouts de GTB sont nombreux ; elle permet avant tout une gestion optimale des différentes installations, une réduction des coûts de maintenance et une détection plus rapide des pannes et aussi une amélioration de la performance énergétique du bâtiment en réalisant des économies d'énergie, grâce aux fonctions suivantes :

- la régulation du chauffage
- la régulation du refroidissement
- la régulation de la ventilation et de la climatisation
- la commande de l'éclairage

Ce mémoire présente l'étude, la conception et la réalisation d'un système GTB dans la villa 'Mtayleb 518'.

Ce travail, est réalisé par les soins de 'Khater Engineering and Trading s.a.l' entreprise d'ingénierie électromécanique et agent de Siemens, Hitachi, CIAT et Hydrometer et qui apporte au marché Libanais des solutions innovantes dans le domaine de l'énergie et de l'automatisation depuis 70 ans.

En tant qu'ingénieur électrique au sein de cette entreprise depuis mai 2011, j'occupe le poste « ingénieur de projet » spécialisé dans le département d'automatisme, où ma fonction consiste à l'étude, la conception et la mise en service des projets de GTB.

Le projet en question consiste à équiper 'Mtayleb 518' par un système d'automatisation qui permet le contrôle et la surveillance des différents systèmes et équipements présents parmi lesquels nous citons : les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (HVAC), les systèmes électriques, d'éclairage, de la plomberie ainsi que le système anti-incendie.

Ce mémoire est organisé comme suit :

- La premier chapitre donne une vue globale du système d'automatisation GTB, ou nous décrivons ses principaux composants ses avantages et ses problèmes les plus fréquents.
- Le second chapitre présente le projet, ses spécifications et les différents systèmes qui doivent être connectés au système GTB.
- Le troisième chapitre présente les options envisageables et le cahier de charges préparé par le bureau d'études techniques (BET), afin d'effectuer les pré-conceptions du 'Mtayleb-518'.
- Le quatrième chapitre décrit l'étude et la conception ainsi les matériels, les logiciels et les bus de communication utilisés dans le projet, en justifiant les différents choix effectués.
- Dans le chapitre cinq, nous décrivons la mise en œuvre du projet conçu avec les problèmes rencontrés lors de la mise en service, en précisant pour chaque problème, sa cause et sa solution adoptée. Ensuite, nous analysons les résultats obtenus en signalant les quelques avantages pratiques remarqués après la mise en service du système.

La conclusion générale souligne l'importance et l'apport des systèmes d'automatisation tel que la GTB tant sur les plans économique, écologique que social.

Chapitre I : La gestion technique du bâtiment

I.1 Constitution du système

Un système de GTB est normalement composé des éléments suivants :

1. Capteurs et actionneurs
2. Contrôleurs numériques programmables
3. Logiciel
4. Réseaux de communication
5. Station de contrôle.

1- Capteurs et actionneurs

Ces éléments sont placés dans les systèmes techniques à contrôler et/ou à commander.

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données et des informations nécessaires pour les contrôleurs ; ils peuvent être actifs ou bien passifs. Les capteurs actifs ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner, tandis que les capteurs passifs n'en ont besoin.

Dans les deux cas les mesures physiques peuvent être celles dont on a souvent besoin dans ce genre de système comme température, humidité, pression, courant, tension, vitesse....etc.

Le signal de sortie du capteur peut être de type

- Tension (0-10 VDC en général)
- Courant (4-20 mA en général)
- Valeur de résistance en fonction de la grandeur mesurée.

Les actionneurs qui permettent d'agir sur les systèmes, peuvent être de nature analogique ou discrète. Les actionneurs dits « binaires » ou « discrètes » peuvent contrôler les dispositifs à deux états, par exemple fermer ou bien ouvrir un volet, tandis que les actionneurs analogiques peuvent réaliser le réglage de certains dispositifs à n'importe quelle position, tels que le contrôle de l'ouverture ou de la fermeture d'une valve à une certaine position.

2-Contrôleurs numériques programmables

Ce sont des éléments de traitement local des informations brutes issues des capteurs. Ils peuvent être soit des unités locales de régulation, soit des automates programmables qui sont placés à proximité immédiate des organes qu'ils contrôlent.

Ils permettent d'assurer :

- le contrôle/commande et la régulation des équipements
- le traitement automatique des anomalies de fonctionnement (auto surveillance)
- la mise à disposition des informations vers le niveau supérieur.

Les contrôleurs peuvent être de type compact ou modulaire.

Dans le type compact le processeur, les entrées et les sorties sont intégrés ensemble. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

Pour le type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

3-Logiciel

Le logiciel sert à programmer les contrôleurs suivant l'application, Il existe plusieurs langages de programmation tels que :

- Le Langage Ladder (LD)
- Le Diagramme des Boîtes Fonctionnelles (FBD): suite de blocs, connectables entre eux, réalisant des opérations, simples ou très sophistiquées.

Dans le cadre de ce travail, nous avons utilisé le FBD pour programmer nos contrôleurs.

4- Réseaux de communication

La technologie de communication la plus développée dans les bâtiments actuellement est la technologie Ethernet TCP/IP. Tous les contrôleurs seront donc connectés entre eux par un réseau Ethernet TCP/IP qui pourra, selon les cas, être soit le réseau informatique du bâtiment, soit un réseau IP spécifique à la GTB. Dans tous les cas, il sera donc possible d'utiliser l'infrastructure du pré câblage informatique du bâtiment.

5-Station de contrôle

Constitué d'un ordinateur standard sur lequel fonctionne l'application de supervision ou bien une application conçue selon la technologie « Web standard », où on a une interface graphique qui nous permet de visualiser et contrôler tous les équipements du système d'une façon simple.

I.2 Les avantages du système [1]

La solution GTB apporte un certain nombre d'avantages pour le système. Ces avantages peuvent être classés comme suit :

1- Qualitatifs

- Assurer un confort optimal pour les usagers
- Réaliser une surveillance permanente des installations techniques
- Gestion de l'ensemble à distance depuis n'importe quelle connexion Internet

2- Ecologiques et économiques

- Diminuer et mieux maîtriser les consommations énergétiques
- Protéger l'environnement en limitant les émissions de CO₂

3- Surveillance

- Surveiller et collecter les données de performance du bâtiment dans le but de les analyser
- L'archivage des données pour la gestion de l'énergie
- Augmenter la qualité sur une installation grâce au suivi par les enregistrements

4- Maintenance

- Réaliser une télégestion afin de pouvoir anticiper les éventuelles anomalies de fonctionnement des installations et réduire le temps d'intervention
- Identification des besoins réguliers et réactifs d'entretien, en enregistrant le nombre d'heures de fonctionnement des moteurs ainsi que l'identification de la défaillance ou l'échec des matériels.

5- Sécurité

- Garantir un haut niveau de sécurité grâce au pouvoir de détection des anomalies et des alarmes critiques comme l'incendie, et les envoyer comme notification aux responsables à l'aide des SMS ou bien par email.

I.3 Les problèmes du système

Les problèmes les plus courants avec la GTB surviennent en raison d'un manque d'attention ou de valeurs assignées au système, d'un manque d'entretien et d'optimisation, d'un manque de connaissances des problèmes techniques en raison de la complexité des systèmes.

A- Manque de formation du personnel

- Formation et transfert de connaissances insuffisantes pour les opérateurs
- Les spécialistes du système doivent faire des efforts considérables pour acquérir les connaissances suffisantes.

B- Manque d'entretien et d'optimisation

- Souvent, les systèmes continuent à fonctionner avec les paramètres mis par défaut sans tenir compte des mesures d'optimisation qui sont rarement ajustées
- L'utilisation inadéquate empêche le fonctionnement du GTB en plein potentiel
- Des erreurs se produisent lors de l'installation initiale ce qui rend le système incapable de fournir la fonctionnalité désirée.

C- Problèmes techniques

- Mauvaise installation et/ou calibration des capteurs et des contrôleurs peut affecter l'efficacité du système
- Problèmes de compatibilité avec les composants de contrôle existants
- La conception du bâtiment doit être compatible avec le hardware et le logiciel qui doivent être installés.

Chapitre II : Description du projet

II.1 Vue d'ensemble

La Villa où le projet est réalisé dans un quartier résidentiel à Mtayleb (Nord-Est de Beyrouth). Elle dispose d'une superficie totale de 6000 m² dont 3500 m² sont habitables.



Figure II-1 : Perspective et vue extérieure de la villa

Sur le plan architectural, cette villa se compose de six étages comme l'illustre la figure suivante:

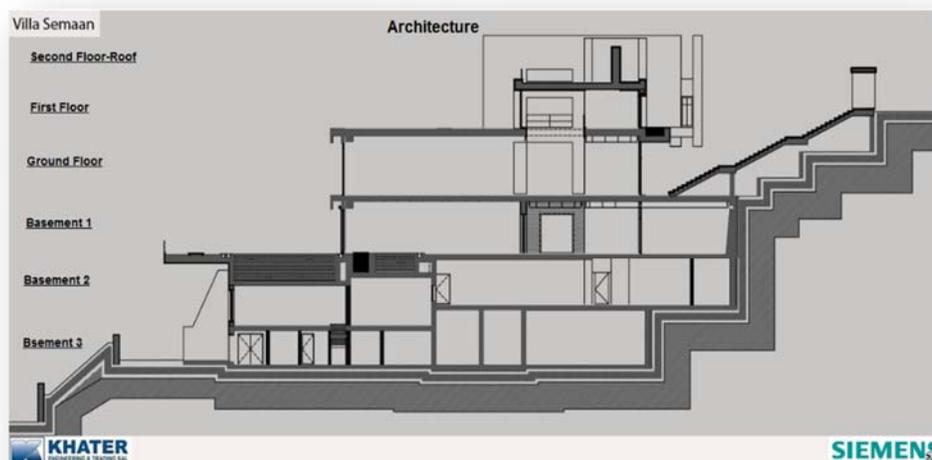


Figure II-2: Architecture de la villa

Sous-sol-3: Il est réservé aux locaux techniques qui sont :

- Local de distribution électrique (Tableau de distribution principal et UPS)
- Local des générateurs (2 Générateurs 250kVA et un 80kVA)
- Local de Synchro
- Local des chaudières
- Local des pompes à côté des réservoirs d'eau de la villa
- Local des équipements technique de la piscine (Pompes, échangeurs et réservoirs d'eau)
- Local de l'opérateur (où est située la station de contrôle)
- Local pour le déshumidificateur de la zone de la piscine intérieure.

Sous-sol-2: Il est constitué de :

- Local électrique (Tableau de distribution secondaire)
- Une salle de sport équipée d'un Jacuzzi intérieur et d'un solarium
- Une zone de simulation du Golf
- Trois chambres pour les femmes de ménage
- Un grand Parking.

Sous-sol-1: Il comporte :

- Local électrique (Tableau de distribution secondaire)
- Piscines intérieure et extérieure
- Jacuzzi extérieur
- Cave à vins
- Salon et salle de cinéma
- Une cuisine.

Rez-de-chaussée:

- Local électrique (Tableau de distribution secondaire)
- La réception
- Salon et salle à manger
- Une cuisine

1^{er} étage:

- Trois Chambre à coucher
- Une cuisine

2^{eme} étage:

- Zone technique où se situent les ventilateurs, les unités extérieures des VRV et les tableaux de distribution secondaire
- Local technique où sont installés les tableaux des ascenseurs

Toit du 2^{eme} étage:

- Les panneaux solaires
- Deux réservoirs d'eau chacun de 2m³ (2000 Litres).

II.2 Le système mécanique

La villa dispose de plusieurs systèmes mécaniques tels que le chauffage, la climatisation et les pompes, dont le suivi et le contrôle doit se faire via la GTB. En particulier, le système doit assurer la continuité de l'alimentation en eau pour tous les postes.

II.2.1 Les réservoirs d'eau et les pompes

Le système de distribution et de l'utilisation de l'eau est composé des éléments suivants :



Figure II-3 : Local des pompes

A- Système principal

- 1- Un bassin contenant de l'eau purifiée de 57 m³ ou bien 57000 litres de capacité
- 2- Un bassin contenant de l'eau provenant du puits de 70 m³ ou bien 70000 litres de capacité
- 3- Un bassin contenant de l'eau municipale de 230 m³ ou bien 230000 litres de capacité
- 4- Deux réservoirs situés sur le toit chacun de 2m³ ou bien 2000 litres de capacité
- 5- Système de traitement de l'eau
- 6- Trois Pompes de surpression Wilo triphasés de 1.5 kW chacun
- 7- Deux Pompes Wilo triphasés de 0.74 kW qui assurent la circulation d'eau vers le bassin de la piscine

- 8- Deux Pompes d'irrigation Wilo triphasés de 1.5 kW
- 9- Deux Pompes Wilo de traitement triphasés de 0.55 kW
- 10- Une Pompe de puits qui assure la circulation d'eau vers le bassin de puits.

B- Système de l'eau de la piscine

- 1- Un bassin pour la piscine intérieure 10m³ (10000 Litres)
- 2- Un bassin pour la piscine extérieure 30m³ (30000 Litres)
- 3- Un bassin pour le Jacuzzi 9m³ (9000 Litres)
- 4- Un bassin pour la cascade intérieure 2m³ (2000 Litres)
- 5- Un bassin pour la cascade extérieure 8m³ (8000 Litres)
- 6- Une pompe pour la piscine intérieure qui assure la circulation de l'eau du bassin à la piscine
- 7- Deux pompes pour la piscine extérieure qui assurent la circulation de l'eau du bassin à la piscine
- 8- Trois pompes pour le Jacuzzi qui assure la circulation de l'eau du bassin à la Jacuzzi
- 9- Deux pompes pour la cascade extérieure
- 10- Deux pompes pour la cascade intérieure
- 11- Une pompe pour le jet.

II.2.2 Le système de chauffage

Le système de chauffage est composé des éléments suivants :



Figure II-4 : Local des chaudières

A- Système de chauffage principal

- 1- Trois chaudières DEDIETRICH de 180 kW équipé chacune d'une pompe primaire (230V / 330 W)
- 2- Une pompe WILO afin d'assurer de l'eau chaude pour les radiateurs (230V / 268 W)
- 3- Une pompe WILO pour chauffage au sol du rez-de-chaussée (380V / 1.1 kW)
- 4- Une pompe WILO pour chauffage au sol du 1^{er} étage (380V / 1.1 kW)
- 5- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les unités de déshumidification (230V / 410 W)
- 6- Deux pompes WILO qui assurent la circulation de l'eau à travers les réservoirs de chauffe-eau (230V / 180 W)
- 7- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les échangeurs du de la piscine et du jacuzzi (230V / 650 W)
- 8- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les sèche-serviettes (380V / 1.1 kW)
- 9- Trois réservoirs chauffe-eau DEDIETRICH de 1000 Litres de capacité chacun

10- Vingt panneaux solaires équipés d'une pompe DEDIETRICH afin d'assurer l'eau chaude aux réservoirs de chauffe-eau et aux échangeurs.

B- Système de chauffage de la piscine

- 1- Un échangeur thermique pour la piscine extérieure
- 2- Un échangeur thermique pour le Jacuzzi extérieur
- 3- Deux échangeurs thermiques pour la piscine intérieure.

II.2.3 Le système d'alimentation en fuel

C'est un système qui amène du combustible aux chaudières et aux générateurs (Figure II-5).



Figure II-5 : Local du fuel

Ce système est composé de cinq Réservoirs (1.25x1.25x2m) chacun de 3125 Litres, donc une capacité totale de 15625 Litres.

- Trois réservoirs qui servent les chaudières par gravité
- Deux réservoirs qui fournissent le fuel par 2 pompes (Duty et Standby) à un petit réservoir (1000 Litres) situé dans le local des générateurs.

II.2.4 Les ventilateurs

Les ventilateurs créent un vent artificiel et fournissent une sensation de fraîcheur en facilitant l'évaporation de la transpiration et en homogénéisant la température d'une pièce, Le système de ventilation à installer dans le cadre de notre projet est composé de 11 ventilateurs (8 Extracteurs et 3 aérateurs amenant de l'air frais) leurs puissances et leurs usages sont comme suit:

A- Extracteur

- 1- EAF-B3-01 : Extracteur pour le local des chaudières (230V / 1.5kW)
- 2- EAF-B3-02 : Extracteur pour le local des pompes (230V / 1.5kW)
- 3- EAF-B2-03 : Extracteur au Parking (380V / 1.8kW)
- 4- EAF-B2-04 : Extracteur pour la zone technique des piscines (230V / 1.1kW)
- 5- EAF-TR-01 : Extracteur des salles de bain du personnel (femmes de ménages, conducteurs, gardiens) et pour le local de la lessive (230V / 0.74kW)
- 6- EAF-RF-02 : Extracteur de la salle de bain principale (230V / 0.3kW)
- 7- HEAF-RF-01 : Extracteur à la cuisine du rez-de-chaussée (380V / 5.5kW)
- 8- HEAF-RF-02 : Extracteur à la cuisine du 1^{er} étage (380V / 4kW).

B- Aérateurs

- 9- FAF-RF-01 : Pour la salle de bain principale, pour les trois salles à manger, pour la cuisine du rez-de-chaussée, pour les salles de bain du personnel, pour le lobby et l'entrée principale (230V / 1.5kW)
- 10- FAF-RF-02 : Pour les salles de bain du 1^{er} étage, le bureau, les deux salons, le salon des cigares et la chambre des invités (230V / 0.55kW)
- 11- FAF-B2-02 : Pour le parking (230V / 0.1kW)

II.2.5 Les déshumidificateurs piscine et jacuzzi [3]

A- Déshumidificateur pour la piscine

CIAT Aquair BCP 110 (Figure II-6) (380 V / 55 KW) est une unité de déshumidification par circuit de refroidissement, avec récupération de chauffage, conçu pour les piscines couvertes et autres applications de déshumidification. Cette unité est pour les installations intérieures. Elle a une capacité maximale de déshumidification de (21.7 kg/h).



Figure II-6 : Déshumidificateur de la piscine

La déshumidification de l'air est assurée par 2 ventilateurs à soufflage et retour de 5500 m³/h chacun, ainsi que 2 refroidissements (le premier est condensé sur un échangeur avec l'eau de la piscine et l'autre est condensé avec l'air à la sortie de l'évaporateur). Un serpentin qui est relié à la chaudière qui est la source du chauffe-eau afin de fournir le chauffage supplémentaire nécessaire pour l'air de la piscine.

B- Déshumidificateur jacuzzi

Le zone du Jacuzzi intérieur est équipée par un déshumidificateur de l'air afin d'assurer le confort personnel et un rapport température/humidité suivant la consigne demandée. La déshumidification de l'air est assurée par deux ventilateurs à soufflage et retour de 730 m³/h chacun, d'un serpentin relié à la chaudière (chauffe-eau) et de trois volets situés sur l'air frais, le retour et l'extracteur comme l'illustre la figure suivante (Figure II-7).

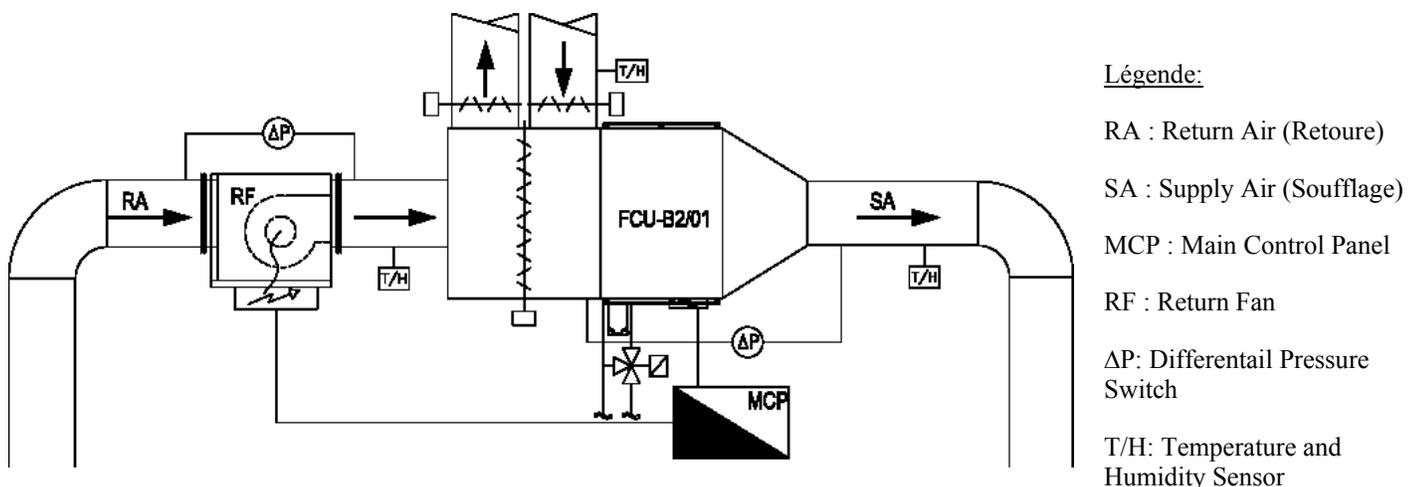


Figure II-7 : Déshumidificateur du Jacuzzi

II.2.6 Systèmes anti-incendie

Le projet contient deux systèmes d'anti incendie:

A- Système anti incendie pour les zones techniques (Fire Suppression system)

- Local des chaudières qui est équipé d'un système FM200, où on a une décharge d'un gaz en cas d'un incendie
- Local des réservoirs fuel qui est équipé d'un système DCP (Dry Chemical Powder), où on a une décharge d'une poudre en cas d'un incendie
- Local des générateurs qui est équipé d'un système FM200, où on a une décharge d'un gaz en cas d'un incendie.

B- Système anti incendie pour la villa

- On a une armoire de contrôle principale FACP (Fire Alarm Control panel) où tous les détecteurs, repartis dans la villa, sont connectés (Figure II-8).

Il y a un lien entre les deux systèmes, de façon que n'importe quel système détecte un incendie, l'autre système en sera informé aussi.

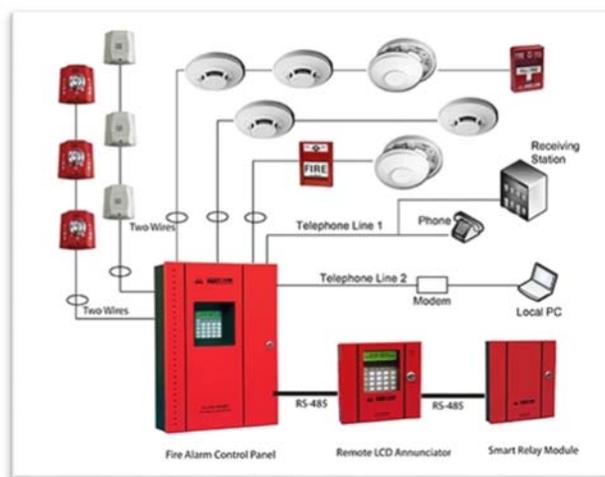


Figure II-8: Système anti incendie

II.2.7 Le système de distribution du gaz

Mtaylor-518 contient un système de distribution du gaz (Figure II-9) composé des éléments suivants :

- Les principaux réservoirs de gaz munis d'une vanne de sécurité
- Tableau de distribution dans la cuisine du rez-de-chaussée muni d'un détecteur de fuite et d'une vanne de sécurité
- Tableau de distribution dans la cuisine du 1^{er} étage occupé d'un détecteur de fuite et d'une vanne de sécurité
- Tableau de distribution au rez-de-chaussée occupé d'un détecteur de fuite et d'une vanne de sécurité pour les cheminés intérieure et extérieure.

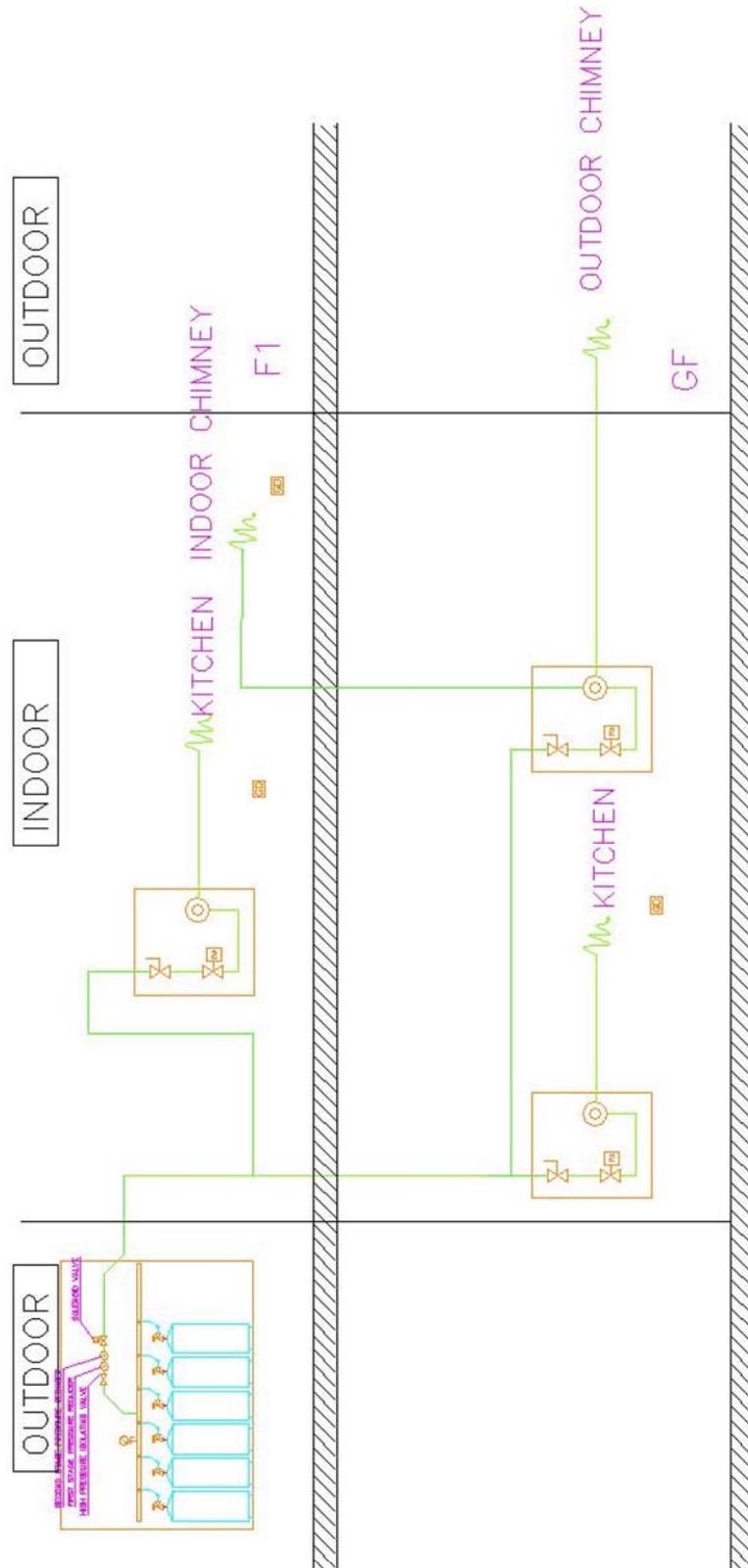


Figure II-9 : Système de gaz

II.3 Le système électrique

II.3.1 Les générateurs

Trois générateurs électriques de puissance respectivement : 250 kVA, 250 kVA et 80 kVA assurent l'alimentation auxiliaire en électricité en cas d'absence du courant d'EDL (Electricité Du Liban). Chacun de ces générateurs est équipé par un contrôleur EasyGen 3200 qui nous permet de savoir l'état du générateur et faire les configurations nécessaires en cas de besoin. Ce contrôleur dispose d'un protocole de communication (Modbus RS485) qui peut être connecté au système GTB.



Figure II-10 : Local des générateurs

Les deux générateurs 250 kVA sont connectés à un panneau de synchronisation afin de les faire fonctionner suivant la demande et la charge nécessaire. La synchronisation se fait généralement de la manière suivante :

- En agissant sur le régulateur de vitesse (RV) de la turbine, on amène tout d'abord l'alternateur à une vitesse voisine de la vitesse synchrone, afin que sa fréquence soit proche de celle du réseau commun des générateurs.
- On règle ensuite l'excitation I_e de façon que la tension induite E soit égale à celle du réseau U .
- Enfin, quand le synchroscope montre les conditions les plus favorables, on ferme alors le contacteur qui réalise le couplage de l'alternateur avec le réseau des générateurs.

II.3.2 Le tableau de distribution générale

Le tableau de distribution générale **MDB** est constitué des éléments suivants :

- **ATS** (Automatic Transfer Switch) qui assure le transfert de l'énergie électrique provenant de l'EDL ou bien des générateurs.
- **MTS** (Manual Transfer Switch) pour le transfert de l'énergie entre le générateur 80 kVA et le panneau de synchronisation.
- **MBP** (Manual Bypass Power) sur l'entrée du tableau
- **Schneider PM210** un compteur d'énergie équipé d'une interface Modbus RS485 qui peut être relié au système GTB
- **22 MCCB** (Moulded Case Circuit Breaker) sur la sortie du tableau comme l'illustre la figure suivante (Figure II-11).

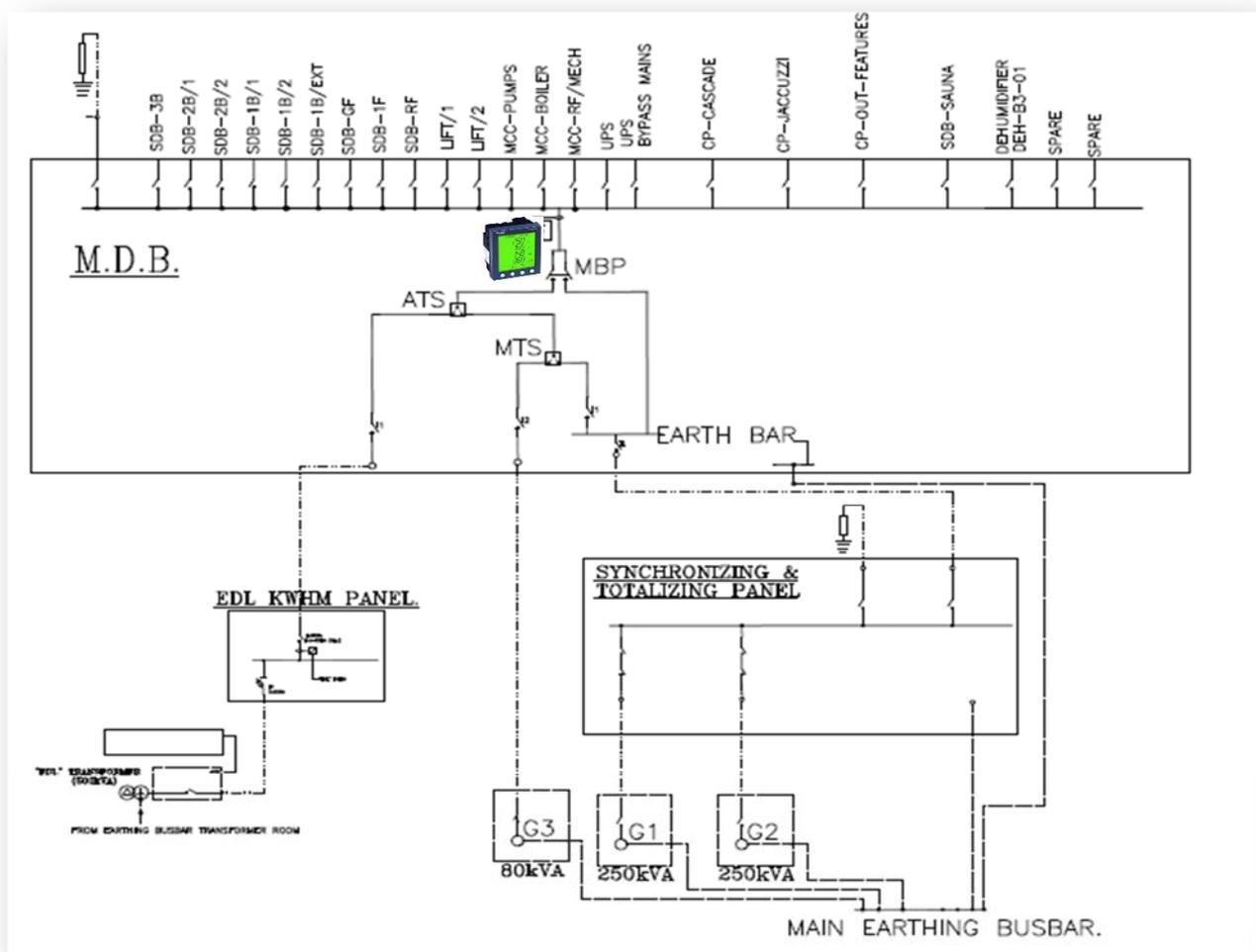


Figure II-11 : Tableau de distribution générale

II.3.3 UPS [4]

Un UPS de la marque Socomec MaterysBC 8 kVA (Figure II-12) est installé dans la villa pour alimenter les systèmes GTB, CCTV et les systèmes anti incendie, en plus cet UPS assure une connexion (Modbus RS485) qui peut être relié au système GTB, afin de savoir le statut et les informations nécessaire.



Figure II-12: UPS Socomec

II.3.4 L'éclairage

Dans ce projet on a deux systèmes d'éclairage, le premier présente l'éclairage intérieur qui doit être contrôlé par EIB (European Installation Bus), et le second représente l'éclairage extérieur contrôlé par le système GTB.

II.4 Ma propre mission

En tant qu'ingénieur électrique mes responsabilités dans ce projet sont les suivantes :

Compléter et appliquer le cahier des charges issus du bureau d'études techniques

- Déterminer les points entrées/sorties conformément aux spécifications des équipements du système, et en en déduire le nombre total des points présents dans ce projet
- Concevoir l'architecture du système et en déduire le nombre des tableaux de contrôle dont on aura besoin
- Localiser les tableaux de contrôle d'une façon optimale et économique en terme des câbles de contrôle
- Sélectionner le matériel à utiliser (contrôleurs, capteurs.....etc.)

Réaliser la partie logicielle (configuration des automates et installation de l'interface graphique) et superviser l'ensemble des travaux d'installation

- Préparer le plan d'exécution
- Commander le matériel de Siemens
- Préparer les plans des tableaux relatifs à la GTB
- Superviser le chantier pendant que les techniciens font l'assemblage et la connexion des tableaux de contrôle et des périphériques
- Programmer les automates
- Installer l'interface graphique

Testing & Commisisoning

- Tester tout le système en présence du consultant et le client du projet

Chapitre III : Les spécifications du projet

III.1 Introduction

Les spécifications initiales ont dû être rédigées tout en considérant que le système de GTB est un moyen destiné à aider ceux qui ont pour mission d'assurer la disponibilité des services et d'atteindre les objectifs de performance énergétique.

Tous les besoins des usagers du bâtiment ne peuvent pas être décrits en détail au moment de la rédaction du cahier des charges fonctionnel, les usages des zones du bâtiment seront appelés à être modifiés, le cloisonnement prévu initialement subira des modifications. Il convient donc de décrire des options envisageables de telle façon que les bureaux d'études techniques et entreprises puissent envisager des préconceptions et/ou des prédispositions des équipements qui permettront de répondre aux nouveaux besoins qui apparaîtront.

Les systèmes techniques des bâtiments doivent être conçus en considérant en premier lieu ceux qui auront à les utiliser et à les gérer. C'est le maître d'ouvrage qui a cette connaissance.

Le cahier des charges fonctionnel est donc un préalable nécessaire pour établir les spécifications techniques. Il ne traite pas des solutions techniques, qui en découlent, mais il en indique les lignes directrices. Il est destiné à tous les professionnels qui interviendront. Le bureau d'études techniques (BET) qui rédige les clauses techniques, les entreprises qui réalisent les installations et le système de GTB ainsi que le prestataire qui sera chargé de la gestion technique pour le maintien des fonctionnalités.

Le contenu du cahier des charges fonctionnelles et les renseignements à apporter consistent concrètement à répondre à ces questions fondamentales:

- Quelles seront les sources d'énergie ?
- Quels seront les différents usages du bâtiment ?
- Où seront implantés les moyens dédiés au système de GTB ?
- Sur quelles installations techniques portera la gestion ?
- Quels seront les opérateurs de la gestion technique ?
- Quels services sont attendus ?

- Dans quel cadre l'efficacité énergétique sera-t-elle assurée ?
- Quelles évolutions des besoins envisager ? Quelle flexibilité ?

III.2 Le cahier des charges

III.2.1 Systèmes techniques à gérer

Le maître d'ouvrage et le consultant ont identifié les systèmes techniques qui doivent être reliés ou bien connectés au GTB, comme l'illustre le tableau ci-dessous (Tableau III-1).

	Supervision			Contrôle		
	DI	AI	RS485	DO	AO	RS485
Système mécanique						
Les Pompes de surpression	✓			✓		
Les Réservoirs d'eau et les pompes	✓					
Le Système de Chauffage	✓			✓		
Le Système de chauffe-eau solaire	✓			✓		
Le Système d'alimentation en fuel	✓					
Déshumidificateur Piscine			✓			✓
Déshumidificateur Jacuzzi	✓			✓		
Système électrique						
Les Générateurs			✓			
Le tableau de distribution principale (MDB)	✓		✓			
UPS			✓			
Système anti incendie	✓			✓		
Eclairage	✓			✓		
Légende	DI	Digital input (entrée digitale)				
	AI	Analog input (entrée analogique)				
	DO	Digital Output (Sortie digitale)				
	AO	Analog output (Sortie analogique)				
	RS485	Modbus protocole de communication				

Tableau III-1 : Systèmes techniques qui doivent être gérés par GTB

III.2.2 Séquence d'opération des systèmes

Le bureau d'études techniques (BET) exige une séquence d'opération pour chacun des systèmes critique suivants :

- Pompes de surpression
- Système de chauffe-eau solaire
- Système de chauffage
- Système de distribution du gaz.

III.2.3 Contrôleurs

Les contrôleurs utilisés dans ce projet doivent obéir aux spécifications suivantes :

- Protocole de communication : Bacnet/IP
- Type de contrôleur : Modulaire afin d'ajouter des modules I/O suivant l'application
- Connexion : Connexion internet via web

III.2.4 Capteurs

Les capteurs utilisés dans ce projet doivent être choisis en fonction de caractéristiques suivantes :

- La finesse : Un capteur a tendance à influencer la grandeur physique qu'il doit mesurer, moins un capteur influence son environnement, meilleure est sa finesse
- La précision : La précision est un des paramètres les plus importants d'un système de mesure
- La rapidité : La rapidité indique l'aptitude d'un capteur à suivre dans le temps les variations de la grandeur physique à mesurer
- Calibrage : Tous les capteurs doivent avoir un certificat de calibrage.

III.2.5 Tableaux de contrôle

Les tableaux de contrôle de GTB doivent obéir aux spécifications suivantes :

- Coffret métallique de montage mural
- Degré de protection : IP66

III.2.6 Câbles de contrôle

Les câbles de contrôle du système GTB doivent obéir aux spécifications suivantes :

- Section minimale de 2.5 mm² pour l'alimentation en puissance 220Vac du coffret
- Section minimale de 1.5 mm² pour les points entrée et sortie binaires DI/DO
- Section minimale de 0.75 mm² blindé et torsadé pour les points entrée et sortie analogiques AI/AO.

Ainsi on a comme totale **501** points connectés au système GTB et distribués sur les 5 tableaux du système de la manière suivante :

	AO	AI	DO	DI	RS485
FPU-B3-1	2	28	30	122	118
FPU-B3-2	3	7	3	19	0
FPU-B2-1	4	17	7	20	0
FPU-ROOF	0	4	4	37	0
FPU-MAIN	5	27	4	20	20
TOTAL	14	83	48	218	138

IV.2 Préparation de l'architecture du système GTB

Après avoir eu la confirmation de la part du consultant sur la liste des entrées et des sorties on commence à distribuer les points, ce qui nous permet d'identifier le nombre et la localisation des tableaux, ainsi que le type de communication entre eux. Pour réaliser cela, il faut revenir aux documents qui décrivent le projet, dans le but de savoir l'architecture du bâtiment et la localisation des équipements qui doivent être reliés au système GTB. Le nombre et la localisation des tableaux doivent être identifiés de façon à ce que toutes les entrées/sorties soient reliées à leurs destinations d'une façon optimale et la plus économique possible, tout en respectant les exigences des bus de communication et des câbles de contrôle. Suite à ce travail d'analyse, nous avons identifié six tableaux distribués comme suit:

Le sous-sol-3 comporte un tableau pour les pompes de surpression et trois pour la GTB (Figure-IV-1)

- VFD Panel : Situé dans le local des pompes (80x60x30 cm)
- FPU-B3-1 : Situé dans le local des chaudières (100x80x30 cm)
- FPU-B3-2 : Situé dans le local des pompes (80x60x30 cm)
- FPU-Main : Situé dans la salle de l'opérateur (80x60x30 cm)

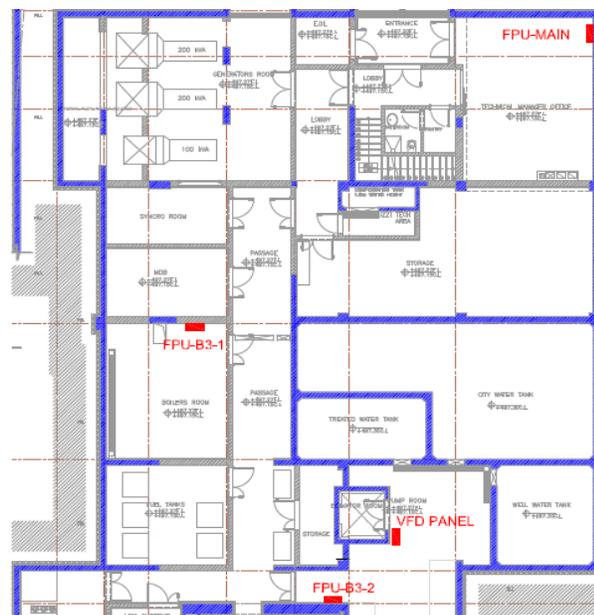


Figure IV-1 : Localisation des tableaux Sous-sol-3

Le sous-sol-2 comporte un tableau GTB (Figure IV-2)

- FPU-B2-1 : Situé dans le local électrique (80x60x30 cm)

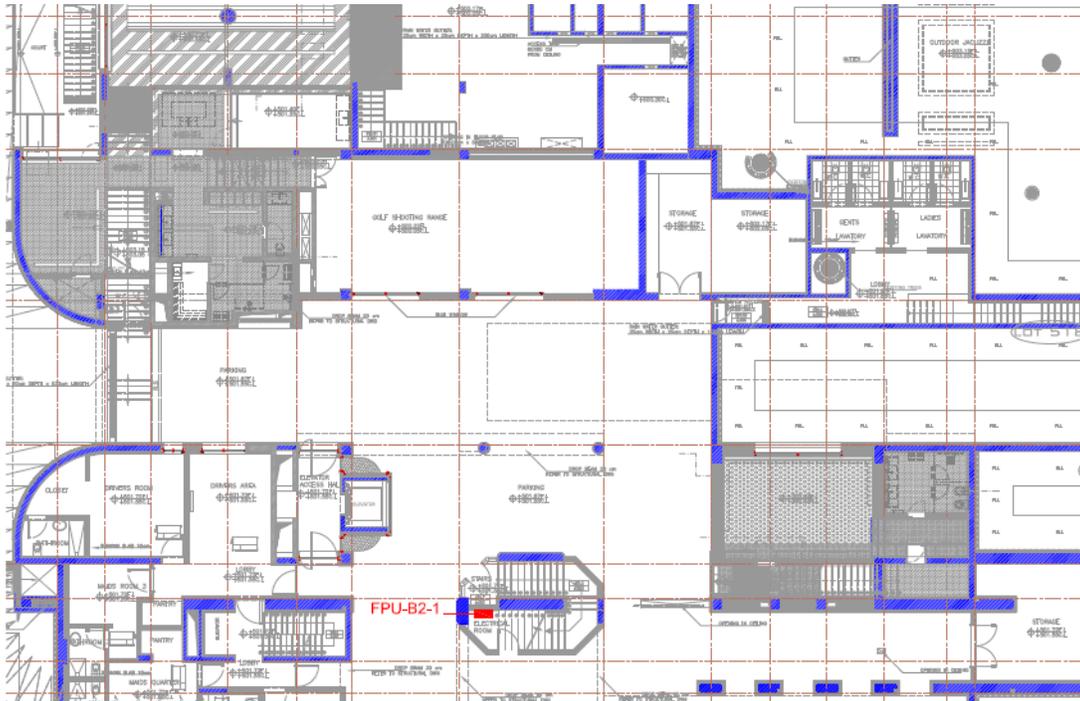


Figure IV-2 : Localisation du tableau Sous-sol-2

Le 2^{ème} étage comporte un tableau GTB (Figure IV-3)

- FPU-RF : Situé dans la zone technique (70x50x25 cm)

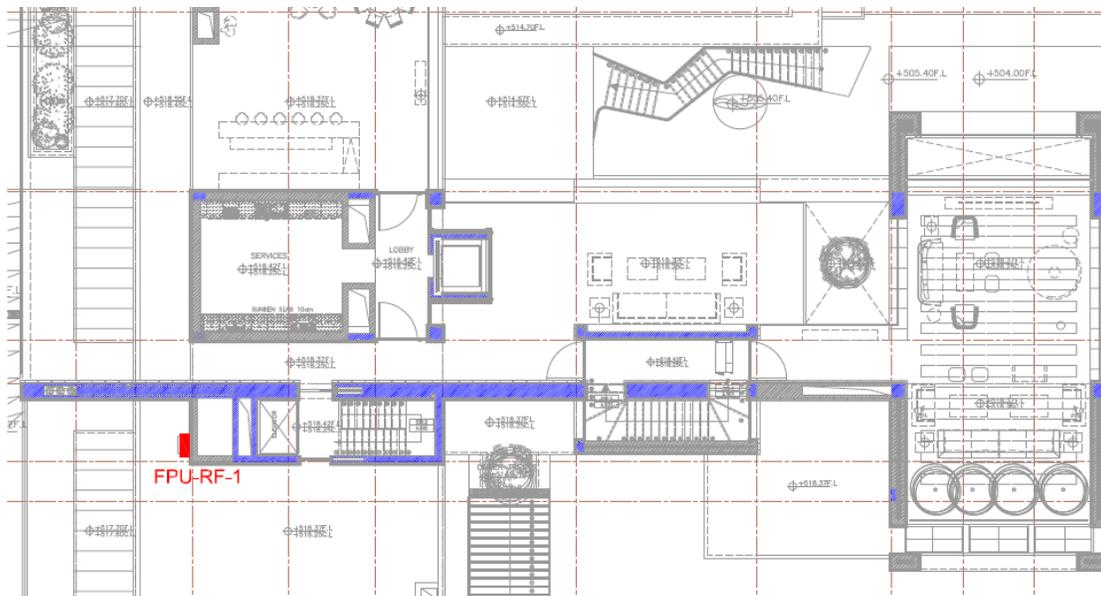


Figure IV-3 : Localisation du tableau 2^{ème} étage

L'architecture du système GTB est donc faite d'une façon optimale dont les tableaux sont distribués dans les zones qui présentent des nombres de points importantes comme l'illustre le tableau suivante (Tableau IV-2).

	% des points
Local des chaudières	45
Local des pompes	15
Salle de l'opérateur	20
Local électrique (sous-sol-2)	10
Zone technique (Toit)	10

Tableau IV-2 : Distribution des points

En se basant sur les données du tableau IV-2, on distingue que c'est mieux et plus économique de faire la décentralisation et placer plusieurs automates programmables, que de faire la centralisation, et avoir des quantités des câble de contrôle énorme

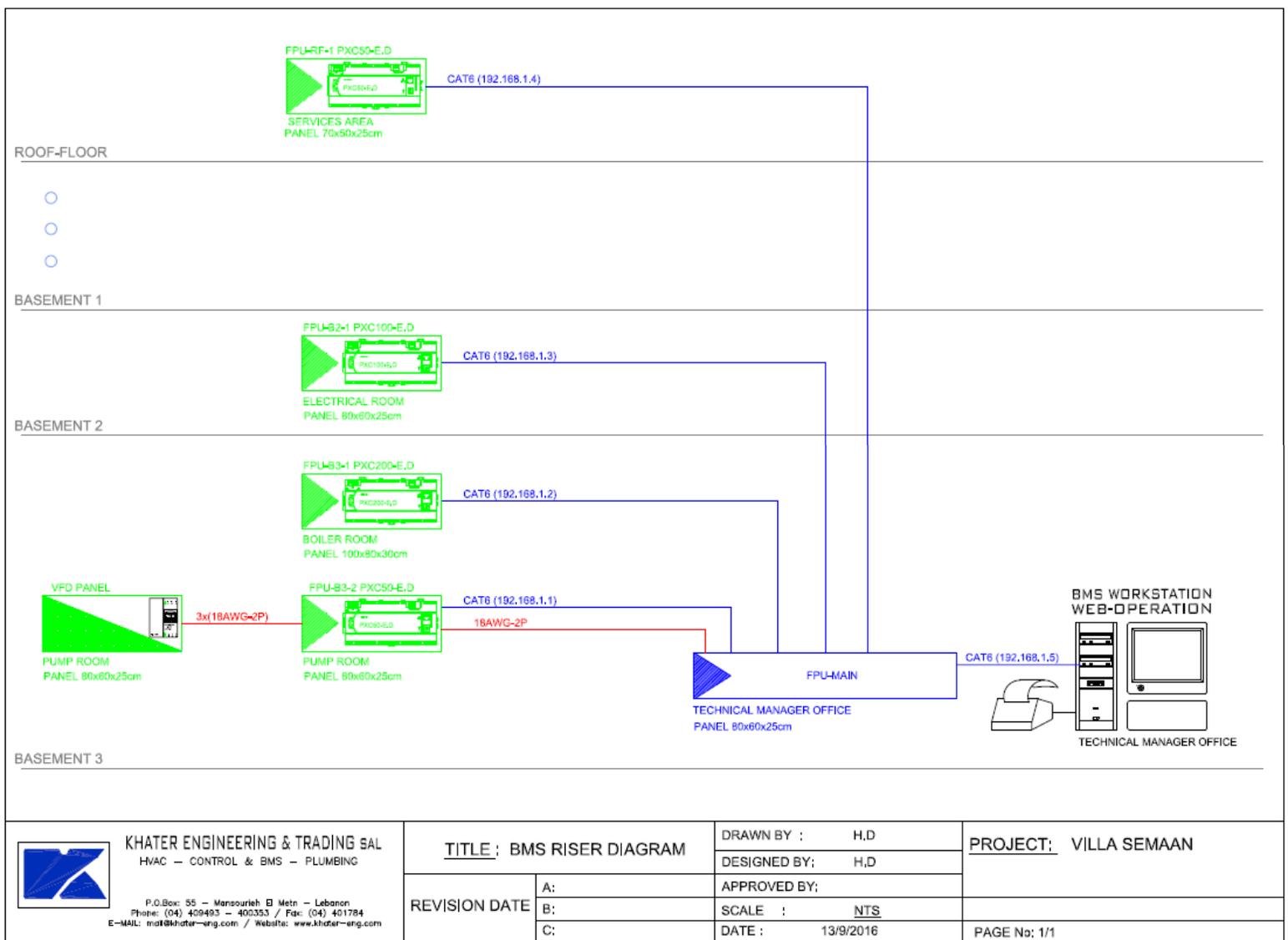


Figure IV-4 : Architecture du système GTB (BMS Riser)

IV.3 Description de fonctionnement

Pour les systèmes critiques contrôlés par GTB, on doit faire une description de fonctionnement détaillés afin d'avoir la confirmation de la part du bureau d'étude techniques BET.

A- Pompes de surpression

On a trois Pompes de surpression Wilo triphasés de 1.5 kW chacun (2 Duty et 1 Standby), afin d'assurer un flux et une pression d'eau constants dans le système.

Les pompes sont alternées d'une façon à garder, pour chacune d'elles le même temps de fonctionnement, et en cas d'un défaut sur l'une des pompes, la deuxième rentre automatiquement afin de garder la consigne de pression.

La consigne de pression est de 5 bars (ajustables), au début on a une seule pompe qui démarre, lorsqu'on arrive à 1200 RPM ou bien 80% de rotation nominale et on est toujours au-dessous du consigne, dans ce cas-là la deuxième pompe intervienne pour fonctionner en parallèle.

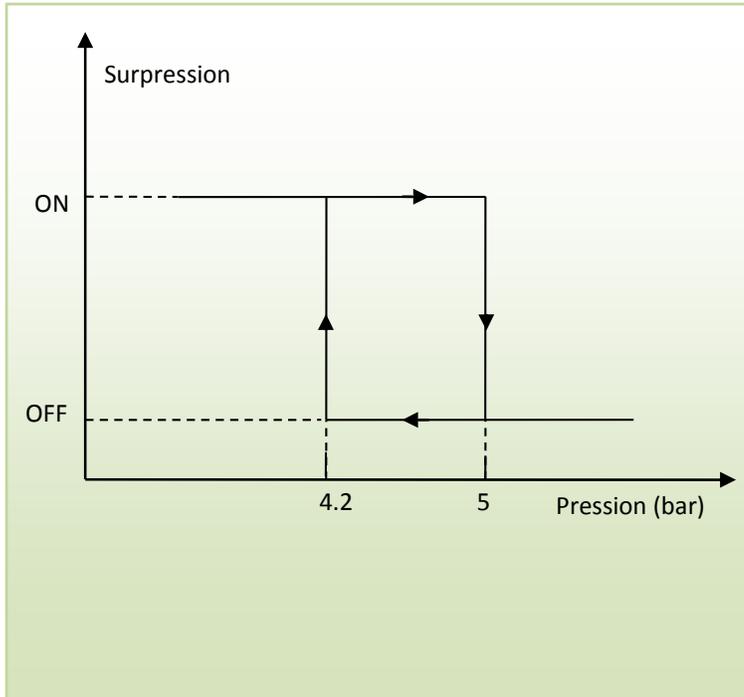


Figure IV-5 : Les pompes de surpression

B- Système de chauffe-eau solaire

On a vingt panneaux de chauffe-eau solaires équipés d'une pompe DEDIETRICH afin d'assurer de l'eau chaude aux réservoirs de chauffe-eau et échangeurs thermique (Figure IV-6).

Pour chaque dix panneau solaire, on a une sonde de température de l'eau.

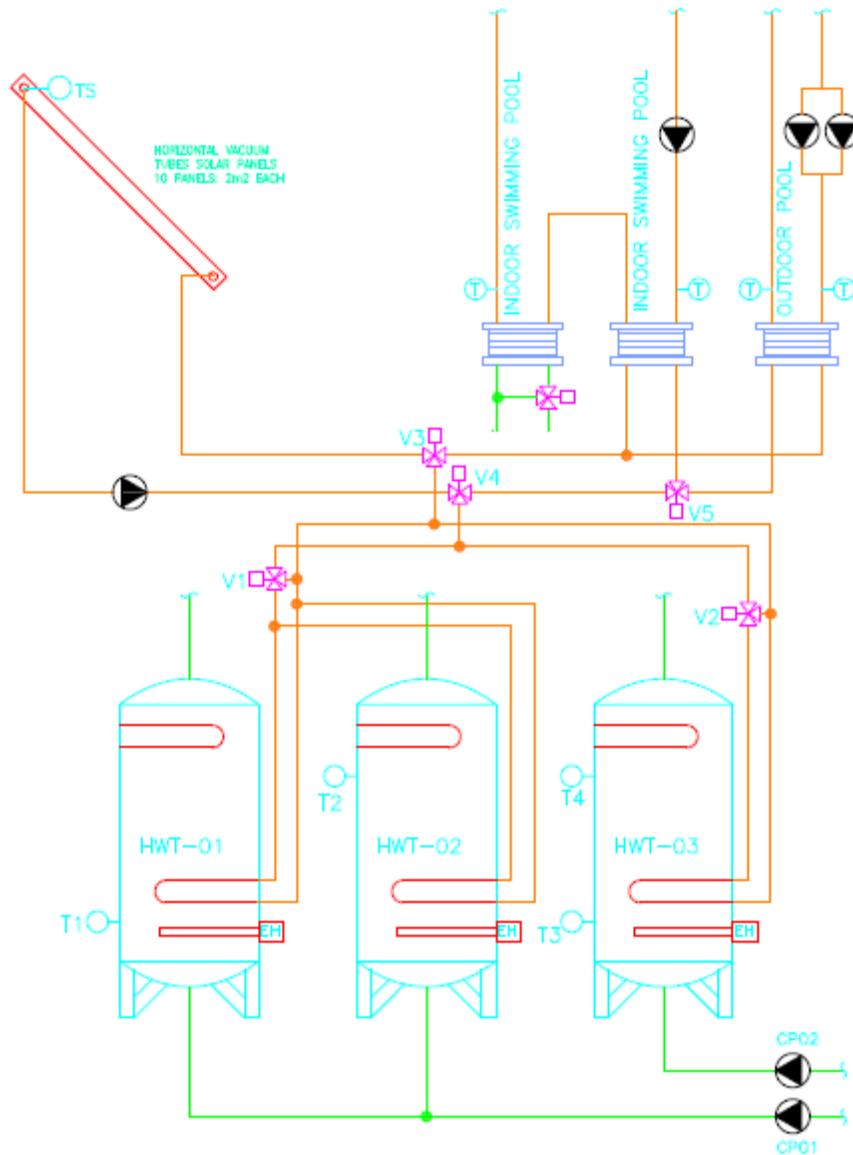


Figure IV-6 : Système de chauffe-eau solaire

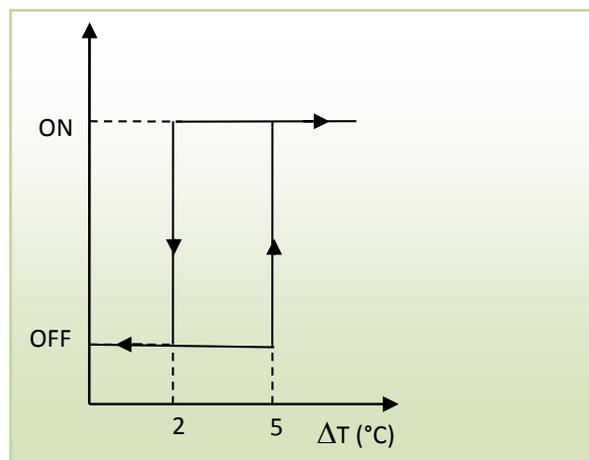
Trois sources d'énergie peuvent être utilisables pour chauffer l'eau dans les 3 réservoirs d'eau chaude. Elles sont par ordre de priorité, les suivantes :

- L'énergie solaire grâce aux 20 panneaux mentionnés ci-dessus
- L'énergie fournie par les chaudières
- L'énergie électrique

L'objectif est d'avoir toujours une température minimale de 65°C (ajustable) pour les réservoirs.

La pompe, qui apporte par un circuit primaire l'eau chaude des panneaux solaire, fonctionne en se basant sur la différence des températures entre l'eau chaude solaire (TS) et l'eau des fonds des réservoirs 1 et 3 (T1 et T3), comme suit (Figure IV-7)

- $\Delta T1=TS-T1 > 5^{\circ}\text{C}$ où $\Delta T3=TS-T3 > 5^{\circ}\text{C}$ (La pompe alimente les réservoirs chauffe-eau)
- $\Delta T1=TS-T1 < 2^{\circ}\text{C}$ où $\Delta T3=TS-T3 < 2^{\circ}\text{C}$ (La pompe s'arrête d'alimenter les réservoirs)



Notons que, les vannes V3 et V4 restent en position fermée tant que les températures T2 et T4 sont $< 65^{\circ}\text{C}$.

Lorsque ces températures sont atteintes et tant que la température chauffe-eau solaire dépasse les 40°C, la pompe solaire alimente alors les échangeurs de chaleur des piscines, en ouvrant les vannes V3 et V4

Ainsi, on remarque que la priorité est donnée toujours au chauffage des eaux des réservoirs d'eau chaude pour chauffer les bouteilles d'eaux par le système solaire.

Dans le cas où le système solaire n'est pas en mesure de chauffer l'eau des réservoirs (cas où $\Delta T1$ et $\Delta T3 < 2 \text{ }^\circ\text{C}$ mais $T2$ et $T4 < 65^\circ\text{C}$), les chaudières interviennent alors pour chauffer l'eau jusqu'à la température désirée.

Notons que si les chaudières sont en panne, les résistances électriques vont être alimentées afin de chauffer l'eau dans les réservoirs.

C- Système de chauffage

Le système de chauffage est composé des éléments suivants (Figure IV-7).

Circuit primaire

- 1- Trois chaudières DEDIETRICH de 180 kW équipées chacune d'une pompe primaire (230V / 330 W).

Circuit secondaire

- 2- Une pompe WILO afin d'assurer de l'eau chaude pour les radiateurs (230V / 268 W)
- 3- Une pompe WILO pour chauffer le sol du rez-de-chaussée (380V / 1.1 kW)
- 4- Une pompe WILO pour chauffage le sol du 1^{er} étage (380V / 1.1 kW)
- 5- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les unités de déshumidification (230V / 410 W)
- 6- Deux pompes WILO qui assurent la circulation de l'eau à travers les bouteilles d'eau chaude (230V / 180 W)
- 7- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les échangeurs du Piscines et Jacuzzi (230V / 650 W)
- 8- Une pompe WILO qui assure la circulation de l'eau chaude à travers les sèche-serviettes (380V / 1.1 kW).

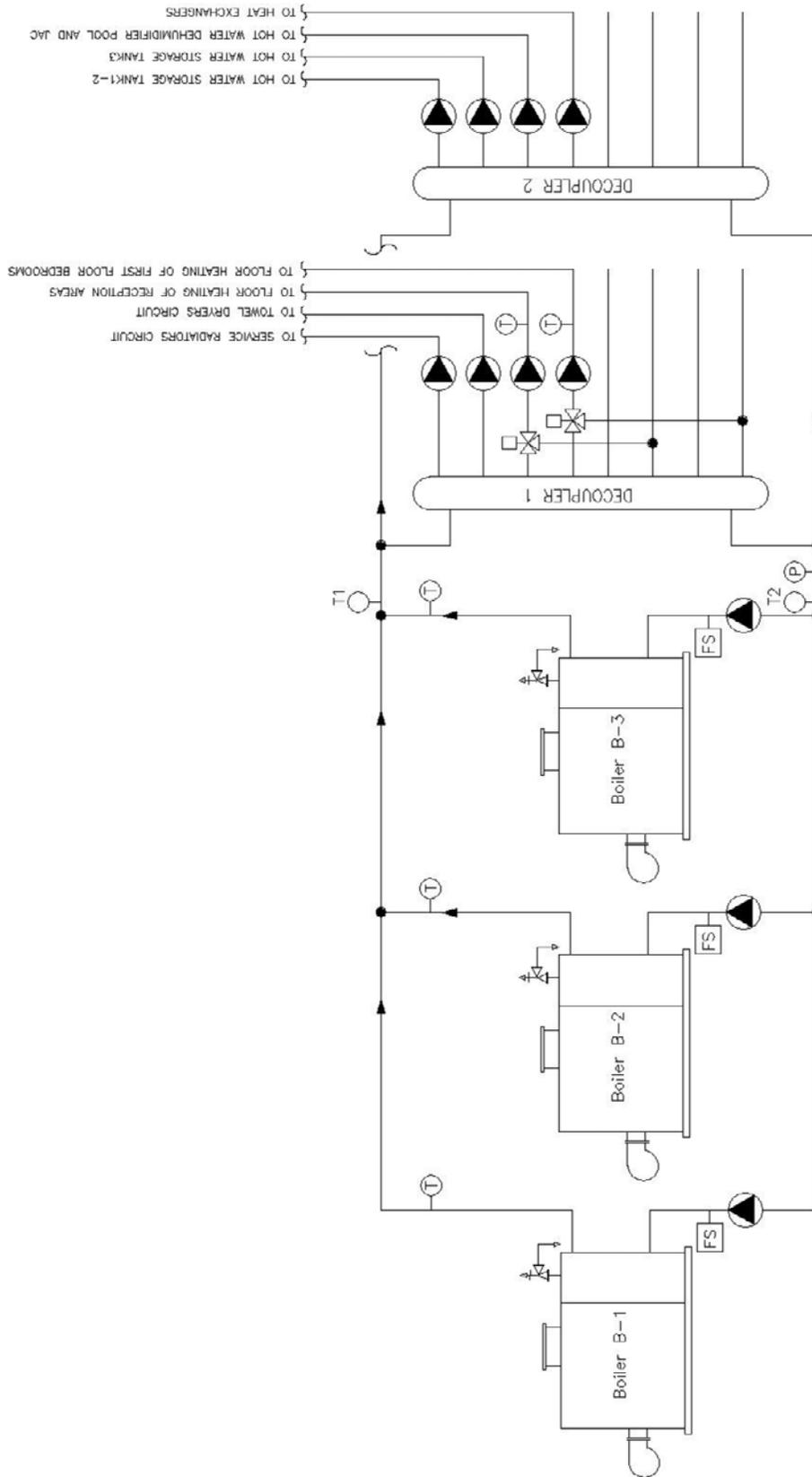


Figure IV-7 : Système de chauffage

C.1 Fonctionnement circuit primaire

Démarrage d'une chaudière

Lorsque l'un des circuits secondaire mentionnés ci-dessus est activé, la pompe primaire dédiée à la chaudière démarre. Après avoir vérifié ce démarrage grâce à un « Flow switch », la chaudière s'allume.

Pendant le fonctionnement, la chaudière fonctionne selon son contrôle interne afin de maintenir la température d'alimentation en eau chaude à son point de consigne (75 ° C).

Les trois chaudières sont alternées d'une façon à maintenir le même temps de fonctionnement, et en cas d'un défaut sur l'une des chaudières, une autre prendra l'ordre.

L'arrêt d'une chaudière

L'arrêt d'une chaudière doit s'accompagner de :

- L'arrêt du chaudière
- L'arrêt de la pompe qui lui est dédiée 2minutes plus tard.

Logique d'ajout de chaudières

Si la différence de température réelle entre l'alimentation primaire et le retour primaire ΔT est égale ou supérieure à la différence de température normale ΔT_0 fixée à 15 ° C et que la température d'alimentation primaire est inférieure à la consigne 75 ° C par 2 ° C pendant 10 minutes (réglable), une chaudière (si disponible) sera ajoutée aux unités de commande (activées) de la même manière que la première chaudière.

Logique de soustraction de chaudières

-Lorsque les 3 chaudières sont activées et que la différence de température réelle $\Delta T < \Delta T_0 \times 2/3$
 $= 15 \times 2/3 = 10$ ° C pendant 10 minutes (réglable), la troisième chaudière doit être désactivée.

-Le même raisonnement s'applique pour l'arrêt de la 2^{ème} chaudière lorsque 2 chaudières sont activées avec un seuil égale a $\Delta T < \Delta T_0 \times 1/2 = 15 \times 1/2 = 7,5$ ° C pendant 10 minutes.

Dès que la chaudière est activée, il faut qu'elle fonctionne au moins 20 minutes quel que soit la valeur de ΔT , afin de le protéger.

C.2 Fonctionnement circuit secondaire

Démarrage chauffage au sol

Le chauffage au sol est un système constitué d'un réseau de tubes hydrauliques, l'eau chaude émise par les chaudières circule dans les conduits placés au sol. Ceux-ci ont été posés lors de la construction de l'habitation et recouverts par la dalle de béton qui aide à la maîtrise d'une température correcte.

Le contrôleur doit moduler l'ouverture de la vanne à 3 voies afin de maintenir la température d'alimentation du chauffage au sol de la zone réception/1^{er} étage à son point de consigne. Le point de consigne est déterminé à partir de la courbe de compensation extérieure de la figure IV-8.

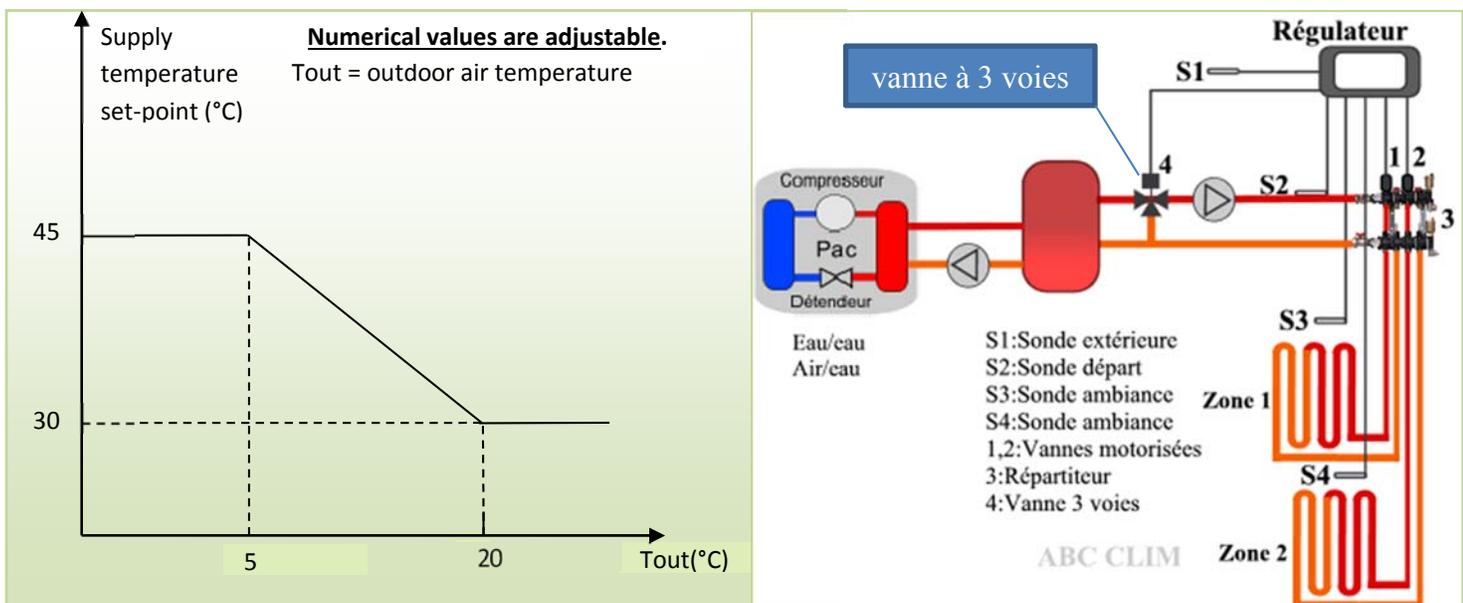


Figure IV-8 : Point de consigne du chauffage au sol

Contrôle de la température de la piscine intérieure

Si la température de l'eau de la piscine (considérée égale à la température de retour d'eau - côté piscine) est inférieure à la consigne de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (réglable): la vanne à 3 voies de l'échangeur doit moduler son ouverture pour maintenir la température à sa consigne fixée à $28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

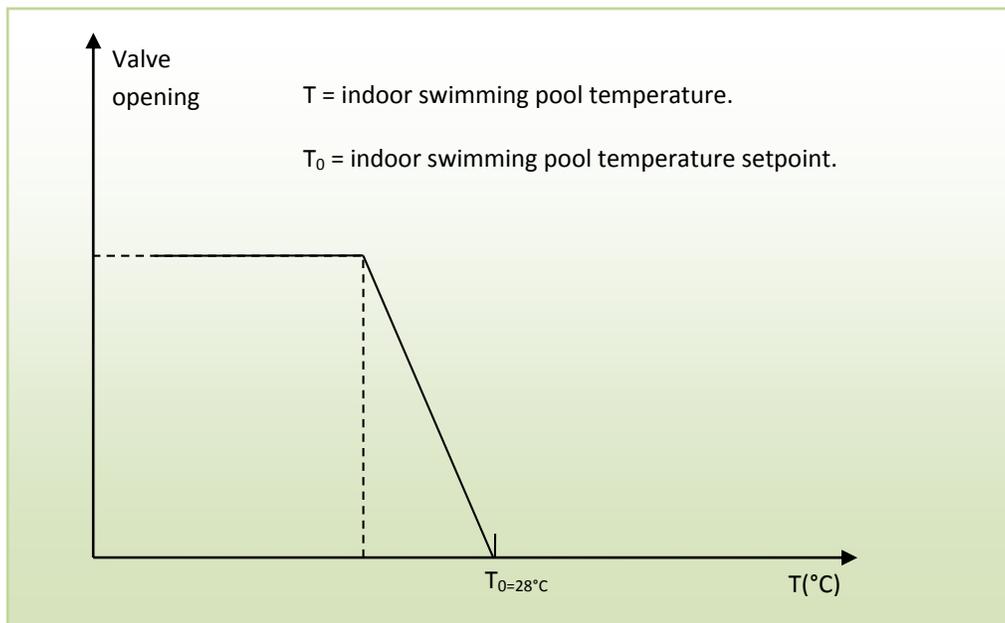


Figure IV-9 : Control température de la piscine

D- Système de gaz

Concernant le système de distribution du gaz, en cas d'un incendie la GTB doit fermer la vanne de sécurité du réservoir principal du gaz (butane). De même, le système de gestion doit disposer de l'état courant de chacune des vannes dans les deux cuisines (au 1^{er} étage et au rez-de-chaussée) ainsi que celle de la cheminée.

IV.4 Les matériels utilisés

Les matériels à utiliser dans le cadre de notre projet sont choisis suivant le cahier des charges et les exigences proposées par le consultant et le client (Chapitre III).

IV.4.1 Onduleur pour les pompes de surpression [5]

Afin d'assurer une circulation d'un flux d'eau constant partout le bâtiment, on a installé trois pompes de surpression Wilo triphasés de 1.5 kW chacun, où chaque pompe est équipée d'un onduleur de la marque Siemens **G120P-1.5/32B** 1.5 kW / IP 20 / Filtre Classe B (**Annexe-A**), qui peut être connectée au système GTB par les points physiques ci-dessous (Figure IV-10).

- DO : Connexion **5-9** sur l'onduleur afin de le démarrer
- DI : Connexion **21-22** sur l'onduleur pour savoir s'il y a un défaut
- AO : Connexion **2-3** sur l'onduleur pour lui donne la vitesse désirée (RPM)
- AI : Connexion **12-13** sur l'onduleur pour savoir son vitesse de rotation actuelle (RPM)

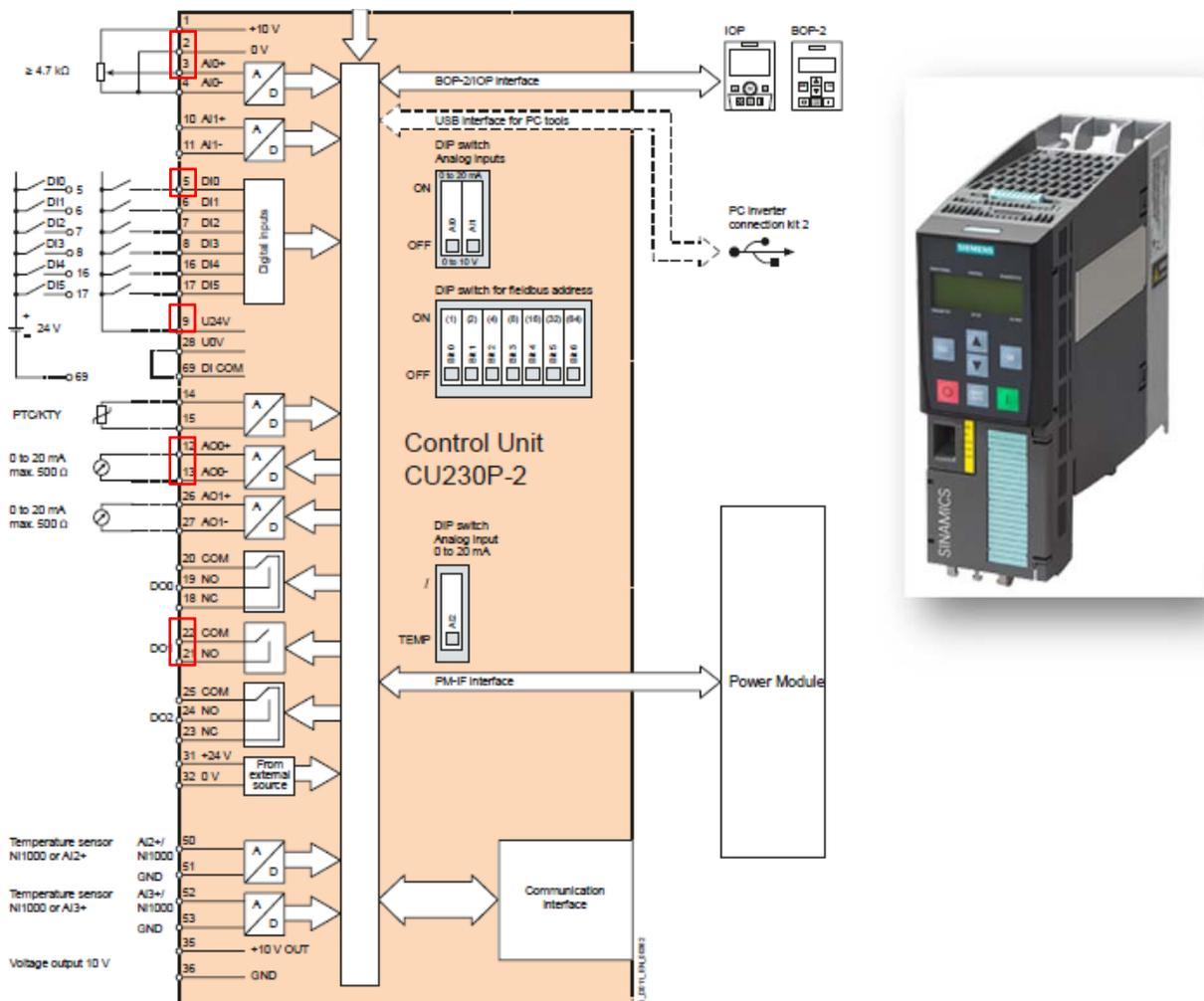


Figure IV-10 : Onduleur Siemens

IV.4.2 Contrôleurs

SIEMENS fournit deux séries de contrôleurs : compacts et modulaires. La différence essentielle entre les deux séries est la flexibilité et le nombre des entrées et des sorties, tels que ≤ 36 points pour les compacts et > 50 points pour les modulaires.



Figure IV-11 : Séries de contrôleurs Siemens

A- Contrôleurs compacts [6]

On nomme la série des contrôleurs compacts :

PXC12...D, PXC22...D, PXC36...D, les chiffres 12,22 et 36 représentent le nombre d'E/S. Ces contrôleurs peuvent être connectés à un réseau de type :

- BACnet/IP (PXC...-E.D): Directement connectés a un réseau IP
- BACnet/LonTalk (PXC...D) : Nécessite un router afin de convertir le Bacnet/Lon en IP

Types

Automation stations	PXC12.D 1) PXC12-E.D 2)	PXC22.D 1) PXC22-E.D 2)	PXC36.D 1) PXC36-E.D 2)
Total number of inputs / outputs	12	22	36
Number of digital inputs (DI)	2	-	4
Number of universal inputs / outputs (UIO)	8	16	24
whereof UIO supporting Q250 (DC 0/24 V	(4)	(4)	(6)
Number of relay outputs (DO)	2	6	8

Figure IV-12 : Séries de contrôleurs compacts Siemens

B- Contrôleurs modulaires [7]

On nomme la série des contrôleurs modulaires :

PXC50...D, PXC100...D, PXC200...D (**Annexe-A**) qui peuvent être connectés à un réseau de type BACnet/IP ou BACnet/LonTalk.

Automation station overview			
Connection of TX – I/O modules via island bus			
	up to 52 data points	up to 200 data points	More than 200 data points
BACnet/LonTalk	PXC50.D	PXC100.D	PXC200.D
BACnet/IP	PXC50-E.D	PXC100-E.D	PXC200-E.D

Figure IV-13 : Série de contrôleurs modulaires Siemens

Le contrôleur modulaire ne comporte pas d'E/S, avec le contrôleur modulaire, on a besoin des modules d'entrées et de sorties, qui sont groupés sous trois familles : entrées digitales, sorties digitales et entrées-sorties universelles. La nomenclature chez SIEMENS de ces modules commence par : TX...On en distingue plusieurs types.

TXM1.8U : module universel qui peut être utilisé pour des entrées/sorties analogiques. Il peut supporter au maximum huit points de données.

Entrée analogique	0-10Vdc Ni1000 Température T1 PTC Température NTC 10K Température NTC 100K Température Pt1000 Résistance 2500 Ohm Résistance
Sortie analogique	0-10Vdc
Entrée avec impulsion	Une fréquence maximale de 25 Hz



Figure IV-14 : Module entrée/sortie analogique

TXM1.16D

Module d'entrées digitales qui peut supporter seize entrées au maximum.

Ce module est utilisé afin de faire la supervision et savoir l'état des différents équipements présents dans le système.

- Module de 16 entrées digitales
- Module de 16 entrées avec impulsion de fréquence maximale de 10Hz



Figure IV-15 : Module à entrées digitales

TXM1.6R

Module de sorties digitales qui peut supporter six points de sortie au maximum.

Ce module est utilisé afin de faire la commande et le contrôle des différents équipements présents dans le système.

Voltage AC

- 4A pour une charge résistive
- 3A pour une charge inductive

Voltage DC

- Maximum 3A



Figure IV-16 : Module à sorties digitales

TXS1.12F10/TXS1.EF10

Chaque rangée de modules d'entrées et de sorties doit commencer par l'un des modules d'alimentation ou de connexion de bus suivants:

TXS1.12F10

Module d'alimentation qui:

- Convertit l'alimentation 24VAC en 24VDC
- Transfert l'alimentation 24VDC aux modules d'entrée et de sorties
- Transfert du signal du bus

Le courant maximale que peut générer un module TXS1.12F10 est 1.2 A (équivalent à 25 modules d'entrées et de sorties)



Figure IV-17 : Module d'alimentation 24VDC

TXS1.EF10

Module de connexion de bus qui :

- Transfère l'alimentation 24VDC aux modules d'entrées et de sorties.
- Transfère le signal du bus.



Figure IV-18 : Module de connexion de bus

TXI1.OPEN

Dans ce projet, ce module est utilisé pour intégrer des données provenant des systèmes externes ayant un bus de communication Modbus RS485, dont la connexion au bus Bacnet nécessite une interface qui permet la communication Modbus-Bacnet. Cette interface est assurée par le module TXI1.OPEN.



Figure IV-19 : Module d'intégration RS485

Ce module peut supporter 100 points de données au maximum.

PXA40-W2

Le module PXA40-W2 est l'interface graphique qui sera installé sur l'un des contrôleurs du système afin d'observer les graphiques du GTB et avoir une connexion internet.



Figure IV-20 : Module d'interface graphique

Ainsi en se basant sur le cahier des charges, on choisit la série des contrôleurs modulaire Bacnet/IP et les modules entrées et sorties correspondants dont la structure générale est donnée par la figure IV-17.

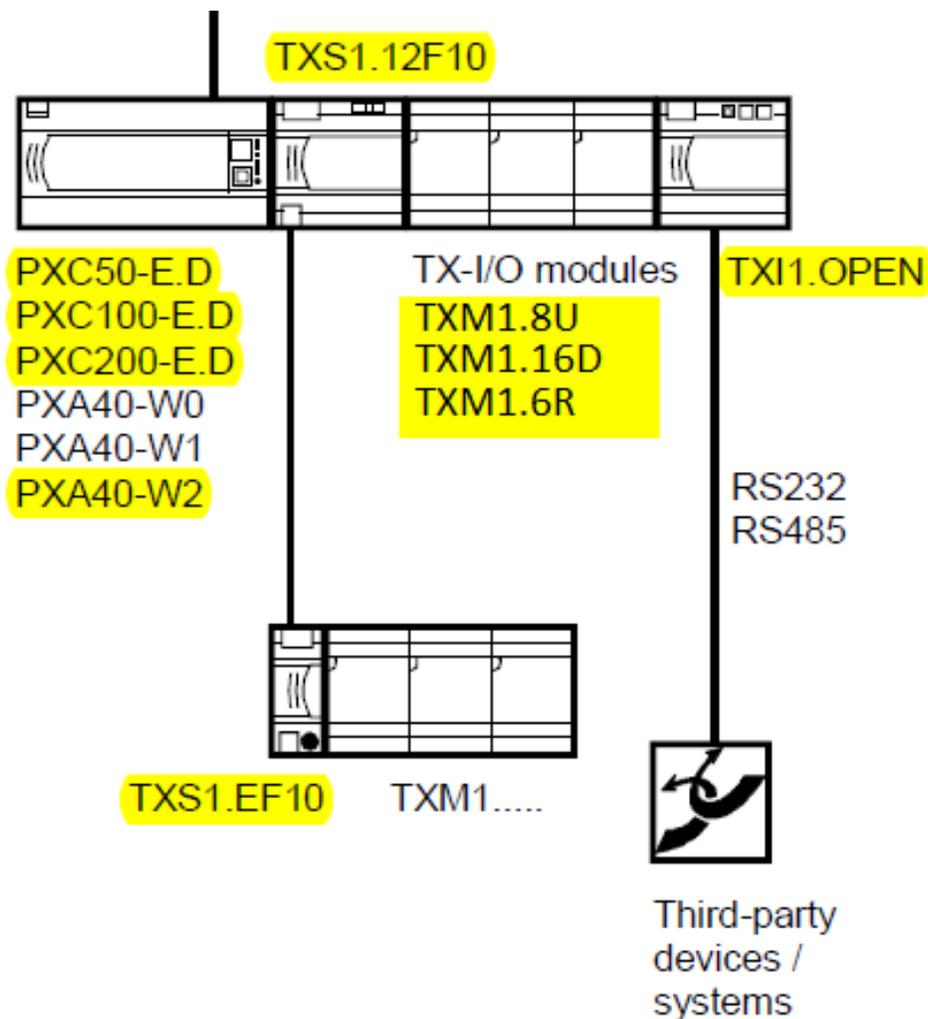


Figure IV-21 : Séries de contrôleurs utilisées

IV.4.3 Périphériques

A-Capteurs

Dans ce projet on utilise plusieurs capteurs afin d'obtenir la température, l'humidité, la pression, le niveau de fluide (eau et fuel). Ils peuvent fournir des données analogiques ou bien digitales. La sélection des capteurs est réalisée selon les besoins techniques et les exigences du système GTB installé.

Dans ce qui suit une liste des capteurs utilisés dans le projet avec leurs caractéristiques:

1- Capteur de température ambiante d'une salle : Siemens QAA24 [8]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la température des chambres suivante :

- Zone des chaudières
- Zone des générateurs
- Local du poste électrique principal
- Local du poste électrique du sous-sol-2
- Local du poste électrique du sous-sol-1
- Local du poste électrique du Rez-de-chaussée
- Local de Synchro
- Local Rez-de-chaussée
- Local 1^{er} étage

C'est un capteur passif dont l'élément sensible est de type LG-Ni1000 ayant les caractéristiques suivantes :

Attribute	Value
Sensing element, temperature	LG-Ni1000
Time constant	7 min
Measuring range, temperature	0...50 °C
Measurement accuracy	At 0...50 °C: ±0.8 ° K
Connection, electrical	Screw terminals
Degree of protection	IP30
Dimensions (W x H x D)	90 x 100 x 32 mm



Figure IV-22 : Capteur de température

2- Capteur de température et humidité ambiante d'une salle : Siemens QFA2060 [9]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la température et l'humidité de la zone de Jacuzzi intérieur et chambre du vin. C'est un capteur actif avec un signal de sortie 0-10Vdc, ayant les caractéristiques suivantes:

Attribute	Value
Operating voltage	AC 24 V, DC 13.5...35 V
Sensing element, temperature	DC 0...10 V
Measuring range, temperature	0...50 °C, -35...35 °C, -40...70 °C
Measurement range humidity	0...95 % r.h.
Measurement accuracy	At 0...95 % r.h. and 23 °C: ±5 %, At 30...
Time constant	Humidity <20 s, Temperature <8.5 min
Display	LCD
Connection, electrical	Screw terminals
Type of fixing	Screws
Signal output temperature	DC 0...10 V
Signal output humidity	DC 0...10 V
Degree of protection	IP30
Dimensions (W x H x D)	90 x 100 x 36 mm



Figure IV-23 : Capteur de température et humidité

3- Capteur de température extérieure : Siemens QAC22 [10]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la température extérieure avec un degré de protection IP54 ; Il est caractérisé par une dynamique de température réglable pouvant aller jusqu'à (-40°C 70°C) avec un signal de sortie LG-Ni1000, les caractéristiques sont les suivantes:

Attribute	Value
Measuring range, temperature	-50...70 °C
Sensing element, temperature	LG-Ni1000
Time constant	14 min
Measurement accuracy	At 0 °C: ±0.4 K
Connection, electrical	Screw terminals
Material	Plastic (ASA)
Degree of protection	IP54
Dimensions (W x H x D)	80 x 92 x 50 mm



Figure IV-24 : Capteur de température extérieure

4- Capteur de l'humidité extérieure : Greystone **RH300A05** [11]

Ce capteur est utilisé pour mesurer l'humidité extérieure avec un degré de protection IP54. C'est un capteur actif avec un signal de sortie de 0-10Vdc. Les caractéristiques sont les suivantes:

SPECIFICATION:

Sensor Type:.....Thermoset Polymer based Capacitive
 Range:.....0 to 100% RH
 Accuracy:.....±2, 3, or 5% RH (5 to 95% RH)
 Response:.....15 Seconds typical
 Temp Dependence:.....±0.05% RH/ °C
 Hysteresis:.....±1.5% RH maximum
 Repeatability:.....±0.5% RH typical
 Linearity:.....±0.5% RH typical
 Operating Range:.....-40 to 85°C (-40 to 185°F)
 Power Supply:.....18 to 30 Vdc, 15 to 26 Vac
 Consumption:.....22 mA maximum
 Protection Circuitry:....Reverse voltage protected and output limited
 Output Signal:.....4-20 mA current loop, 0-5 or 0-10 Vdc (jumper-selectable)
 Output Drive @ 24Vdc:..550 ohms max for current output
 10K ohms min for voltage output



Figure IV-25 : Capteur d'humidité extérieure

4- Capteur de température de l'eau : Siemens **QAE2120.010** [12]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la température du liquide dans les tuyaux ou dans les bouteilles. C'est un capteur passif avec un signal de sortie LG-Ni1000, dont les caractéristiques sont les suivantes:

Attribute	Value
Sensing element, temperature	LG-Ni1000
Measurement accuracy	At -30...130 °C: ±1.3 K
Measuring range, temperature	-30...130 °C
Time constant	With protection pocket: 30 s
Immersion length	100 mm
Protection pocket	Protection pocket included, PN 10
Material, immersion pocket	Stainless steel
Connection, electrical	Screw terminals
Type of fixing	Protection pocket ½ "
Degree of protection	IP42
Dimensions (W x H x D)	80 x 60 x 31 mm



Figure IV-26 : Capteur de température de l'eau

5- Capteur de pression de l'eau : Siemens QBE2003-P1/P10 [13]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la pression du liquide dans les tuyaux ou dans les bassins. C'est un capteur actif avec un signal de sortie 0-10Vdc.

QBE2003-P1 : 0-1 bar ce qui correspond à un niveau d'eau entre 0 et 10 mètres. On peut l'utiliser pour mesurer le niveau dans une citerne ou dans un réservoir. En captant la pression on peut trouver la hauteur de l'eau dans le bassin d'après la formule ($P = \rho gh$). On a utilisé ce capteur pour mesurer les niveaux suivants :

- Fuel dans le réservoir principal
- Fuel dans le réservoir du générateur
- L'eau non traitée
- L'eau traitée
- L'eau du puits
- L'eau des piscines intérieure et extérieure
- L'eau des Jacuzzi intérieur et extérieur
- L'eau de la cascade.

QBE2003-P10 : 0-10 bar on l'utilise pour mesurer la pression des pompes de surpression.

Ses caractéristiques sont:

Attribute	Value
Operating voltage	AC 24 V, DC 12...33 V
Analog output, signal	DC 0...10 V
Time constant	<2 ms
Pressure connection	External thread G½"
Connection, electrical	Plug-in connection
Medium temperature	-15...125 °C
Max. permissible pressure	2.5 x scale end value (FS)
Mounting position	Any
Measuring range, pressure	0...1bar, 0...10bar
Degree of protection	IP65
Dimension (Ø x L)	24 x 101 mm



Figure IV-27 : Capteur de pression

6- Capteur de température et humidité de l'air d'un vaisseau : Siemens QFM2120 [14]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la température et l'humidité dans les vaisseaux de déshumidificateur du Jacuzzi. C'est un capteur actif avec un signal de sortie 0-10Vdc. Ses caractéristiques sont :

Attribute	Value
Operating voltage	AC 24 V, DC 13.5...35 V
Sensing element, temperature	LG-Ni1000
Measuring range, temperature	0...50 °C, -35...35 °C, -40...70 °C
Measurement range humidity	0...95 % r.h.
Measurement accuracy	Humidity at 30...70 % r.h. and 23 °C: ±3 % r.h., Temperature, at 15...35 °C: ±0.8 K, Temperature, at 35...50 °C: ±1.0 K
Time constant	Humidity: <20 s, Temperature in with 2 m/s moved air: <3.5 min
Immersion length	90...154 mm
Connection, electrical	Screw terminals
Type of fixing	Flange
Analog output, signal	DC 0...10 V, DC 4...20 mA
Signal output temperature	LG-Ni1000
Signal output humidity	DC 0...10 V
Degree of protection	IP54
Dimensions (W x H x D)	80 x 88 x 39 mm



Figure IV-28 : Capteur température et humidité d'un vaisseau

7- Capteur de différence de pression de l'air : Siemens QBM81-5 [15]

Ce capteur est utilisé pour mesurer la différence de pression de l'air des ventilateurs. C'est un capteur passif avec un signal de sortie d'un relais contact sec. Ses caractéristiques sont :

Attribute	Value
Dimensions (W x H x D)	88 x 110 x 90 mm
Connection, electrical	Screw terminals
Digital outputs	1-pin , Potential-free , Switchover contact
Permissible operating pressure	7500 Pa
Ambient temperature, operation	-20...85 °C
Mounting position	Diaphragm vertical, pressure connection pointing downward
Measuring range, pressure	50...500 Pa
Digital output, switching voltage	DC 24 V / AC 24...250 V
Digital output, switching current	0.01...5 (3) A
Pressure connection	Connection branch, 6.2 mm dia.
Degree of protection	IP54
Dimension (Ø x L)	81 x 90 mm



Figure IV-29 : Capteur de différence de pression de l'air

8- Capteur de débit l'eau : Siemens QVE1901 [16]

Ce capteur est utilisé pour mesurer le débit de l'eau des pompes primaire des chaudières. C'est un capteur passif avec un signal de sortie d'un relais contact sec. Ses caractéristiques sont :

Attribute	Value
Digital output, switching voltage	230 VAC, 48 VDC
Digital output, switching current	1 A
Connection, electrical	Screw terminals
Type of fixing	Thread G ½ "
Nominal size, piping	DN20 - DN200
Connecting thread	G ½ " thread
Digital outputs	1-pin , Potential-free , On / Off
PN class	PN 25
Medium temperature	-20...110 °C
Ambient temperature, operation	-20...80 °C
Material, valve body	Brass
Degree of protection	IP65
Dimensions (W x H x D)	120 x 38 x 92 mm



Figure IV-30 : Capteur de débit de l'eau

9- Détecteur de courant : Greystone CS-GNG [17]

Ce détecteur est utilisé pour détecter la présence d'un courant. C'est un capteur passif avec un signal de sortie d'un relais contact sec quand le courant mesuré > 1A.



Figure IV-31 : Détecteur de courant

B-Vannes et actionneurs

1- Les Vannes

La sélection des vannes est effectuée par les ingénieurs mécaniques. Selon les exigences techniques et en fonction des dimensions des tuyaux...

Dans ce qui suit une liste des vannes utilisées dans le projet avec leurs caractéristiques :

Vannes utilisées pour le chauffage au sol et les échangeurs de température des piscines [18]

Chauffage au sol Réception: VXP45.32-16

Chauffage au sol Chambre à coucher: VXP45.25-10

Echangeur de température de piscine intérieure: VXP45.25-6.3

Batterie d'eau chaude du déshumidificateur de la piscine intérieure: VXP45.25-6.3

Batterie d'eau chaude du déshumidificateur du Jacuzzi intérieur: VXP45.15-2.5

Echangeur de température de Jacuzzi extérieur: VXP45.20-4



VVP45.. 2-port	VXP45.. 3-port	VMP45.. 3-port with T-bypass	DN	Connection	k _{vs} A → AB [m ³ /h]	k _{vs} ¹⁾ B → AB [m ³ /h]	S _v
VVP45.10-0.25	VXP45.10-0.25	VMP45.10-0.25	10	G ½B	0.25	0.18	> 50
VVP45.10-0.4	VXP45.10-0.4	VMP45.10-0.4			0.4	0.28	
VVP45.10-0.63	VXP45.10-0.63	VMP45.10-0.63			0.63	0.44	
VVP45.10-1	VXP45.10-1	VMP45.10-1			1.0	0.70	
VVP45.10-1.6	VXP45.10-1.6	VMP45.10-1.6			1.6	1.12	
VVP45.15-2.5	VXP45.15-2.5	VMP45.15-2.5	15	G ¾B	2.5	1.75	> 100
VVP45.20-4	VXP45.20-4	VMP45.20-4	20	G 1B	4.0	2.80	
VVP45.25-6.3	VXP45.25-6.3		25	G 1¼B	6.3	4.40	
VVP45.25-10	VXP45.25-10			G 1½B	10		
VVP45.32-16	VXP45.32-16		32	G 2B	16		
VVP45.40-25	VXP45.40-25		40	G 2½B	25		

Figure IV-32 : Vannes utilisées pour le chauffage au sol et les échangeurs

Vannes utilisées pour les réservoirs chauffe-eau [19]

Bouteilles d'eau chaude 1 et 2: VXI46.25

Bouteille d'eau chaude 3: VXI46.25



VVI46...	VXI46...	DN	Connections	k_{vs} A → AB [m ³ /h]	$k_{vs}^{1)}$ AB → A [m ³ /h]	$k_{vs}^{1)}$ AB → B [m ³ /h]
VVI46.15	VXI46.15	15	Internally threaded Rp	2.0	1.4	
VVI46.20	VXI46.20	20		3.5	2.45	
VVI46.25	VXI46.25	25		5.0	3.5	
	VXI46.25T			5.0	5.0	

Figure IV-33 : Vannes utilisées pour les réservoirs chauffe-eau

Vannes utilisées pour le système de chauffe-eau solaire [20]



Open/close ball valves 2-port	Type		DN	k_{vs} [m ³ /h]
	Changeover ball valves 3-port (L)	Changeover ball valves 3-port (T)		
-	VBI60.15-5L	-	15	5
-	-	VBI60.15-12T		12
VAI60.15-15	-	-		15
-	VBI60.20-9L	-	20	9
-	-	VBI60.20-16T		16
VAI60.20-22	-	-		22
-	VBI60.25-9L	-	25	9
-	-	VBI60.25-16T		16
VAI60.25-22	-	-		22
-	VBI60.32-13L	-	32	13
-	-	VBI60.32-25T		25
VAI60.32-35	-	-		35

Figure IV-34 : Vannes utilisées pour le système de chauffe-eau solaire

2- Les actionneurs

La sélection des actionneurs est effectuée selon les exigences techniques des vannes et le type de commande utilisée. Dans ce qui suit, une liste des actionneurs utilisés dans le projet avec leurs caractéristiques :

Actionneurs du chauffage au sol [21]

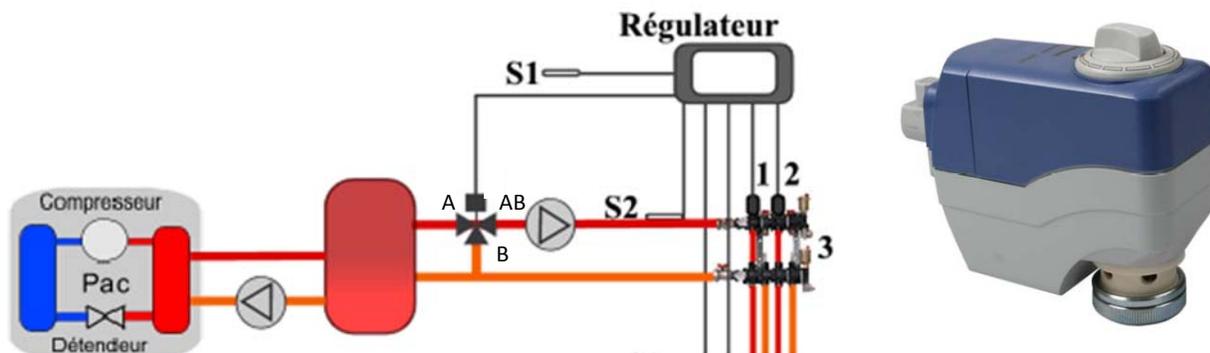
Actionneur modulant avec un signal de positionnement 0-10Vdc qui permet d’ouvrir la vanne de 0-100%.

Pour : 0Vdc qui correspond à 0% la vanne fait circuler l’eau chaude de B→AB

Pour : 10Vdc qui correspond à 100% la vanne fait circuler l’eau chaude de A→AB

Chauffage au sol Réception: SSC61

Chauffage au sol Chambres à coucher: SSC61



Type reference	Operating voltage	Running time at 50 Hz	Positioning signal	Remarks
SSC31	AC 230 V	150 s	3-position	
SSC81	AC 24 V			
SSC61	AC / DC 24 V	30 s	DC 0...10 V	
SSC61.5				With fail-safe function (30 s)

Figure IV-35 : Actionneurs du chauffage au sol

Actionneurs pour les échangeurs de température des piscines [22]

SSB61 est un actionneur modulante avec un signal de positionnement 0-10Vdc qui permet d’ouvrir la vanne de 0-100%, tandis que SSB31 est un actionneur de 3 position avec un signal ouverture et fermeture de 230 VAC.

Echangeur thermique de piscine intérieure: SSB31

Echangeur thermique de Jacuzzi extérieur: SSB61

Serpentin d'eau chaude du déshumidificateur de la piscine intérieure: SSB61

Serpentin d'eau chaude du déshumidificateur du Jacuzzi intérieur: SSB61



Type reference	Operating voltage	Run time at 50 Hz	Control signal	Connecting cable	Auxiliary switch
SSB31	AC 230 V	150 s	3-position	1.5 m	
SSB31/00 ¹⁾				no cable	
SSB31.1				1.5 m	Yes
SSB81	AC 24 V			1.5 m	
SSB81/00 ¹⁾				no cable	
SSB81.1				1.5 m	Yes
SSB61	AC / DC 24 V	75 s	DC 0...10 V	1.5 m	
SSB61/00 ¹⁾				no cable	

Figure IV-36 : Actionneurs utilisées pour les échangeurs de température des piscines

Actionneurs utilisées pour les réservoirs chauffe-eau [23]

Le choix de l'actionneur est fait selon la vanne choisi et l'application, ici l'actionneur doit être digitale position fermé ou ouvert.

Réservoir chauffe-eau 1 et 2: STP23

Réservoir chauffe-eau 3: STP23



Type	Item No.	Position de-energized ¹⁾	Operating voltage	Positioning signal	Positioning time	Connecting cable	Weight
STA73	S55174-A100	NC	AC/DC 24 V	2-position, PDM ²⁾	270 s	1 m	181 g
STA23	S55174-A101	NC	AC 230 V	2-position ⁴⁾	210 s	1 m	181 g
STP73	S55174-A102	NO	AC/DC 24 V	2-position, PDM ²⁾	270 s	1 m	177 g
STP23	S55174-A103	NO	AC 230 V	2-position ⁴⁾	210 s	1 m	177 g
STA63	S55174-A104	NC	AC 24 V	DC 0...10 V	270 s ⁵⁾	2 m	205 g
STP63	S55174-A105	NO	AC 24 V	DC 0...10 V	270 s ⁵⁾	2 m	201 g
STA73HD ³⁾	S55174-A106	NC	AC/DC 24 V	2-position	270 s	0.8 m	174 g
STA23HD ³⁾	S55174-A107	NC	AC 230 V	2-position	210 s	0.8 m	174 g

Figure IV-37 : Actionneurs utilisées pour les réservoirs chauffe-eau

Actionneurs utilisés pour le système chauffe-eau solaire [24]

GLB131.9E est un actionneur de 3 positions avec un signal ouverture et fermeture de 230 VAC.



	GDB/GLB131.9E	GDB/GLB331.9E	GDB/GLB161.9E
Operating voltage AC 24 V	X		X
Operating voltage AC 230 V		X	
Control type 3-position	X	X	
Positioning signal Y = DC 0...10 V			X
Position indicator U = DC 0...10 V			X
Self-adaption of rotational angle range			X
Rotary direction switch			X

Figure IV-38 : Actionneurs utilisés pour le système chauffe-eau solaire

IV.4.4 Tableaux de contrôle [25]

Les tableaux de contrôle GTB utilisés sont de la marque 'Schneider' ayant les caractéristiques suivantes :

- IP 66
- Couleur blanche
- Plaque de montage zingué
- Cabine fabriquée en acier
- Une seule porte.



Une fois la sélection des composants de contrôle est faite, le choix des dimensions du coffret peut être réalisé en tenant en compte un espace de réserve pour des ajouts futurs de nouveaux modules. Dans notre projet, l'espace de réserve est à peu près 10% de l'espace total nécessaire.

Différentes dimensions de cabines ont été sélectionnées ayant toutes les mêmes caractéristiques mentionnées ci-dessus.

- VFD Panel : **NSYCRN86250P (80x60x25cm)** d'un poids de 24.8 Kg
- FPU-Main : **NSYCRN86250P (80x60x25cm)** d'un poids de 24.8 Kg
- FPU-B3-1 : **NSYCRN108300P (100x80x30cm)** d'un poids de 37.4 Kg
- FPU-B3-2 : **NSYCRN86250P (80x60x25cm)** d'un poids de 24.8 Kg
- FPU-B2-1 : **NSYCRN86250P (80x60x25cm)** d'un poids de 24.8 Kg
- FPU-RF-1 : **NSYCRN75250P (70x50x25cm)** d'un poids de 19.3 Kg

IV.4.5 Transformateurs [26]

Pour alimenter les contrôleurs du système GTB par l'électricité on a besoin d'une tension alternative 24 VAC, la tension est obtenue à l'aide d'un transformateur 220VAC-24VAC.

La tension 24 VAC alimente les contrôleurs, les modules d'alimentation et de connexions de bus qui convertit à leur tour la tension 24 VAC à une tension continue 24 VDC nécessaire pour alimenter les modules d'entrées et de sorties.

Les transformateurs utilisés sont de la marque DF avec une puissance de 100 VA chacun. Cette puissance est suffisante pour alimenter les contrôleurs, les modules d'alimentations, les modules de connexions de bus et certains capteurs de tension 24 VAC.

POWER (VA)	INSTANT. POWER (VA)	12 - 24V 	REFERENCE 24 - 48V 	115 - 230V 
40	75	610040000	610040001	610040002
63	140	610063000	610063001	610063002
100	220	610100000	610100001	610100002
160	380	610160000	610160001	610160002
200	450	610200000	610200001	610200002
250	650	610250000	610250001	610250002
320	850	610320000	610320001	610320002
400	1000	610400000	610400001	610400002
500	1400	610500000	610500001	610500002
630	1600	610630000	610630001	610630002
800	2400	610800000	610800001	610800002
1000	3300	611000000	611000001	611000002



Figure IV-39 : Transformateurs utilisés pour chaque tableau GTB

IV.4.6 Câbles de contrôle

Les câbles de contrôle sont utilisés pour assurer les connexions entre les tableaux de GTB et les périphériques. Les câbles de contrôle utilisés sont de plusieurs types, ils sont choisis selon le type de l'information et du voltage (Tableau IV-3).

Circuit	Type et section	Fabricant
Alimentation UPS 220VAC pour chaque coffret GTB	3x2.5mm ²	Liban Câbles
Pour un point entrée ou sortie digitale	2x1.5mm ²	Liban Câbles
Pour un ensemble des points entrée et sortie digitales	8x1.5mm ² /12x1.5mm ²	Liban Câbles
Pour tous les points entrée et sortie analogique	18AWG-1P / 18AWG-2P	B3 Câbles
Pour tous les points d'intégration Modbus RS485	18AWG-1P	B3 Câbles
Pour tous les points qui sont connectés aux variateurs de vitesse	18AWG-2P	B3 Câbles
Pour la connexion entre les coffrets GTB	24AWG-4P CAT6	3COM

Tableau IV-3 : Liste des câbles de contrôle utilisés

Chapitre V : Réalisation du projet

V.1 Plan d'exécution

Après avoir eu la confirmation sur l'offre de la part du client, on a pu commencer l'exécution, On prépare d'abord un plan détaillé qui décrit les phases et les tâches avec leur temps d'exécution prévisionnel. Le calendrier prévisionnel s'est étalé sur 36 semaines (Tableau V-1).

Ce plan nous servira à diriger et piloter l'exécution du projet qui est considéré comme un processus dont la mise en œuvre doit respecter le plan de management établi. C'est ici que le principal défi du projet. Il est important de garder en mémoire que le plan de management de projet constitue la référence de base du projet, et pendant les processus du groupe d'exécution, on doit mesurer les performances du projet par rapport à cette référence comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Plan d'exécution																																					
	DECEMBRE 2015			JANVIER 2016				FEVRIER 16			MARS 2016					AVRIL 2016				MAY 2016			JUIN 2016			JUILLET 2016			AOÛT 2016								
	1er semaine	2e semaine	3e semaine	4e semaine	5e semaine	6e semaine	7e semaine	8e semaine	9e semaine	10e semaine	11e semaine	12e semaine	13e semaine	14e semaine	15e semaine	16e semaine	17e semaine	18e semaine	19e semaine	20e semaine	21e semaine	22e semaine	23e semaine	24e semaine	25e semaine	26e semaine	27e semaine	28e semaine	29e semaine	30e semaine	31e semaine	32e semaine	33e semaine	34e semaine	35e semaine	36e semaine	
PHASE DE PREPARATION																																					
Préparation documents et plans d'exécution																																					
Commande de matériels																																					
Visite de site et reunion																																					
Etat de lieu																																					
PHASE D'EXECUTION																																					
Assemblage des coffrets GTB																																					
Installation des coffrets GTB																																					
Tirage des cables de controle																																					
Connection des coffrets GTB																																					
Connection des périphériques																																					
Programmation des contrôleurs (Xworks)																																					
Les essais																																					
Interface Graphique (PxWeb)																																					

Tableau V-1 : Plan d'exécution

V.2 Préparation des plans des tableaux relatifs à la GTB

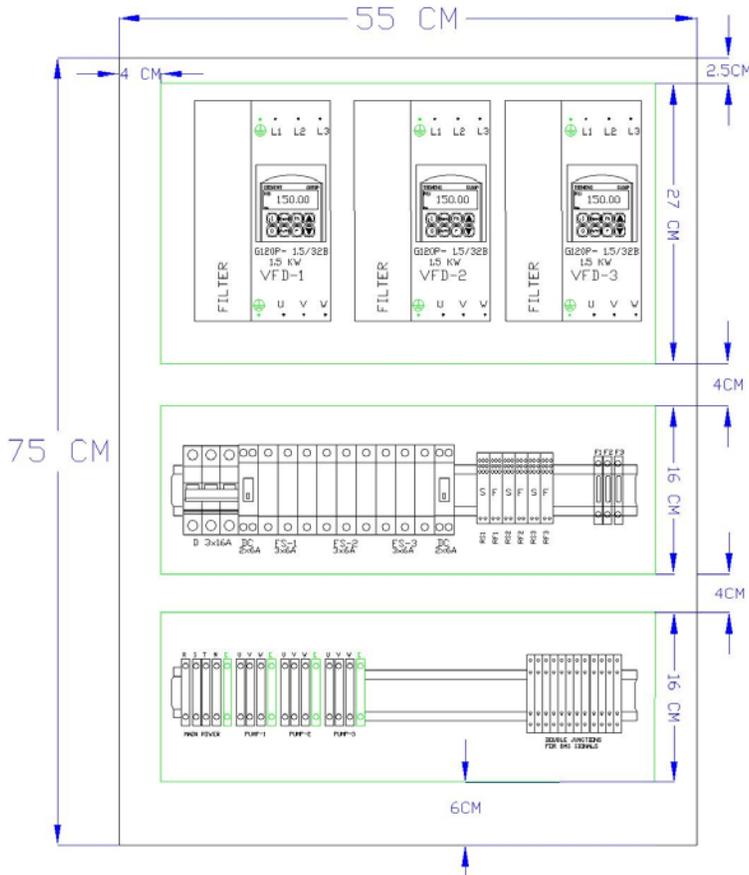
Lors de la préparation des plans de ces tableaux, définissons les aspects suivants:

- Les connexions entre les modules à l’intérieur de chacun de ces tableaux
- Les connexions entre le tableau et les périphériques qu’il contrôle
- La disposition des modules dans les tableaux

Ces plans sont réalisés avec le logiciel AutoCad 2012 et ils sont groupés de façon que chaque tableau GTB ait ses propres dessins électriques (**Annexe-B**).

1- VFD Panel

C’est le tableau des trois onduleurs Siemens 1.5 kW afin d’assurer une circulation d’un flux d’eau pour les installations sanitaires. Le plan de ce tableau est donné par la figure suivante (Figure V-1).



Contenu du tableau

1^{er} rang

-Trois Onduleurs Siemens

2^{eme} rang

- Disjoncteur Schneider 3x16A
- Disjoncteur Schneider 2x6A
- Porte Fusible 3x6A chacun
- Relais Schneider 2 pôles 220Vac
- Jonction Schneider 2.5mm²

3^{eme} rang

- Jonction Schneider 4mm² pour la connexion des câbles de puissance
- Jonction double Schneider 2.5mm² pour la connexion des câbles de contrôle.

Figure V-1 : Dessin du VFD Panel

2- FPU-B3-1

C'est un tableau de dimension (100x80x30cm), de contrôle et supervision des systèmes de chauffage, d'alimentation en fuel, de la distribution électrique, et de ventilation des sous-sols 2 et 3, son plan est donné par la figure V-2.

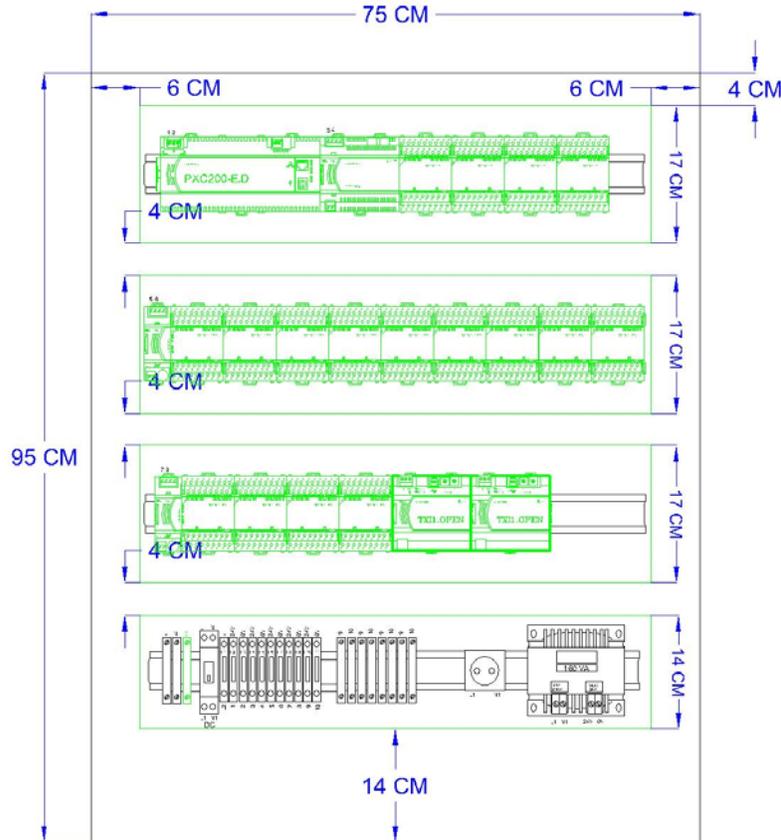


Figure V-2 : Dessin du FPU-B3-1

Contenu du tableau1^{er} rang

- PXC200-E.D : Contrôleur SIEMENS qui supporte 350 points
- TXS1.12F10 : Module SIEMENS d'alimentation de 24VDC
- TXM1.8U : Module SIEMENS entrée/sortie analogique

2^{eme} rang

- TXS1.EF10 : Module SIEMENS de connexion de bus
- TXM1.16D : Module SIEMENS à entrées digitales

3^{eme} rang

- TXS1.EF10 : Module SIEMENS de connexion de bus
- TXM1.6R : Module SIEMENS à sorties digitales
- TXI1.OPEN : Module SIEMENS d'intégration ModbusRS485

3- FPU-B3-2

C'est un tableau de dimension (80x60x25cm), de supervision du système de l'alimentation en eau et contrôle des pompes de surpression afin d'assurer un flux d'eau constant pour les installations sanitaires. Son plan est illustré par la figure suivante (Figure V-3).

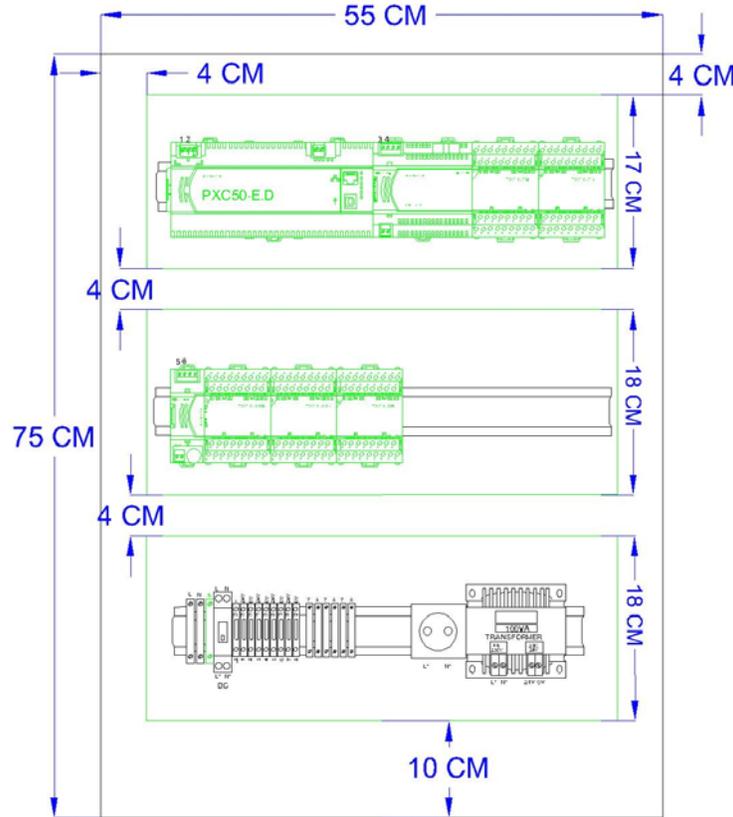


Figure V-3 : Dessin du FPU-B3-2

ITEM	QUANTITY		AO		AI		DO		DI		TOTAL								
			MODULATING VALVE	VFD ADJUSTEMENT	WATER TEMPERATURE	WATER PRESSURE	LIQUID LEVEL (PRESSURE SENSOR)	VFD FEEDBACK	MOTORIZED VALVE FEEDBACK	START-STOP / COMMAND	OPEN/CLOSE (VALVE, DAMPER)	ON/OFF CONTACTOR	STATUS ON/OFF	TRIP	POWER FAIL	FUEL LEAK DETECTION ALARM	AO	AI	DO
		FPU-B3-2 (PUMPS ROOM)													3	7	3	19	0
		3RD BASEMENT FLOOR																	
1	1	P/01,02 TRANSFER PUMP								2	2								4
2	3	P/05 A,B,C DOMESTIC BOOSTER PUMP	3		1	3		3		3	3				3	4	3		6
3	1	P/09,10 IRRIGATION PUMP								2	2								4
4	1	P/13,14 POOL COMPENSATION PUMP								2	2								4
5	1	WATER TREATMENT SET								1									1
6	3	WATER TANKS				3									3				

Tableau V-3 : Liste des points du tableau FPU-B3-2

5- FPU-RF-1

C'est un tableau de dimension (80x60x25cm), de supervision et contrôle du système de ventilation du roof et des unités extérieures de la climatisation. Son plan est illustré par la figure suivante (Figure V-5).

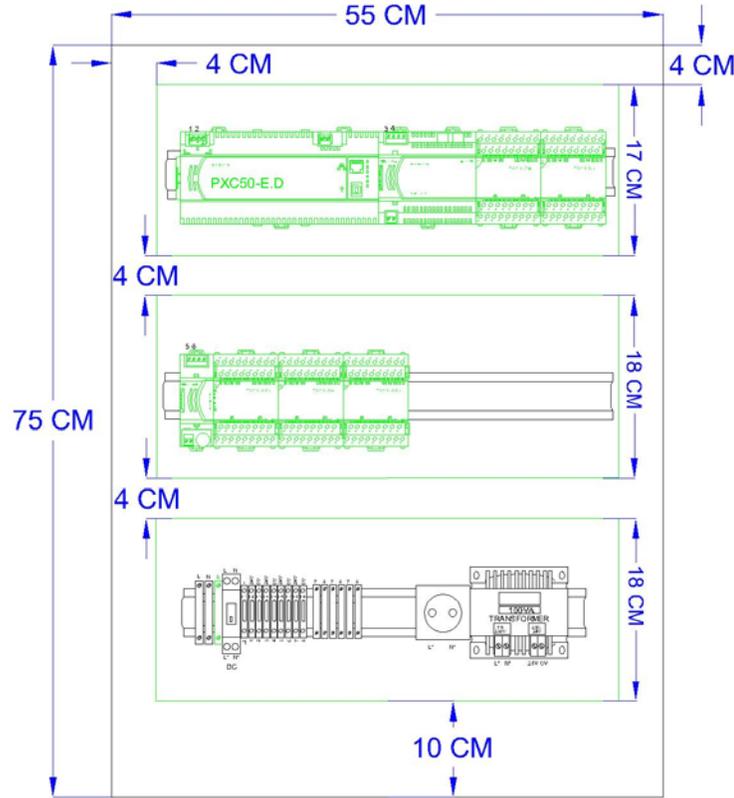


Figure V-5 : Dessin du FPU-RF-1

ITEM	QUANTITY	AI												DO		DI				TOTAL				INT PTS (MODBUS R485 / KNX)
		WATER TEMPERATURE	DUCT AIR HUMIDITY	DUCT AIR TEMPERATURE	ROOM AIR TEMPERATURE	LIQUID LEVEL (PRESSURE SENSOR)	OUTDOOR TEMPERATURE	OUTDOOR HUMIDITY	MOTORIZED VALVE FEEDBACK	START-STOP / COMMAND	ON/OFF CONTACTOR	STATUS ON/OFF	PANELS MAIN SWITCH	PULSE (WHM-WATER-FUEL)	MANUAL/AUTO POSITION	AIR DIFF. PRESSURE SWITCH	FLOW SWITCH	FIRE ALARM	GENERAL ALARM	TRIP	POWER FAIL	AO	AI	
FPU-RF-1 (ROOF)																				0 4 4 37				0
TOP OF ROOF																								
1	1	E.A.F-TR/01 (MCC-RF-MECH)												1	1	1 1				1				4
2	2	AUXILIARY TANK																		1				2
3	1	WEATHER												1 1						2				
ROOF FLOOR																								
1	1	MCC-RF/MECH														1								1
2	2	H.E.A.F-RF-01/02 (B1 KITCHEN/GF KITCHEN)																		2				2
3	1	EAF-RF-02 (MASTER BATHROOM)												1	1	1 1				1				4
4	1	F.A.F-RF-01 INDOOR UNIT (SDB-RF)												1	1	1 1				1				4
5	1	F.A.F-RF-02 INDOOR UNIT (SDB-RF)												1	1	1 1				1				4
6	6	VRV OUTDOOR UNIT												6						6				12
7	2	LIFT												2						2				6
FIRST FLOOR																								
1	1	FIRST FLOOR ZONE																		1				1

Tableau V-5 : Liste des points du tableau FPU-RF

V.3 Préparation des listes des câbles de contrôle

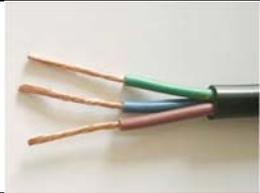
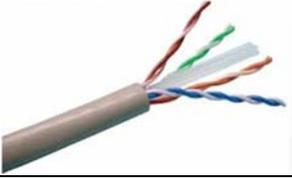
Ces câbles de contrôle sont utilisés pour :

- les connexions entre les tableaux et leurs périphériques
- les connexions entre les tableaux eux même afin de construire le réseau global

Ces listes sont réalisées sur Excel et sont groupées de façon que chaque tableau GTB ait ses propres listes de câbles de contrôle.

Ces listes sont données dans les tableaux V-7 à V-11.

Récapitulatif des câbles de contrôle

Type et section	Fabricant	Image
3x2.5mm ²	Liban Câbles	
2x1.5mm ²	Liban Câbles	
4x1.5mm ²	Liban Câbles	
8x1.5mm ² /12x1.5mm ²	Liban Câbles	
18AWG-1P / 18AWG-2P	B3 Câbles	
24AWG-4P CAT6	3COM	

FPU-B3-1		
P#1 3X2.5mm ² →	C#1	19x(8x1.5mm ²)
	C#2	3x(2x1.5mm ²)
	C#3	18AWG-2P
	C#4	18AWG-2P
	C#5	18AWG-1P
	C#6	18AWG-1P
	C#7	18AWG-1P
	C#8	18AWG-1P
	C#9	3x(18AWG-1P)
	C#10	18AWG-2P
	C#11	18AWG-2P
	C#12	3x(18AWG-1P)
	C#13	18AWG-1P
	C#14	18AWG-1P
	C#15	18AWG-2P
	C#16	12x1.5mm ²
	C#17	2x(18AWG-2P)
	C#18	18AWG-2P
	C#19	2x1.5mm ²
	C#20	18AWG-1P
	C#21	18AWG-1P
	C#22	18AWG-1P
	C#23	18AWG-2P
	C#24	5X(8x1.5mm ²)
	C#25	18AWG-2P
	C#26	18AWG-2P
	C#27	2x1.5mm ²
	C#28	8x1.5mm ²
	C#29	8x1.5mm ²
	C#30	18AWG-2P
	C#31	18AWG-2P+CAT6

MCC-BOILER
FLOW SWITCH BOILER PRIMARY PUMPS
MODULATING VALVE HP-03
MODULATING VALVE HP-04
SUPPLY TEMPERATURE HP-03
SUPPLY TEMPERATURE HP-04
BOTTOM TEMP SENSOR HWT-01
TOP TEMP SENSOR HWT-02
BOTTOM & TOP TEMP SENSOR HWT-03
HWT-01/02 VALVE
HWT-03 VALVE
SUPPLY TEMPERATURE BOILERS
COMMON SUPPLY TEMP BOILER SYSTEM
COMMON RETURN TEMP BOILER SYSTEM
COMMON RETURN PRESS BOILER SYSTEM
FP-B3 STARTER (FUEL PUMPS)
MAIN FUEL TANKS PRESSURE SENSOR
FUEL LEAK DETECTOR SENSOR
MCC PUMPS
GENERATOR ROOM TEMPERATURE
SYNCR0 ROOM TEMPERATURE
MDB ROOM TEMPERATURE
GENERATOR DAILY FUEL TANK SENSOR
SDB-3B
TOTALIZING PANEL
MDB PANEL ELECTRIC METER
EDL METER
DRY CHEMICAL POWDER SYS FUEL ROOM
FM 200 SYSTEM BOILER ROOM
INCOMING FUEL METER
FPU-MAIN

Tableau V-7: Liste des câbles de contrôle FPU-B3-1

FPU-B3-2			
P#1 3x2.5mm ² →	C#1	8x1.5mm ²	P/01/02 STARTER
	C#2	7x(18AWG-2P)	P/05 A,B,C STARTER
	C#3	8x1.5mm ²	P/9,10 STARTER
	C#4	8x1.5mm ²	P/13,14 STARTER
	C#5	18AWG-2P	CITY WATER TANK LEVEL
	C#6	18AWG-2P	WELL WATER TANK LEVEL
	C#7	18AWG-2P	TREATED WATER TANK LEVEL
	C#8	18AWG-2P	WATER TREATMENT SET-1
	C#9	18AWG-2P	INCOMING CISTERN WATER METER
	C#10	18AWG-2P	INCOMING MUNICIPALITY WATER METER
	C#11	18AWG-2P	INCOMING WELL WATER METER
	C#12	CAT6	FPU-MAIN

Tableau V-8: Liste des câbles de contrôle FPU-B3-2

FPU-RF-1				
P#1 3x2.5mm ² →	C#1	18AWG-2P	ROOF AUXILIARY TANK LEVEL SENSOR	
	C#2	4x1.5mm ²	ROOF AUXILIARY TANK VALVE	
	C#3	2x1.5mm ²	EAFF-TR/01	
	C#4	18AWG-2P	OUTSIDE HUMIDITY SENSOR	
	C#5	18AWG-2P	OUTSIDE TEMPERATURE SENSOR/WEATHER STATION	
	C#6	8x1.5mm ²	SDB LIFT-1 PANEL	
	C#7	8x1.5mm ²	SDB LIFT-2 PANEL	
	C#8	6x(18AWG-2P)	VRV OUTDOOR UNITS	
	C#9	2x(8x1.5mm ²)	MCC-RF/MECH	
	C#10	2x(8x1.5mm ²)	SDB-RF	
	C#11	2x1.5mm ²	HEAF-RF/01	
	C#12	2x1.5mm ²	HEAF-RF/02	
	C#13	2x1.5mm ²	FAF-RF-01	
	C#14	2x1.5mm ²	FAF-RF-02	
	C#15	18AWG-1P	FIRST FLOOR ZONE TEMPERATURE	
	C#16	CAT6	FPU-MAIN	
	C#17	2x1.5mm ²	UV LAMP UNDER SINK OF ROOF KITCHEN	PROVISION
	C#18	2x1.5mm ²	UV LAMP UNDER SINK OF FIRST FLOOR KITCHEN	
	C#19	18AWG-1P	SOLAR PANEL-1 TEMP	
	C#20	18AWG-1P	SOLAR PANEL-2 TEMP	

Tableau V-9: Liste des câbles de contrôle FPU-RF

FPU-B2-1				
P#1 3X2.5mm ² →	C#1	18AWG-1P	GF ZONE ROOM TEMPERATURE	
	C#2	4x1.5mm ²	GF GAS PANEL KITCHEN	
	C#3	4x1.5mm ²	GF GAS PANEL CHIMNEY	
	C#4	18AWG-2P	B1 WINE CELLAR ROOM TEMPERATURE & HUMIDITY	
	C#5	4x1.5mm ²	B1 GAS PANEL KITCHEN	
	C#6	8x1.5mm ²	SDB-1B/1 (HEAF-RF-01 STARTER)	
	C#7	8x1.5mm ²	SDB-GF (HEAF-RF-02 STARTER)	
	C#8	18AWG-1P	B2 ELECTRICAL ROOM TEMPERATURE	
	C#9	8x1.5mm ²	DEH-B2/01 STARTER	
	C#10	2x1.5mm ²	DEH-B2/01 SUPPLY FAN DIFF PRESSURE SWITCH	
	C#11	18AWG-2P	DEH-B2/01 VALVE	
	C#12	18AWG-2P	DEH-B2/01 MODULATING DAMPER	
	C#13	18AWG-2P	DEH-B2/01 FRESH AIR DUCT	
	C#14	18AWG-2P	DEH-B2/01 RETURN AIR DUCT	
	C#15	18AWG-2P	DEH-B2/01 EXHAUST AIR DUCT	
	C#16	8x1.5mm ²	SDB-2B/2 (STARTER RAF-B2/01)	
	C#17	6x(8x1.5mm ²)	SDB-2B/1 (STARTER EAF-B2/03)	
	C#18	2x1.5mm ²	RAF-B2/01	
	C#19	2x1.5mm ²	EAF-B2/03	
	C#20	18AWG-2P	INDOOR CASCADE TANK	
	C#21	8x1.5mm ²	CP-INDOOR CASCADE	
	C#22	CAT6	FPU-MAIN	
	C#23	2x1.5mm ²	UV LAMP UNDER SINK OF GF KITCHEN	PROVISION
	C#24	2x1.5mm ²	UV LAMP UNDER SINK OF BASEMENT-1 KITCHEN	
	C#25	2x1.5mm ²	UV LAMP UNDER SINK OF BASEMENT-1 KITCHEN	

Tableau V-10: Liste des câbles de contrôle FPU-B2-1

FPU-MAIN		
P#1 3X2.5mm ² →	C#1	8x1.5mm ² → FM200 SYSTEM GENERATOR ROOM
	C#2	18AWG-2P → DEH-B3/01 CONTROL BOARD
	C#3	18AWG-2P → DEH-B3/01 ZONE ROOM TEMP/HUM SENSOR
	C#4	18AWG-1P → B2 INDOOR POOL SOLAR HEAT EXCH SUPPLY TEMPERATURE
	C#5	18AWG-1P → B2 INDOOR POOL SOLAR HEAT EXCH RETURN TEMPERATURE
	C#6	18AWG-2P → B2 INDOOR POOL SOLAR HEAT EXCHANGER VALVE
	C#7	18AWG-1P → B2 INDOOR POOL BOILER HEAT EXCH SUPPLY TEMPERATURE
	C#8	18AWG-2P → B2 INDOOR POOL BOILER HEAT EXCHANGER VALVE
	C#9	18AWG-1P → B2 OUTDOOR POOL SOLAR HEAT EXCH SUPPLY TEMPERATURE
	C#10	18AWG-1P → B2 OUTDOOR POOL SOLAR HEAT EXCH RETURN TEMPERATURE
	C#11	18AWG-2P → B2 OUTDOOR POOL HEAT EXCHANGER VALVE
	C#12	18AWG-1P → B2 OUTDOOR JACUZZI HEAT EXCH SUPPLY TEMPERATURE
	C#13	18AWG-1P → B2 OUTDOOR JACUZZI HEAT EXCH RETURN TEMPERATURE
	C#14	18AWG-2P → B2 OUTDOOR JACUZZI HEAT EXCHANGER VALVE
	C#15	18AWG-1P → INDOOR GYM JACUZZI HEAT EXCH SUPPLY TEMPERATURE
	C#16	18AWG-1P → INDOOR GYM JACUZZI HEAT EXCH RETURN TEMPERATURE
	C#17	18AWG-2P → INDOOR GYM JACUZZI HEAT EXCHANGER VALVE
	C#18	8x1.5mm ² → CP-OUTDOOR CASCADE
	C#19	8x1.5mm ² → WATER JET
	C#20	4x(18AWG-2P) → WATER COMPENSATION TANKS
	C#21	8x1.5mm ² → OUTDOOR POOL PUMPS STARTER PANEL
	C#22	4x1.5mm ² → INDOOR POOL PUMP STARTER PANEL
	C#23	4x1.5mm ² → INDOOR JACUZZI PUMP STARTER PANEL
	C#24	4x1.5mm ² → OUTDOOR JACUZZI PUMP STARTER PANEL
	C#25	4x1.5mm ² → WELL PUMP CONTROL PANEL
	C#26	CAT6 → EIB KNX SYSTEM
	C#27	18AWG-1P → UPS
	C#28	5x(8x1.5mm ²) → MDB
	C#29	CAT6 → BMS WORKSTATION

Tableau V-11: Liste des câbles de contrôle FPU-MAIN

V.4 Listes des points d'intégration

Modbus est un protocole de communication série développé par Modicon (maintenant Schneider Electric) en 1979 pour l'utiliser avec ses automates programmables industriels API (ou PLC). En d'autres termes, c'est une méthode de transmission des informations sur des lignes série entre les dispositifs électroniques. Le dispositif demandant les informations est appelé 'le Maître Modbus', et les dispositifs fournissant les informations sont 'les Esclaves Modbus'. Dans un réseau Modbus standard, il existe un maître et jusqu'à 247 esclaves, chacun avec une adresse esclave unique de 1 à 247. Le maître peut également agir sur les informations contenues dans 'les esclaves'.

La transmission sur Modbus se fait en série entre les dispositifs. La configuration la plus simple serait un seul câble série reliant les ports séries de deux appareils, l'un 'Maître' et l'autre 'Esclave'.

Dans notre projet, ce type de communication est utilisé pour avoir des informations provenant des tableaux de distribution principale, des générateurs, du UPS et du déshumidificateur de la piscine. Le module 'TXII.OPEN' permet d'intégrer ce type de bus de communication au bus de communication Bacnet/IP du système GTB.

La lecture des informations provenant des interfaces Modbus se réalise à travers l'intégration des registres à notre système à l'aide du logiciel 'TXI Open Tool'. Chaque registre correspond à une information, et ainsi selon les registres intégrés, les informations correspondantes peuvent être lues. Ainsi on peut voir ci-dessous les points connectés au GTB pour chacun des systèmes mentionnés ci-dessus.

1- Compteur d'énergie

	Description	Unité
1	Voltage Phase 1-N	V
2	Voltage Phase 2-N	V
3	Voltage Phase 3-N	V
4	Courant Phase 1	A
5	Courant Phase 2	A
6	Courant Phase 3	A
7	Fréquence	Hz
8	Facteur de puissance	
9	Puissance Apparente	kVA
10	Puissance Active	kW
11	Puissance Réactive	kVAR
12	Energie	kWh



2- Générateur

	Description	Unité
1	Voltage simple Phase 1-N	V
2	Voltage simple Phase 2-N	V
3	Voltage simple Phase 3-N	V
4	Voltage composé Phase 1-2	V
5	Voltage composé Phase 2-3	V
6	Voltage composé Phase 3-1	V
7	Courant Phase 1	A
8	Courant Phase 2	A
9	Courant Phase 3	A
10	Fréquence	Hz
11	Facteur de puissance	
12	Puissance Apparente	kVA
13	Puissance Réactive	kVAR
14	Energie	MWh
15	Voltage de la batterie	V
16	RPM	RPM
17	Température radiateur	°C
18	Pression de l'huile	kPa
19	Fuel Rate	l/h
20	Heure de fonctionnement	h

3- UPS

	Description	Unité
1	Voltage simple Phase 1-N	V
2	Voltage simple Phase 2-N	V
3	Voltage simple Phase 3-N	V
4	Courant Phase 1	A
5	Courant Phase 2	A
6	Courant Phase 3	A
7	Fréquence	Hz
8	Puissance Apparente	kVA
9	Energie	kWh
10	Voltage de la batterie	V
11	Capacité de la batterie	%
12	Temps de la batterie	min
13	Alarme générale	



4- Déshumidificateur de la piscine BCP

	Description	Unité
1	Commande ON/OFF	
2	Consigne de température	°C
3	Consigne d'humidité	%
4	Température du retour	°C
5	Humidité du retour	%
6	Température Air neuf	°C
7	Humidité Air neuf	%
8	Température soufflage	°C
9	Humidité soufflage	%
10	Position volet	%
11	Position vanne	%
12	Statut BCP	
13	Temps de fonctionnement BCP	min
14	Alarme générale BCP	
15	Statut Compresseur-1	
16	Temps de fonctionnement Compresseur-1	min
17	Pression bas Comp-1	
18	Pression haut Comp-1	
19	Statut Compresseur-2	
20	Temps de fonctionnement Compresseur-2	min
21	Pression bas Comp-2	
22	Pression haut Comp-2	



V.5 Assemblage des tableaux GTB

En se basant sur les plans des tableaux GTB et ayant les contrôleurs nécessaires disponibles, la phase de l'assemblage des tableaux peut être exécutée.

Ces tableaux sont assemblés dans l'atelier de l'entreprise par les techniciens électriques. Toute modification faite durant cette phase doit être notée afin de mettre à jour les plans concernés.

L'assemblage doit tenir en compte l'utilisation des sections convenables et des couleurs standards pour les câbles de contrôle.

Une fois l'assemblage est fait, chaque tableau est testé pour vérifier son bon fonctionnement avant qu'il soit envoyé à sa destination. L'assemblage et le test des tableaux GTB ont duré deux semaines.



Figure V-7 : Un tableau assemblé dans un coffret

V.6 Installation des tableaux et câbles de contrôle

Une fois l'assemblage des coffrets est fini et l'électricien du chantier commence à installer tous les conduits et les chemins de câble nécessaires. Chaque tableau est ensuite installé à sa place selon les plans pré-établis (paragraphe IV.2). En même temps, une autre tire les câbles de contrôle nécessaires entre chaque tableau et ses périphériques en se basant sur les tableaux décrits dans les paragraphes V.3. L'installation des tableaux et des câbles de contrôle a duré six semaines.

V.7 Connexion des tableaux et périphériques

Après avoir installé les tableaux et les câbles de contrôle, on commence par la connexion des câbles de contrôle aux coffrets en se basant sur les plans décrits dans le paragraphe V.2. La connexion entre chacun tableau et ses périphériques est faite en respectant les plans d'adressage déjà établis.

Ainsi tous les câbles de contrôle avant qu'il soit connecté au module correspondant sont numérotés avec un embout pour faciliter ultérieurement le travail de maintenance. L'installation et la connexion des périphériques ont duré 3 semaines, tandis que la connexion des tableaux a duré 4 semaines (Figure V-8).



Figure V-8 : Connexion des tableaux

V.8 Programmation des contrôleurs sur le logiciel Xworks

C'est dans cette phase qu'on définit la fonction et le rôle de chaque contrôleur choisi.

Le langage de programmation sur le logiciel Xworks spécifique à SIEMENS est à base des « Boîtes fonctionnelles » (FBD). Une FBD se présente sous forme d'un diagramme, comportant un ensemble de blocs connectables entre eux. Ces blocs peuvent être des entrées digitales, des entrées analogues, des sorties digitales, des sorties analogues, des blocs de contrôles PID, des sélecteurs, des compteurs, des convertisseurs, des comparateurs...

Pour chaque contrôleur on définit ses entrées et ses sorties, leurs adresses, leurs natures (analogues ou digitales) et la relation logique qui contrôle le fonctionnement des sorties selon les états des entrées.

Tout d'abord dans « **Desigo project manager** » on crée un nouveau projet (Villa Semaan Mtayleb-518), où l'on met toutes les descriptions nécessaires comme l'illustre la figure suivante (Figure V-9).

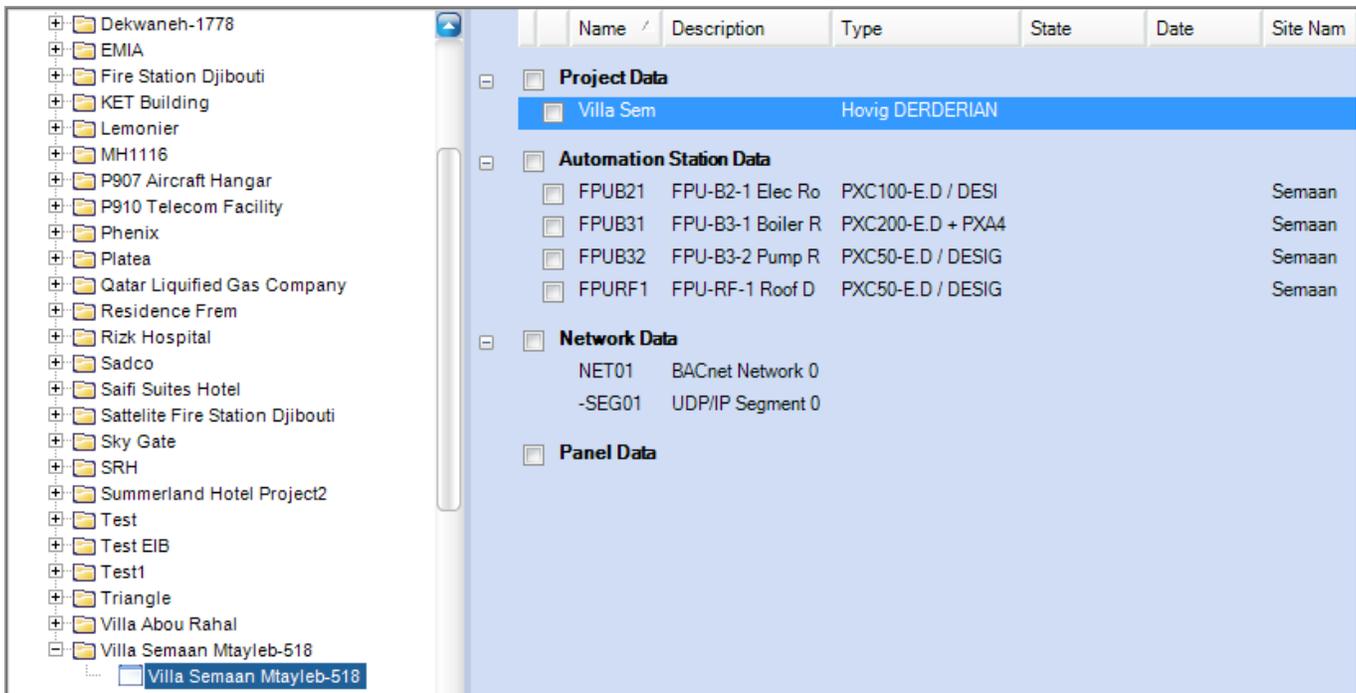


Figure V-9 : Desigo project manager

Puis dans « **Network configurator** » on doit construire l'architecture en spécifiant le nombre des contrôleurs présents dans ce projet, et en donnant les différentes adresses IP pour chaque contrôleur comme l'illustre la figure suivante (Figure V-10).

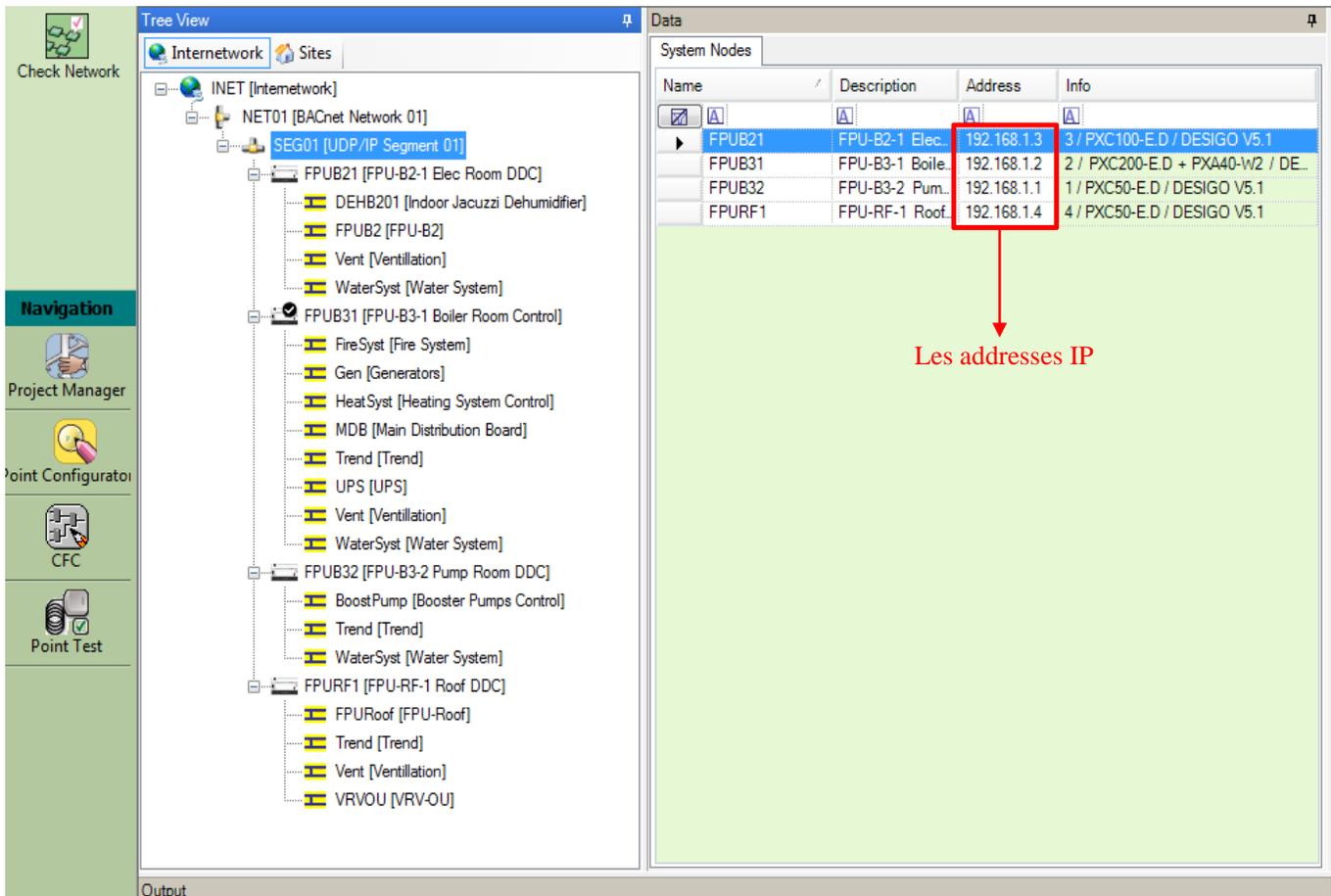


Figure V-10 : Network configurator

Ensuite dans « **CFC** » et pour chaque contrôleur, on met tous les points d'entrées et de sortie avec leurs adresses, les blocs logique et les fonctions nécessaires selon les exigences techniques et le cahier de charges, puis on exécute la compilation pour vérifier qu'il n'y a pas d'erreurs. Avant de télécharger la configuration relative à chaque contrôleur (Figure V-11).

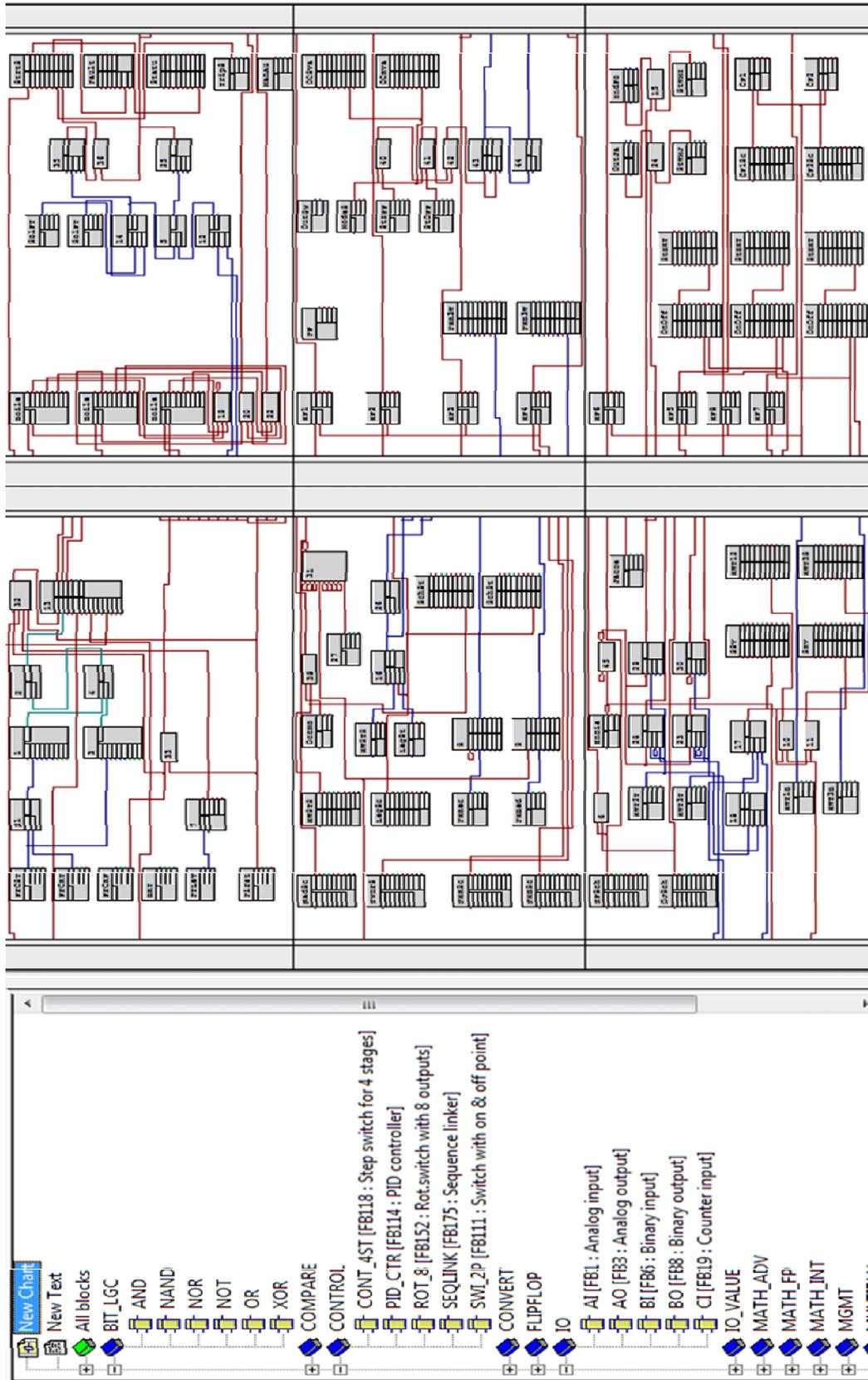


Figure V-11 : CFC

Exemple du logiciel FBD

1- Control de la pompe chauffe-eau solaire

La pompe des panneaux solaire fonctionne d'un part sur la différence des températures entre TS et le maximum (T1 et T3), et d'autre part sur la température chauffe-eau solaire. Si celle-ci dépasse les 40°C, la pompe solaire reste en marche et alimente alors les échangeurs de chaleur des piscines, en cas où les réservoirs ont atteint leurs températures désirées.

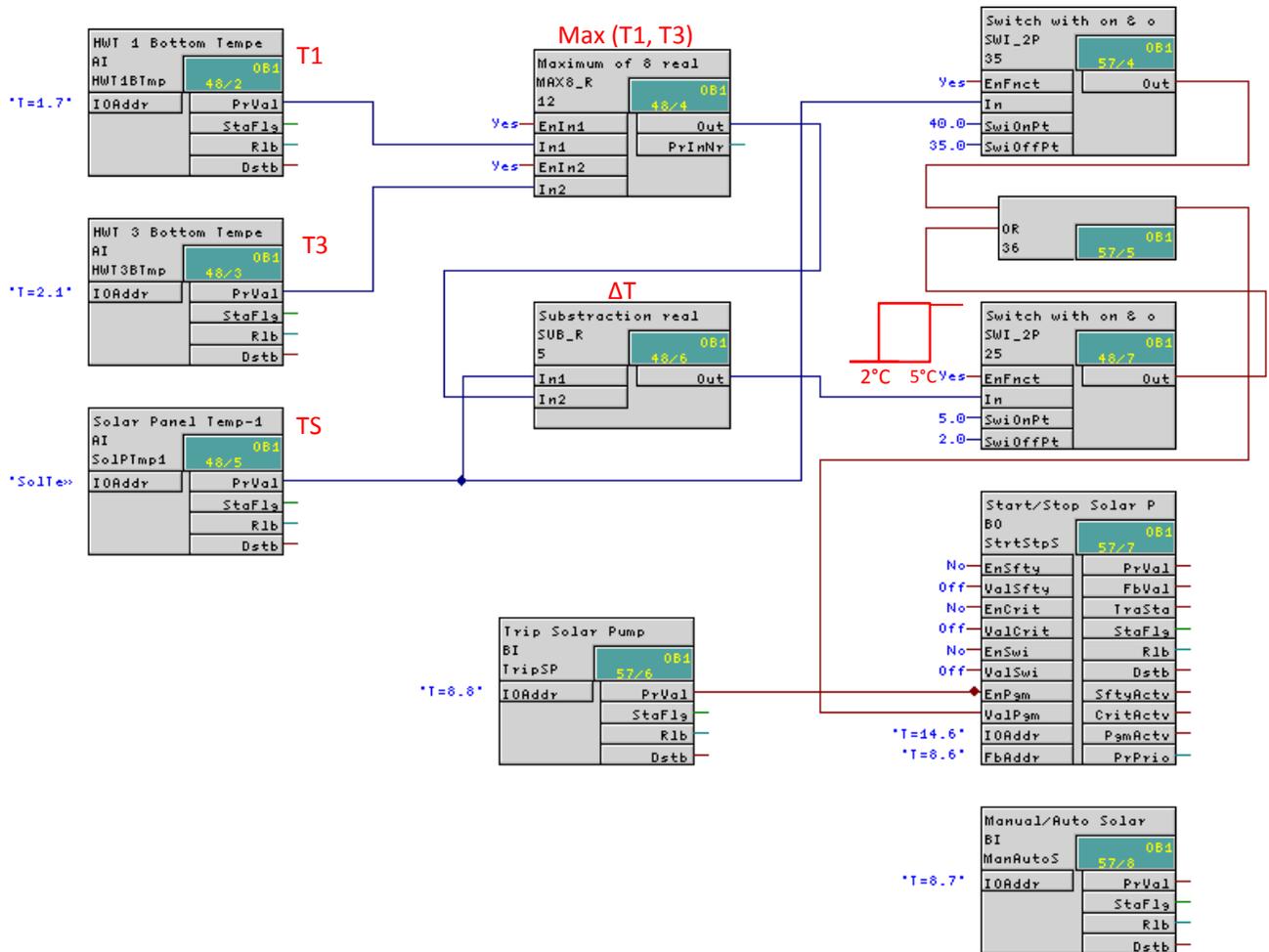


Figure V-12 : CFC pompe chauffe-eau solaire

2- Contrôle des réservoirs chauffe-eau

En cas où la commande du chauffage des réservoirs chauffe-eau est activée, et le système solaire n'est pas en mesure de chauffer l'eau des réservoirs bien que leur température est inférieure à 65°C, les chaudières interviennent alors pour chauffer l'eau jusqu'à la température désirée.

Notons que si les chaudières sont en panne, les résistances électriques vont être intervenir pour chauffer l'eau dans les réservoirs.

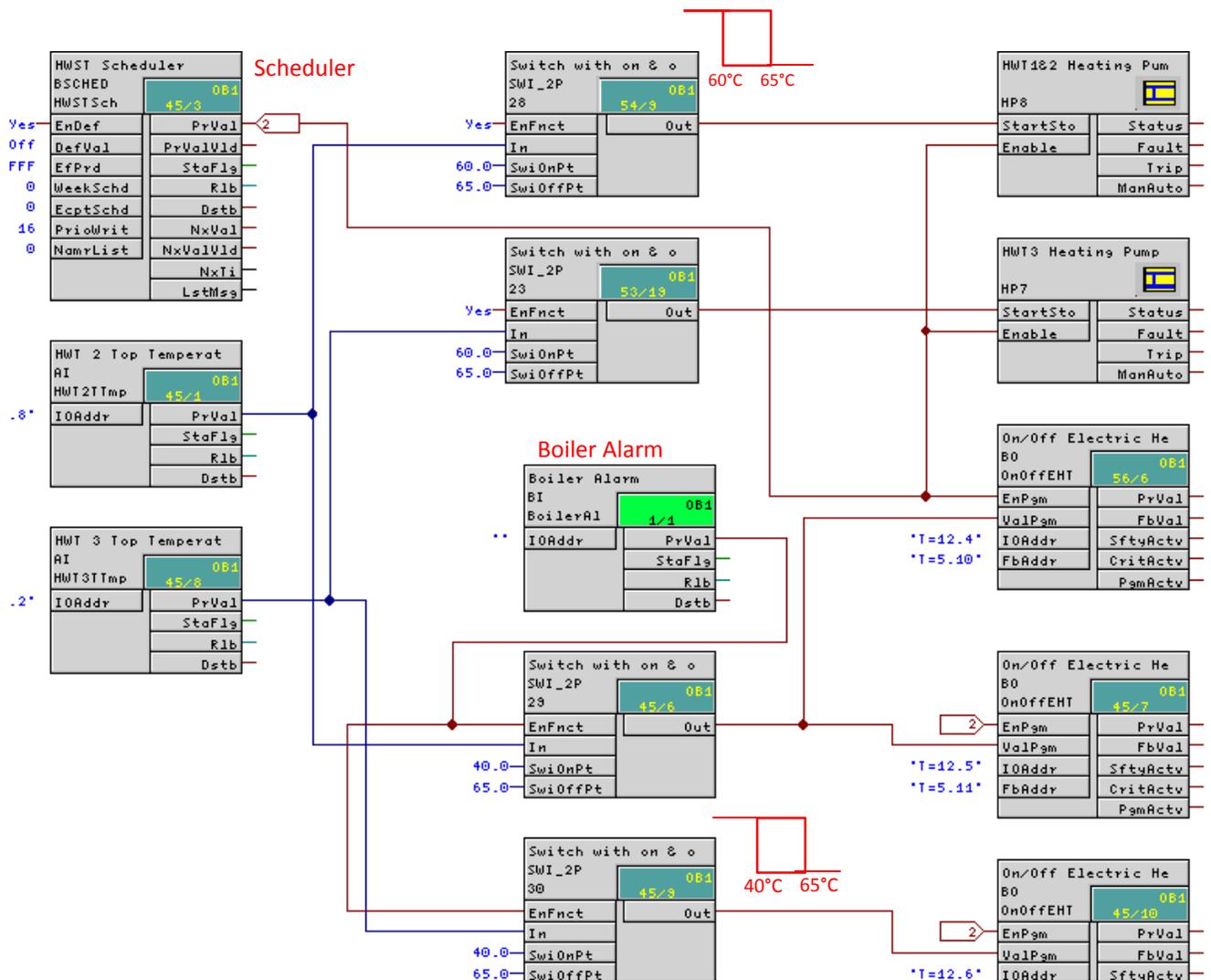


Figure V-13 : CFC réservoirs chauffe-eau

V.9 Les essais internes

Une fois les étapes décrites ci-dessus sont réalisées, la phase des essais internes peut commencer.

Les essais consistent à vérifier le fonctionnement, la surveillance et le contrôle des équipements électriques et mécaniques ainsi que les infrastructures à travers le système GTB et cela à travers le logiciel Xworks.

En effet, ces essais permettent de tester les points de chacun des coffrets connectées aux modules d'entrées et de sorties et vérifier leur comptabilité. De plus, dans cette phase, les trajets limites de certains actionneurs sont calibrés ainsi que les paramètres des régulateurs PID utilisés dans la programmation.

Les essais de chaque coffret se fait de la manière suivante :

I. Prérequis (avant le démarrage du processus des essais et de mise en service)

- 1- Le tableau doit être alimenté par une alimentation UPS (220VAC)
- 2- Connexion des câblages des périphériques et des systèmes reliées à GTB
- 3- Vérification préliminaire avant la mise sous tension du tableau :
 - Vérifier qu'il n'y a pas de bosselures sur les portes des tableaux GTB
 - Vérifier qu'il n'y a pas de matériel manquant par rapport à la dernière mise à jours des plans
- 4- Le disjoncteur principal du coffret doit être ouvert
- 5- Tous les fusibles doivent être débranchés
- 6- Vérifier la tension (220 VAC) et la prise de terre pour l'alimentation
- 7- Vérifier la connexion entre le coffret et les périphériques (capteurs, MCP, etc...)
- 8- Tous les modules d'entrée doivent être en position d'arrêt
- 9- Mettre en marche le disjoncteur principal
- 10- Appliquer une tension à l'entrée du transformateur (220VAC) et vérifier la tension secondaire (24VAC)
- 11- Mettre sous tension le contrôleur DDC et les modules E / S en fermant les fusibles correspondants
- 12- Introduire les modules de sorties et vérifier la commande des sorties (une par une)

13- Vérifier avant d'introduire les modules d'entrée, qu'on n'a pas une tension sur les bornes des entrées, sinon le module sera endommagé

14- Introduire les modules d'entrées analogiques et faire la lecture des valeurs comme la température, l'humidité, la pression...etc. tout en les comparant avec leurs valeurs actuelles

15- Introduire les modules d'entrées digitales et faire la lecture des valeurs en les comparant avec leurs valeurs actuelles.

II. Rapport de tests et de réception

1- Essais internes de tous les points E/S

2- Signer les rapports des essais (Testing & Commissioning report).

V.10 Préparation de l'interface graphique sur le PX WEB [27]

Une fois les essais et les tests sont terminés, la mise en service du système tout entier peut commencer.

L'interface graphique conçue par un collègue (Architecte), est construit en produisant, à partir des plans réalisés sur Autocad, des différentes parties du système à contrôler et à superviser, des photos 3D au format JPEG, grâce au logiciel 3D Max voir (**Annexe-C**). Cette étape a duré deux semaines.

PX-WEB

Après avoir préparé les graphiques, on passe à l'étape de configuration et installation des graphiques sur l'interface PXA40-W2.

1- D'abord, à l'aide d'un navigateur internet, on met les IP correspondantes au contrôleur sur lequel est placé le module PXA40-W2 (192.168.1.2), ce qui permet d'avoir accès à une page d'accueil telle que celle de la figure ci-dessous.

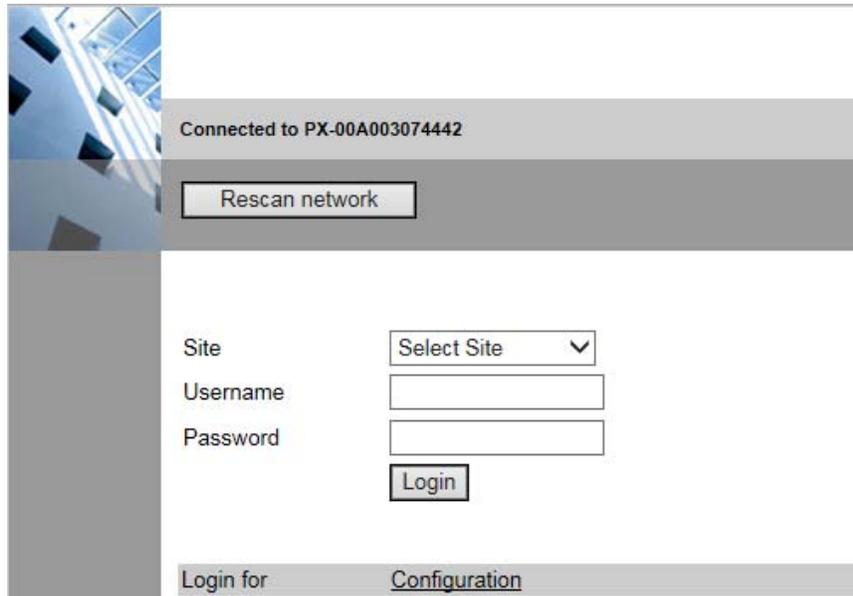


Figure V-14 : PX-WEB Login

2- Sur cette page, on choisit le site en introduisant le nom d'utilisateur et le mot de passe :

Site : Semaan

Username : Administrateur

Password : Administrateur

3- Ensuite dans **Settings** on peut configurer les différents paramètres tels que :

- Date et Heure
- Création d'un compte «opérateur » ou « utilisateur » (client).

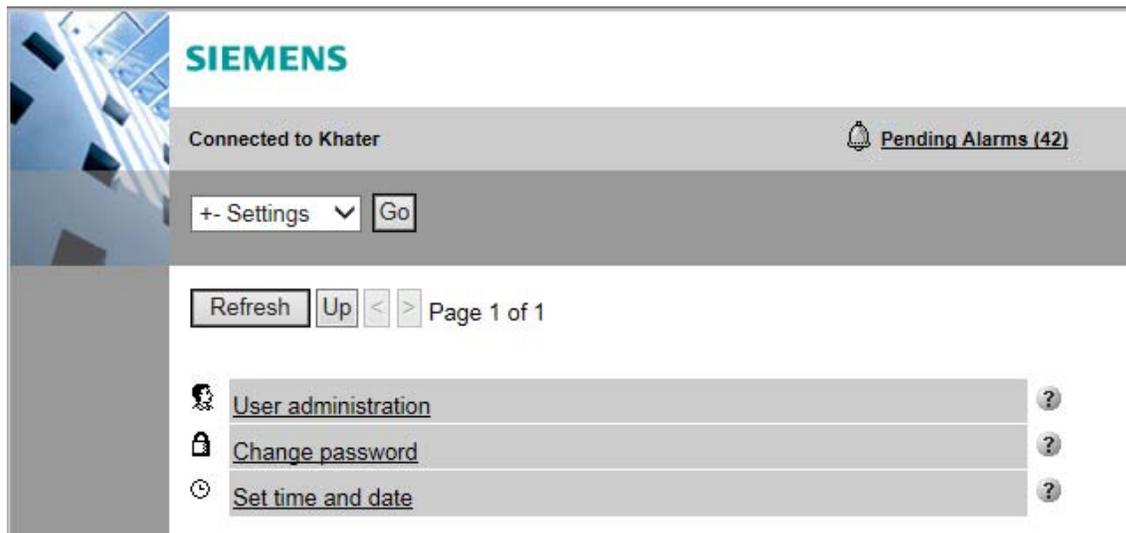


Figure V-15: PX-WEB Time/Date

4- Puis dans **Functions** (Add new graphic page) on peut ajouter toutes les graphiques préparés pour l'interface.

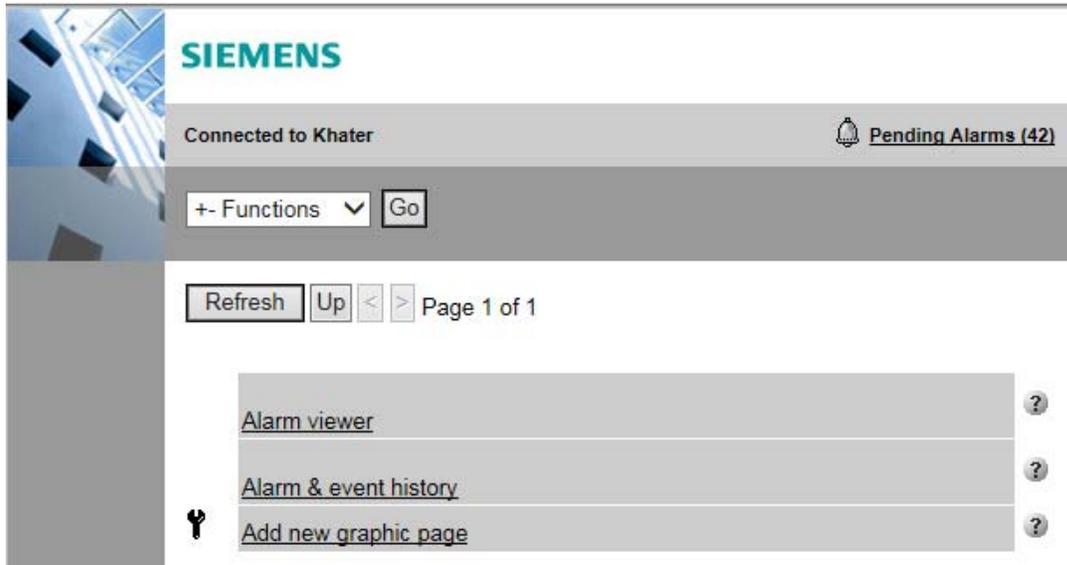


Figure V-16: PX-WEB ajout des pages

5- Après avoir ajouté les graphiques, on peut mettre en correspondance les icônes avec les graphiques correspondants (Figure V-17).



Figure V-17: PX-WEB ajout des points

- 1 Pour écrire un texte ou bien mettre une remarque sur les graphes
- 2 Pour ajouter et faire l'adressage d'un point sur les graphes
- 3 Pour créer des liens entre les différents systèmes et graphes

- 4 Pour ajouter un (Time Schedule) afin de faire fonctionner le système pendant des heures convenables
- 5 Pour ajouter un calendrier afin de faire fonctionner le système pendant les jours fériés
- 6 Pour ajouter un lien qui nous renvoie à la page principale.

6-Les données du Trend fournissent des informations importantes concernant les applications et le système de contrôle. Les données Trend sont enregistrées dans la station d'automation, où elles peuvent être récupérées pour une utilisation ultérieure (trend hors ligne). En PX-WEB les données s'affichent sous forme de tableau (Figure V-18). Il est également possible d'exporter les données sous forme d'un fichier « excel ».

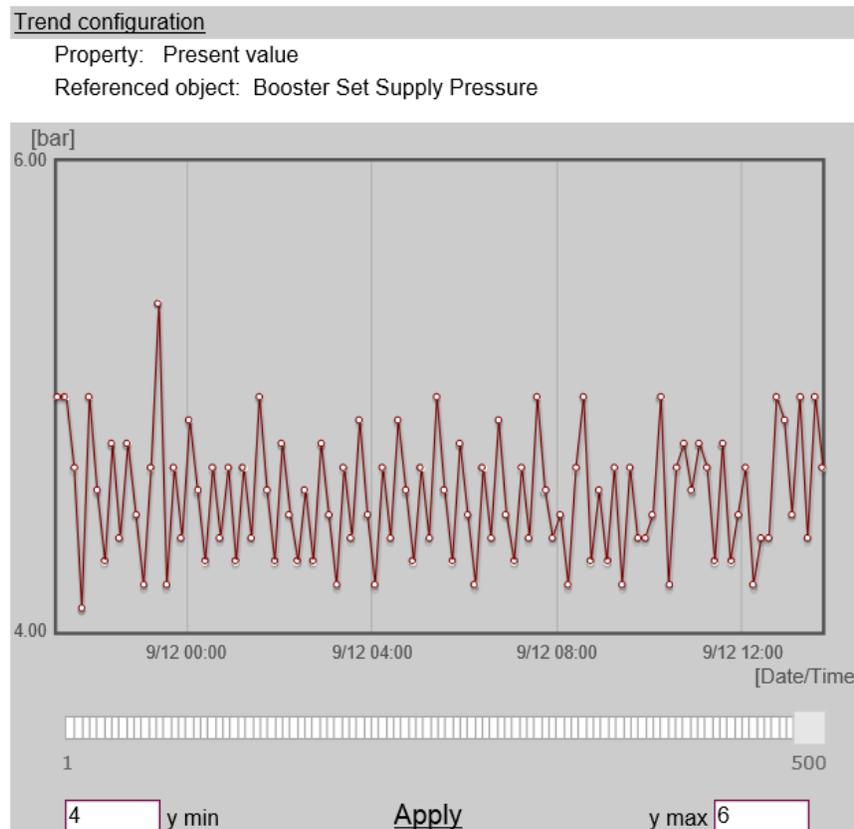


Figure V-18: Donnée trend pour la pression des pompes de surpression

7- La liste des alarmes nous donne une historique des alarmes toujours actives et celles qui sont disparues comme le montre la figure V-19.



Figure V-19: Liste des alarmes

La figure ci-dessous représente le code couleur de chacune des alarmes qui peuvent être présentes dans la liste

Alarm symbols	Description
	Alarm in Offnormal or Fault state Alarm not yet acknowledged. The animated symbol in the status bar shows a "swinging" alarm bell.
	Fault acknowledged but not cleared. The fault must be cleared locally.
	Alarm in Normal state. Fault cleared but alarm not yet acknowledged.
	Appears only with Extended alarms . When a "normal" fault has been remedied and acknowledged, the associated entry disappears. In the case of an Extended alarm, a critical alarm at the highest level, you must also reset the alarm by clicking the Reset button.

Figure V-20: Code couleur des alarmes

Problèmes et solutions

Plusieurs problèmes ont été rencontrés lors de l'exécution de ce projet et qui ont abouti à un retard dans sa mise en service finale. Ces problèmes sont de plusieurs types, dont on va voir les solutions qu'on a proposées pour chacun de ces problèmes.

1. Incompatibilité de la version (firmware) entre contrôleurs et logiciel

Problème

Le premier problème rencontré lors de la mise en service du projet: la version du (firmware) des contrôleurs utilisés est incompatible avec celle du logiciel Xworks.

Solution

Ce problème est résolu en faisant un (Upgrade) au firmware des contrôleurs. Pour qu'il sera compatible avec la version du logiciel Xworks, dans lequel se trouvent les programmes de fonctionnement de ces contrôleurs.

2. Manque de réservation des points pour le système GTB

Problème

Le deuxième problème rencontré est le manque de réservation des points afin de connecter le GTB aux systèmes mécanique et électrique. On nomme les suivants :

- Le Tableau de distribution principale (aucune réservation)
- Les ventilateurs (aucune réservation)
- Les pompes du système de l'eau (aucune réservation)

Ainsi ces systèmes mentionnés ci-dessus ont prolongé la durée du travail pour un temps plus que le nécessaire.

Solution

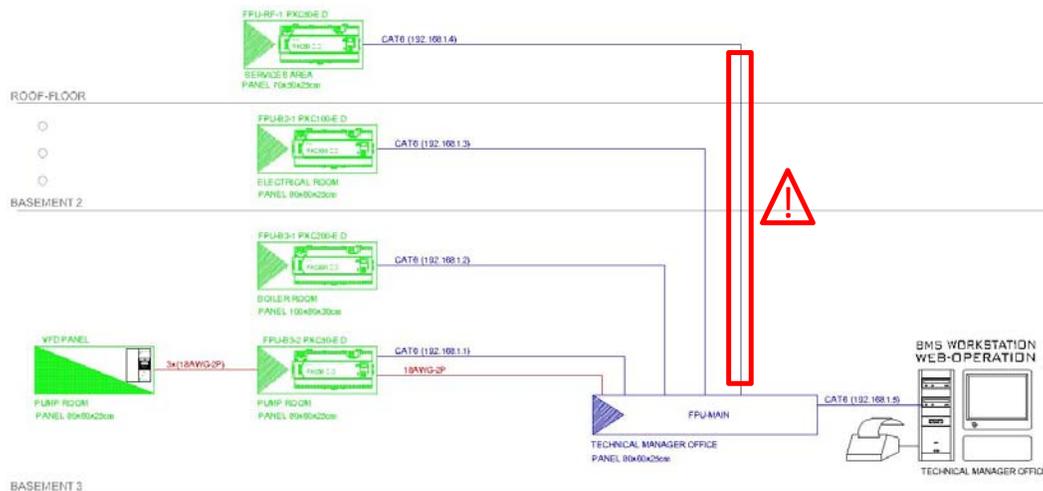
Ce problème est résolu en contactant les parties responsables pour qu'ils prennent l'action nécessaire afin de réserver les points du GTB mentionnés ci-dessous.

- Le Tableau de distribution principale (Etat et Défaut pour tous les disjoncteurs)
- Les ventilateurs (Commande, Etat, Défaut et Man/Auto pour tous les ventilateurs)
- Les pompes du système de l'eau (Etat et Défaut pour toutes les pompes).

3. Des problèmes de communication entre les contrôleurs

Problème

On a rencontré un problème de communication du bus Ethernet entre le tableau du roof (FPU-Roof) et le tableau principal (FPU-Main), montré sur la figure ci-dessous.



Ce problème est détecté lors des tests, lorsque du tableau principal on a essayé de se connecter à tous les tableaux GTB, on a pu voire tous les tableaux du système sauf celui du roof, donc on a conclu que le problème était la distance du câble CAT6.

Solution

Ce problème est résolu en mettant un HUB Switch entre les deux tableaux vus que la distance du câble CAT6 connectant les deux contrôleurs dépasse les 100 mètres, près de 120 mètres.

4. Des problèmes de câblage

Problème

Le quatrième problème rencontré est liés aux fausses connexions. Ce problème est détecté lors des essais internes.

Certaines connexions sur les modules d'entrées et de sorties sont faites sans respecter leurs adresses spécifiées dans les plans électriques. Cela conduit à:

-Un conflit de fonctionnement des équipements: l'ordre donné à une sortie pour faire fonctionner un équipement (une pompe par exemple), fait fonctionner un autre équipement.

C'est à cause de l'incompatibilité des connexions réalisées avec les plans électriques proposés et le programme réalisé sur le logiciel Xworks.

- L'endommagement d'un module d'entrées (TXM1.16D), du fait d'une mauvaise connexion faite à un module d'entrée: Ce qui fournit une tension de 220 VAC, bien que le rôle de cette entrée est de fournir une tension de 24 VDC.

Solution

Ce problème est résolu en remplaçant le module détruit par un nouveau module, et en réparant les fausses connexions.

Bilan final

Enfin après l'étape d'exécution et la mise en service du système GTB, on a pu avoir les options suivantes:

- 1- La supervision et le contrôle à distance des systèmes mécaniques et électriques du projet.
- 2- La connaissance de toutes les informations nécessaires concernant le fonctionnement des systèmes suivants :
 - Système de chauffage
 - Système de ventilation
 - Système de l'eau
 - Système électrique
- 3- La facilité des travaux de maintenance, où les pannes sont directement détectées et signalées sur la station d'opération. Cela permet de diminuer le temps et le nombre de personnel qui doivent intervenir.
- 4- La diminution de la consommation d'énergie où les chaudières, les pompes, les ventilateurs, les déshumidificateurs et les systèmes d'éclairage fonctionnent suivant des horaires bien précis, préparés selon les besoins. Ainsi, le gaspillage et le fonctionnement inutile des équipements sont réduits au minimum.
- 5- L'amélioration du niveau de confort dans les lieux, en contrôlant d'une façon efficace et rapide les conditions internes telles que la température et l'humidité des salles, et en diminuant les interventions du personnel dans les opérations quotidiennes.

Conclusion

A travers ce mémoire, nous avons présenté le projet d'installation d'un système de Gestion Technique du bâtiment dans une villa de 6000 m².

Ce système comporte des équipements mécaniques et électriques pour lesquels nous avons installé l'infrastructure nécessaire et nous les avons reliés à un système de contrôle et de supervision, dont les composants sont réparties dans tout le bâtiment, et ce en respectant le cahier des charges établi par un bureau d'études techniques.

Le déroulement de la mise en œuvre du projet dès la conception jusqu'à l'implantation et les tests a été décrit dans ce document.

Grâce à un travail rigoureux, nous avons pu livrer le projet en respectant les délais de livraison et les contraintes budgétaires qui nous ont été impartis, et ce, malgré un certain nombre de problèmes techniques auxquels nous avons dû faire face et que nous avons pu résoudre sans frais budgétaire important.

Grâce à ce projet, j'ai pu développer mes compétences relationnelles et de management, mais aussi mon expérience dans ce domaine en pleine expansion au Liban où la plupart des nouvelles constructions introduit d'une manière plus ou moins avancée, ce genre de système de gestion automatise des équipements techniques (mécaniques, électriques et de sécurité) installés dans les bâtiments, tout en soulignant les avantages majeurs remarqués une fois le système est mis en service.

Références Bibliographiques

- [1] *Mise en oeuvre d'un système GTB/GTC et télégestion*,
http://www.alec-rennes.org/wp-content/uploads/2014/04/Presentation_VilledeMordelles.pdf
- [2] *Building Management Systems (BMS) for Venues*,
http://greener.liveperformance.com.au/uploads/pages/10/building_management_systems_info_kit_for_venues.pdf
- [3] http://www.motoreselectricos.eu/res/site89593/res691965_CT-AquairBCP-9100-G-2007-08-E.pdf
- [4] http://www.socomec.fr/onduleurs-tri-monophases_fr.html
- [5] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10370250>
- [6] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10361819>
- [7] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10239551>
- [8] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=20053>
- [9] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=20091>
- [10] http://www.etazgrejanje.com/cms_upload/catalog/product_files/1782_qac22-32.pdf
- [11] <http://datasheets.globalspec.com/ps/2206/HVACQuick/F1BD1F83-DBE2-43E2-BC9E-202646469611>
- [12] https://www.siemens.co.kr/bt/erp/erpmenus/pds_data/upLoadFiles/QAE2120.pdf
- [13] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10446472>
- [14] https://www.siemens.co.kr/bt/erp/erpmenus/pds_data/upLoadFiles/QFM2160.pdf
- [15] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=9798>

- [16] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10099829>
- [17] http://www.greystoneenergy.com/webcura/files/279845_cs-gng-100_submittal.pdf
- [18] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10488>
- [19] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10486>
- [20] http://www.setpoint.co.nz/products/products/pdfs/VAI60_VBI60datasheet.pdf
- [21] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10768>
- [22] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10764>
- [23] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10371999>
- [24] https://www.siemensbolt.hu/doc/siemens/pdf/GLB331.9E_Datasheet_en.pdf
- [25] https://www.expertelectrical.co.uk/media/mconnect_uploadfiles/s/c/schneider-steel-datasheet.pdf
- [26] <http://www.df-sa.es/media/transformers-media/low-voltage-transformers.pdf>
- [27] <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10662430>

Annexes

I. Annexe-A (Spécifications de quelques composants)

1- G120P-1.5/32B

Variable Speed Drive G120P, FSA, IP20, Filter B, 1.5 kW		
Product no.	Documents	Stock no.
G120P-1.5/32B		6SL3200-6AE14-1BH0
<p>Variable speed drive for energy-optimized speed control of pump, compressor and fan motors in building control applications, including: Powermodule PM230, ControlUnit CU230P-2 BT with screening plate without panel.</p> <p>Additional info When using a screening kit for the Power Module the total height increases as follows: FSA: 80 mm; FSB: 78 mm; FSC: 77 mm; FSD, FSE, FSF: 123 mm. The depth increases when using a BOP-2 by 10 mm, and with an IOP 20 mm.</p>		
		
Attribute	Value	
Operating voltage	400 V	
Frequency	47...63 Hz	
Power output	1.5 kW	
Communication	Modbus/RTU , RS485/US\$, BACnetMS/TP , PROFIBUS (optional) , PROFINET (optional) , CANopen (optional) , P1 FLN	
Overload capacity	110% for 57 sec. and 150% for 3 sec. every 300 sec.	
Protection functions	- Overvoltage and undervoltage - VSD overtemperature - Motor temperature with PTC via special input terminals - Pt motor, thermal - Ground fault, short circuit - Stalling current and locked rotor	
PWM frequency	4 kHz...16 kHz (2 kHz steps)	
Output current	4.10 A	
Output frequency	0...550 Hz	
Filter type	B	
Analog inputs	Switchable, programmable scaling	
Analog inputs, number	4	
Analog input, signal	DC -10...10 V, DC 0...10 V, DC 0...20 mA, DC 2...10 V, DC 4...20 mA, Pt1000 , LG-Ni1000	
Analog outputs	Programmable scaling Switchable	
Analog outputs, number	2	
Analog output, signal	DC 0...10 V, DC 2...10 V, DC 0...20 mA, DC 4...20 mA	
Digital inputs, number	6	
Digital inputs	Potential-free input signal Programmable	
Relay outputs	Potential-free switchover contacts Programmable	
Relay outputs, number	3	
Relay output, switching voltage	AC 250 V, DC 30 V	
Relay output, switching current	AC 2 A, DC 5 A	
Degree of protection	IP20	
Operating temperature	0...60 °C	
Dimensions (W x H x D)	73 x 202 x 288 mm	
Weight	4.06 kg	
Product conformity	CE , C-TIC , UL	
Standard	EN 61800-3	

2- Contrôleur Modulaire PXC

Automation station BACnet/IP, with more than 200 data points		
Product no.	Documents	Stock no.
PXC200-E.D		BPZ:PXC200-E.D

The freely programmable modular series PXC..D automation stations with its free I/O configuration and DIN compliant construction are optimized for panel assembly. It primarily controls and monitors larger items of plant. The flexible TX-I/O modul product range for signaling, measuring, metering, switching and positioning can be seamlessly connect to the automation station.

- Management functions (alarm management, time schedules, trend functions, remote management, access protection etc.)
- Standalone application or for use in the device or system network
- PXX-L11/12 for connecting RXC room controllers / LonWorks devices
- Connection of the PXM.. operator unit
- BTL tested BACnet communication on LonTalk, PTP or IP according to BACnet standard (rev 1.12 - as of Desigo V6.0) incl. B-BC profile
- AMEV profiles AS-A and AS-B according to guide line "BACnet 2011 - Version 1.2 (as of Desigo V6.0)"

Additional info

Application
These freely programmable automation stations provide the infrastructure to accommodate and process system-specific and application-specific functions. In addition to the control functions, the automation station also incorporates convenient integrated management functions such as:

- Alarm management with alarm routing throughout the network. Management of simple, basic and extended alarms, with safe-transfer tracking and automatic monitoring of alarm transmission
- Time schedules
- Trend functions
- Remote management function with PXA40..
- Access protection throughout the network with individually definable user profiles and categories

Communication
The devices communicate via an open bus system using the international BACnet standard protocol. Both peer-to-peer communications with other automation stations and connections to the PXM20/PXM20-E operator units are integrated.

Operation and monitoring
The automation stations are operated with the convenient PXM20 operator unit, which has a keypad for operation, and a display panel for graphs and plain text. The PXM20/PXM20-E operator units can be used as local or distributed devices for operation of all plant interconnected in the same network. The PXA40-W0/W1/W2 option modules allow remote operation and monitoring of one or more DESIGO PXC100-E.D / PXC200-E.D automation stations using standard Internet browser.

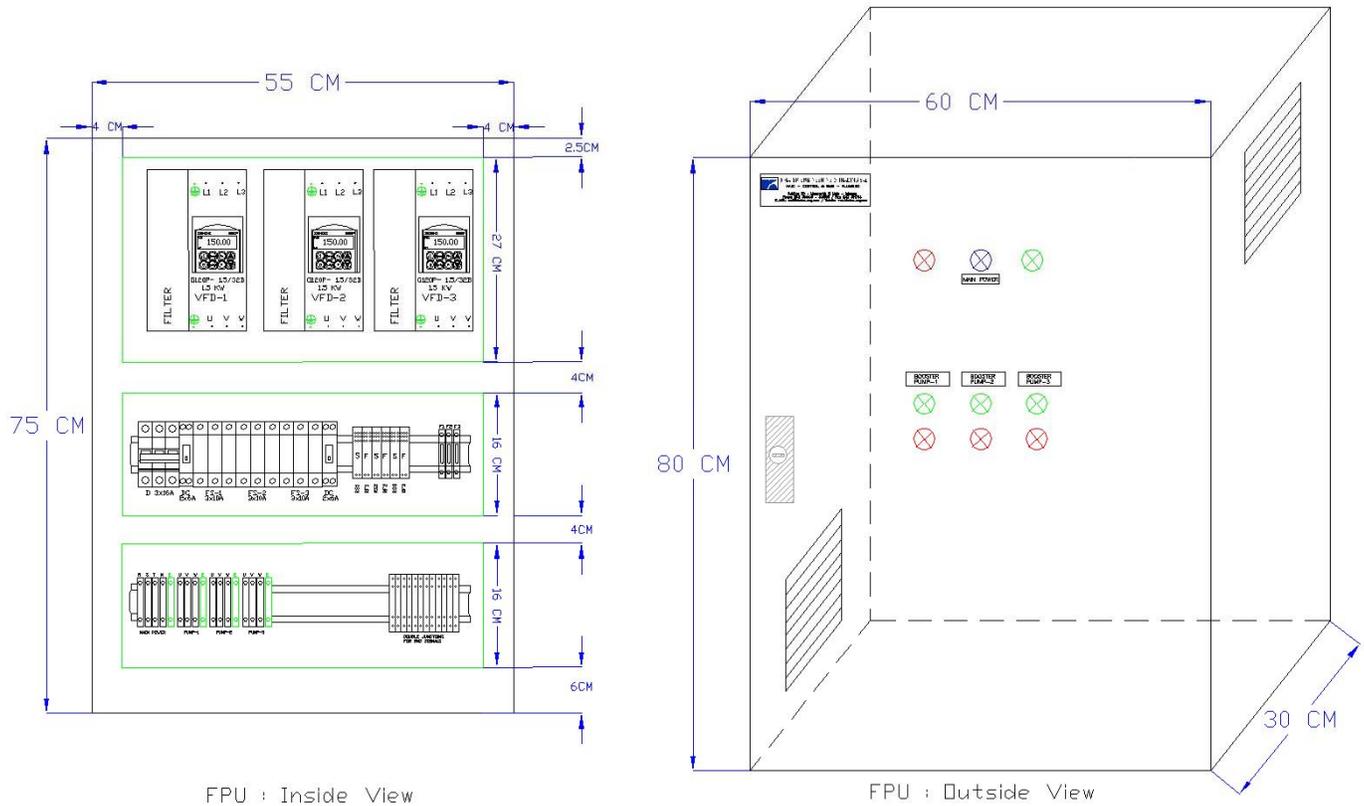


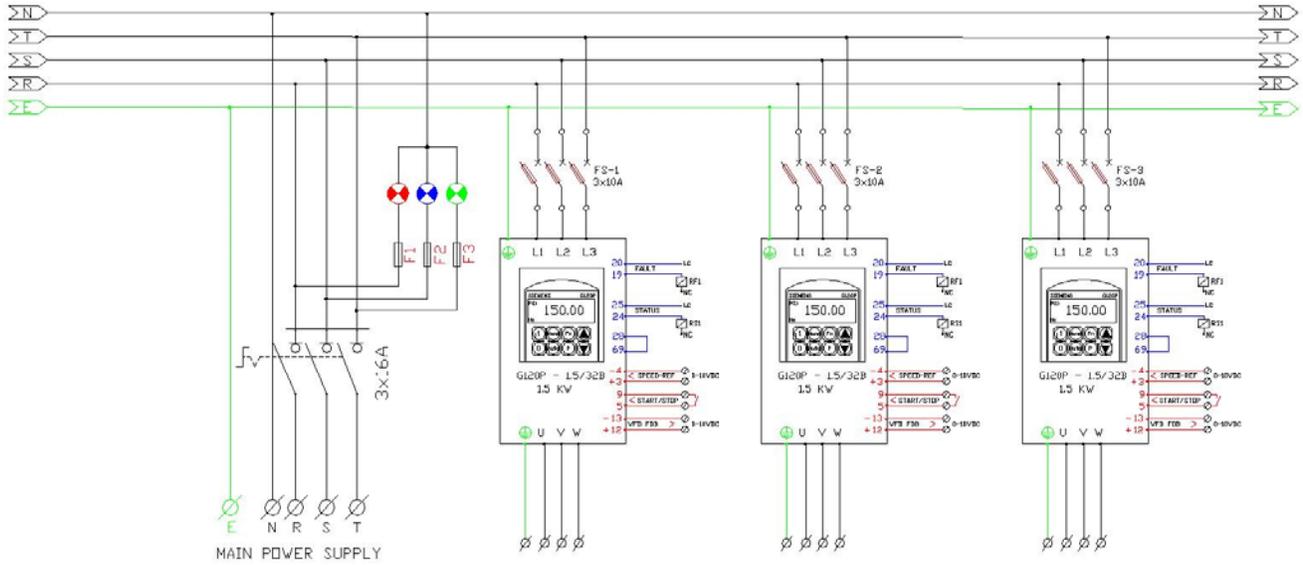
Attribute	Value
Operating voltage	AC 24 V
Frequency	50/60 Hz
Communication	Bus: BACnet / IP
Rate of transmission	LON-bus: 78 kbps Ethernet / IP: 10/100 MBit/s
Battery life	4 years
Memory	Flash: 32 MB , SDRAM: 64 MB
Degree of protection	IP20
Dimensions (W x H x D)	192 x 74 x 96 mm

II. Annexe-B (Les dessins des coffrets GTB)

1- VFD Panel

C'est le tableau des trois onduleurs Siemens 1.5 kW afin d'assurer une circulation d'un flux d'eau constant dans le système du bâtiment selon la figure suivante (Figure A-1).





BREAKER	DESCRIPTION	DISCONNECT SWITCH	FS-1	FS-2	FS-3
	SUPPLY VOLTAGE(V)	400	400	400	400
	TAG		TO BOOSTER PUMP-1 (1.5KW)	TO BOOSTER PUMP-2 (1.5KW)	TO BOOSTER PUMP-3 (1.5KW)

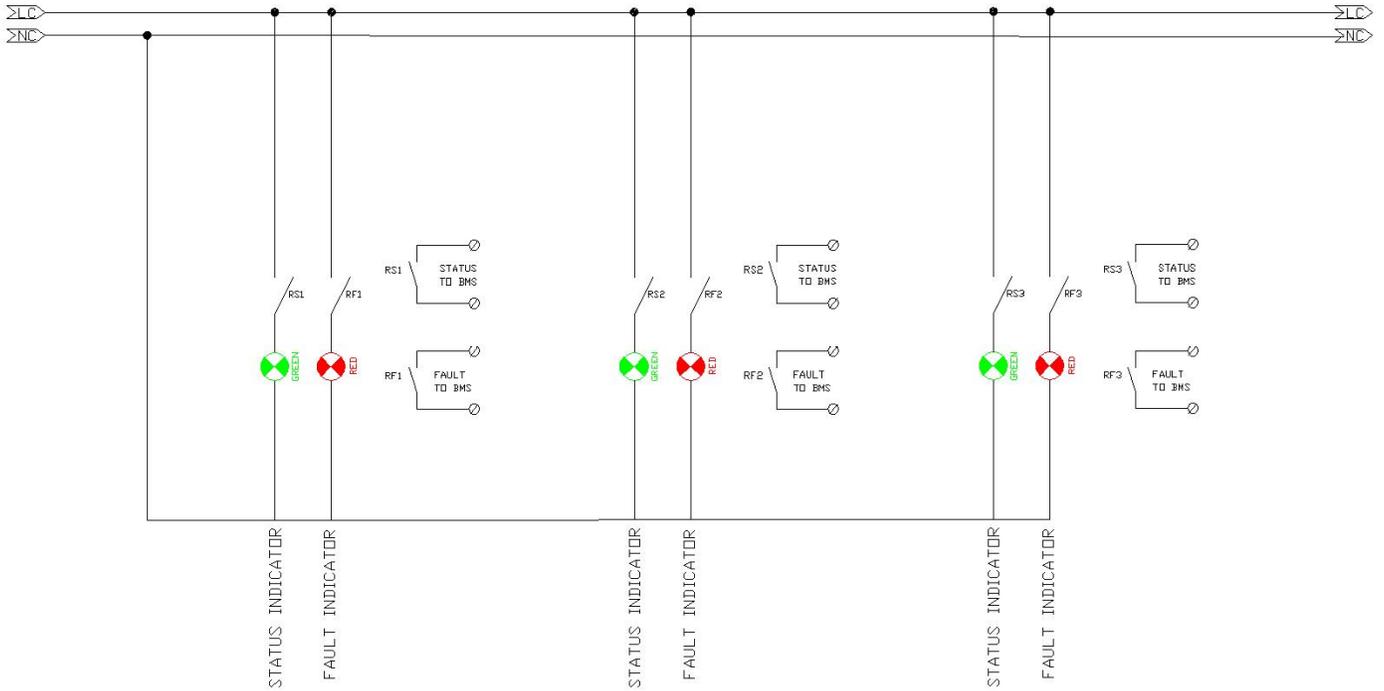
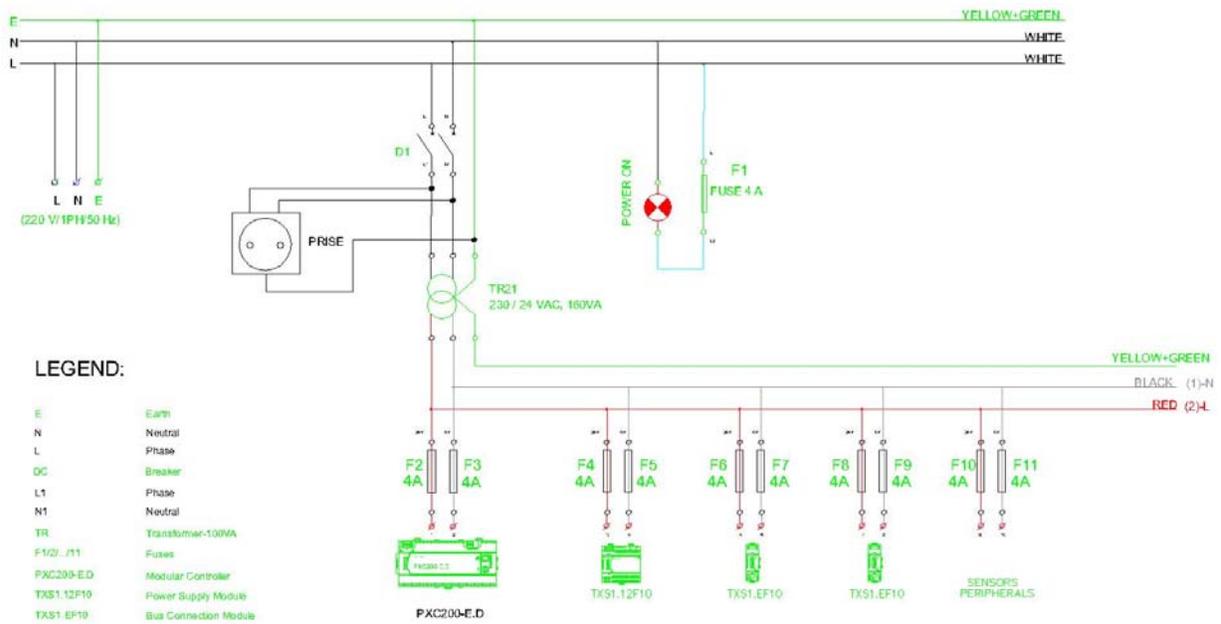
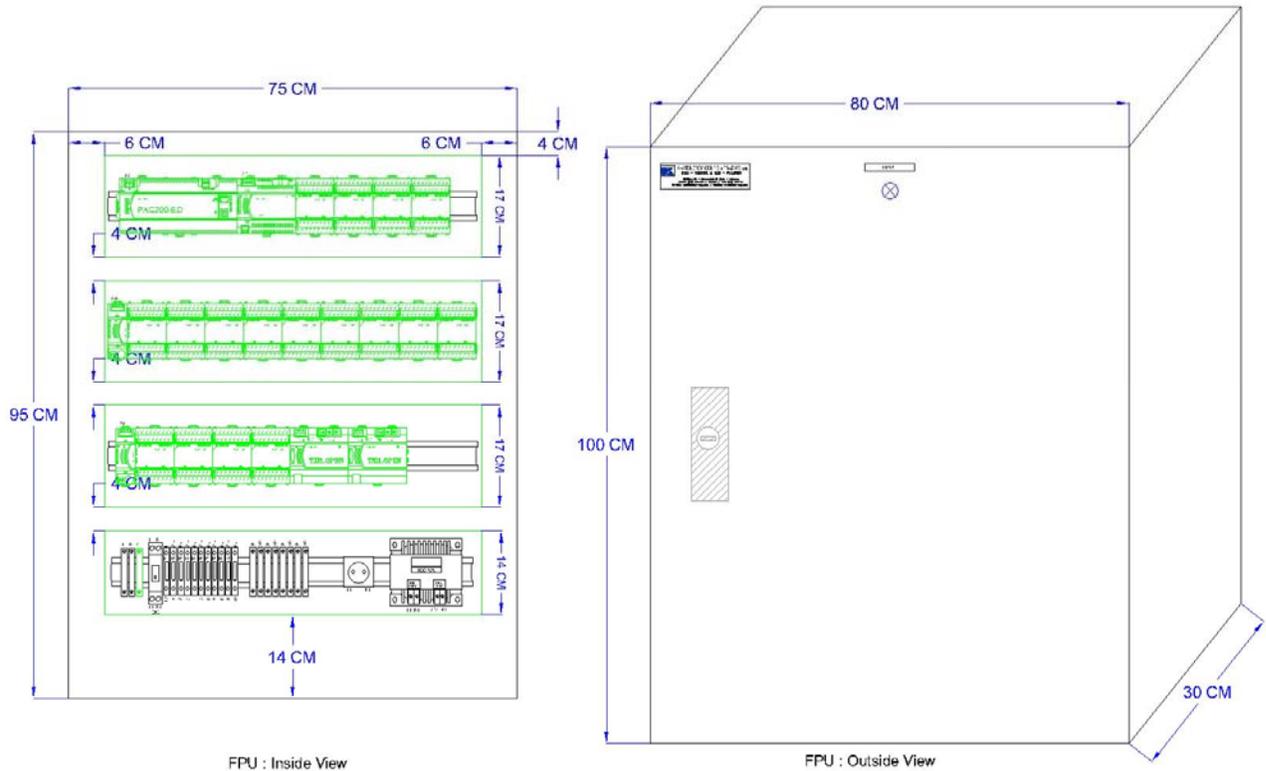


Figure A-1 : Plan du tableau VFD

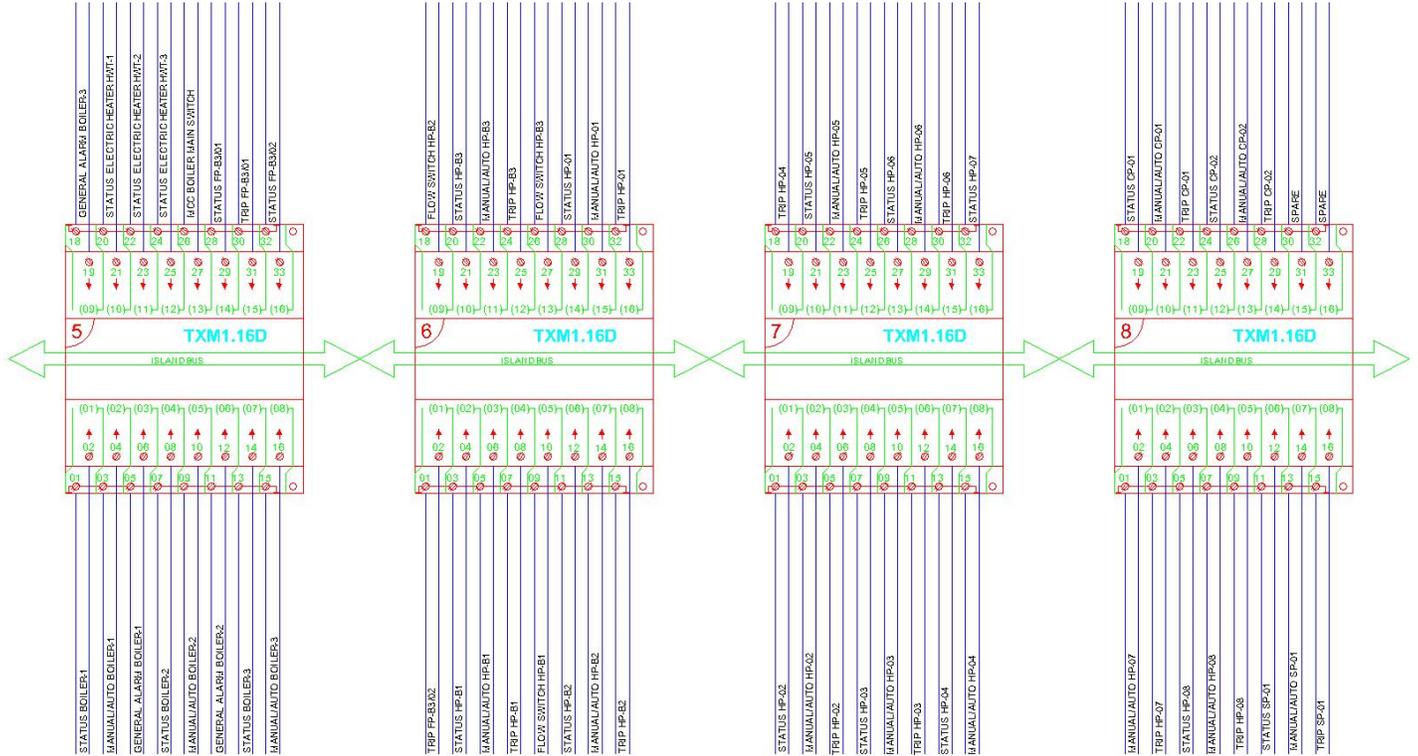
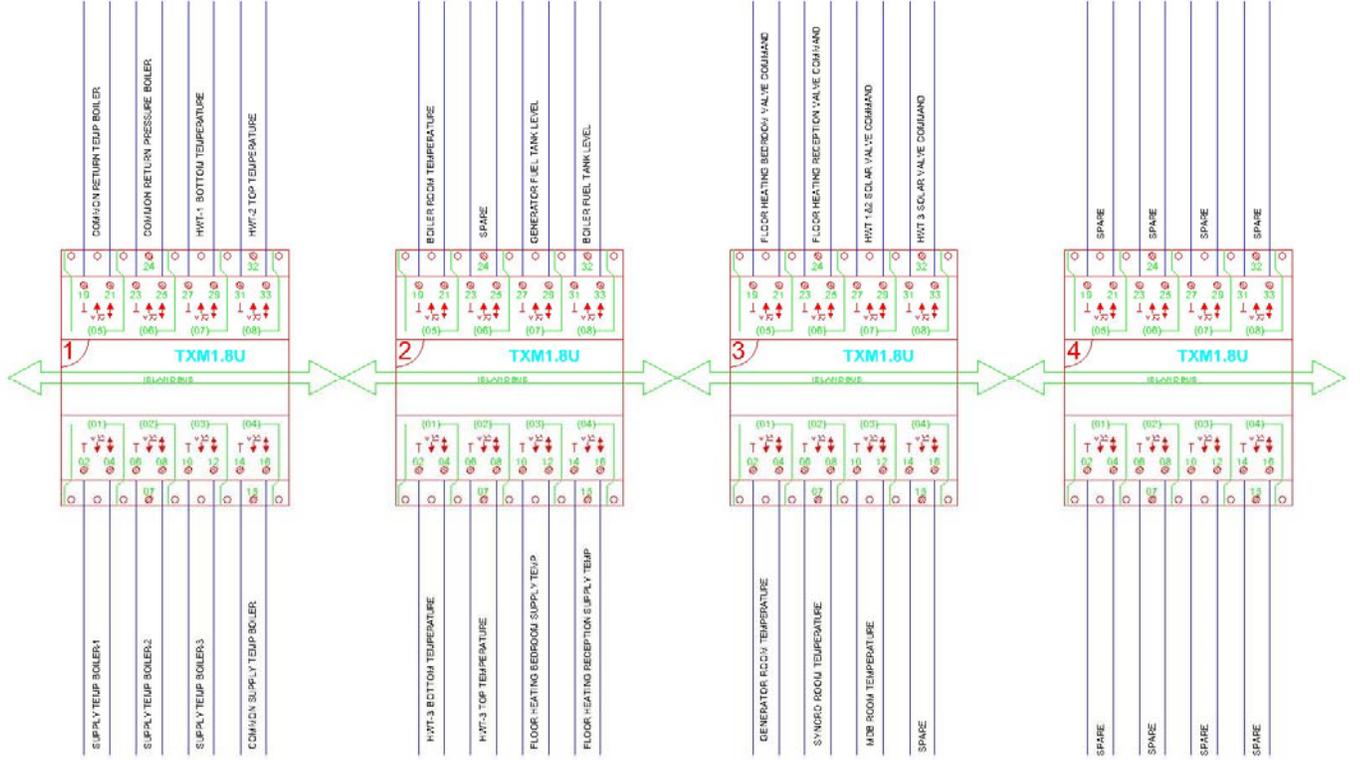
2- FPU-B3-1

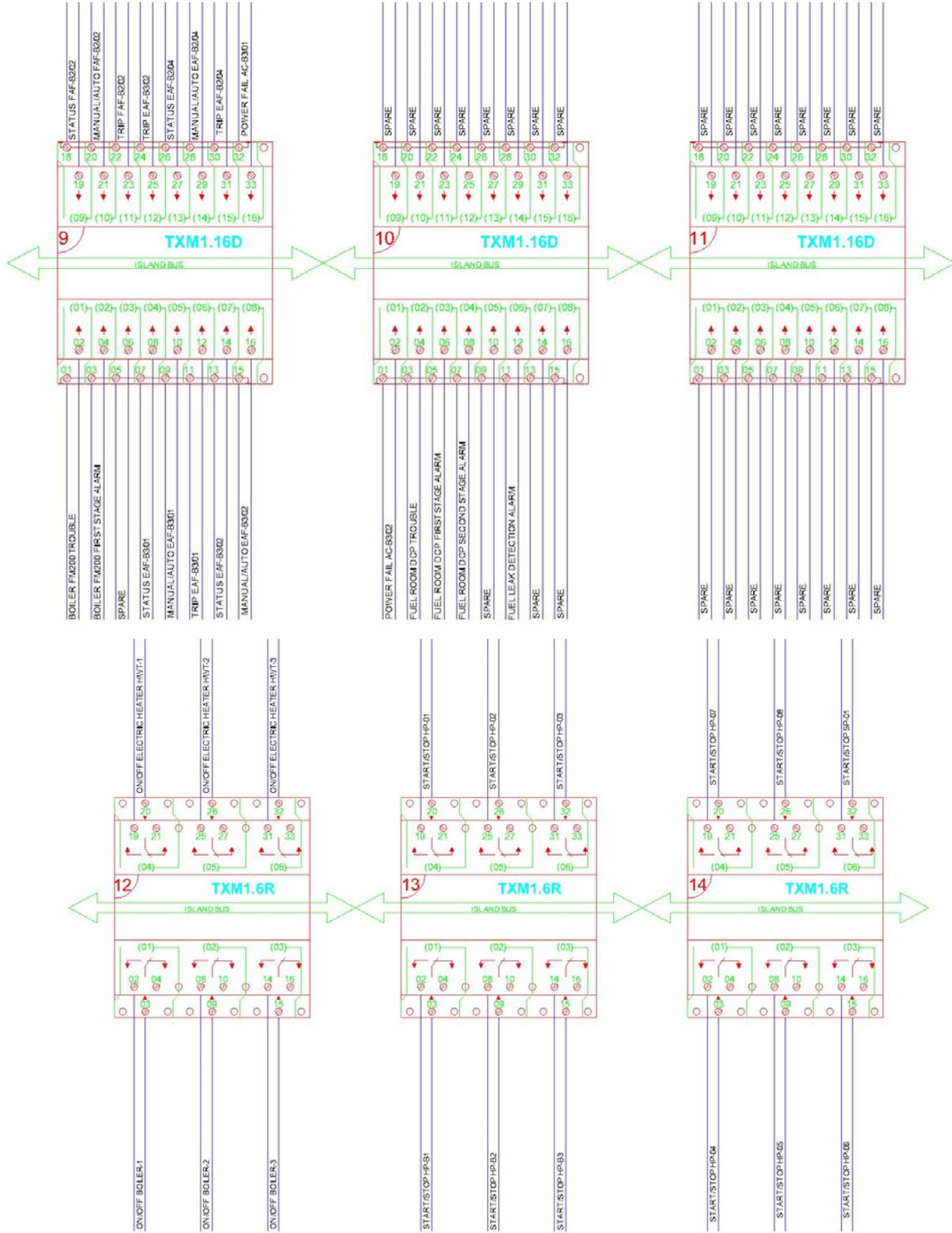
Le tableau de contrôle des systèmes de chauffage, d'alimentation en fuel, électrique, et de ventilation des sous-sols 3 et 2, selon la figure suivante (Figure A-2).



LEGEND:

E	Earth
N	Neutral
L	Phase
DC	Breaker
L1	Phase
N1	Neutral
TR	Transformer-100VA
F1/2.../11	Fuses
PAC200-ED	Modular Controller
TXS1-12F10	Power Supply Module
TXS1-EP10	Bus Connection Module





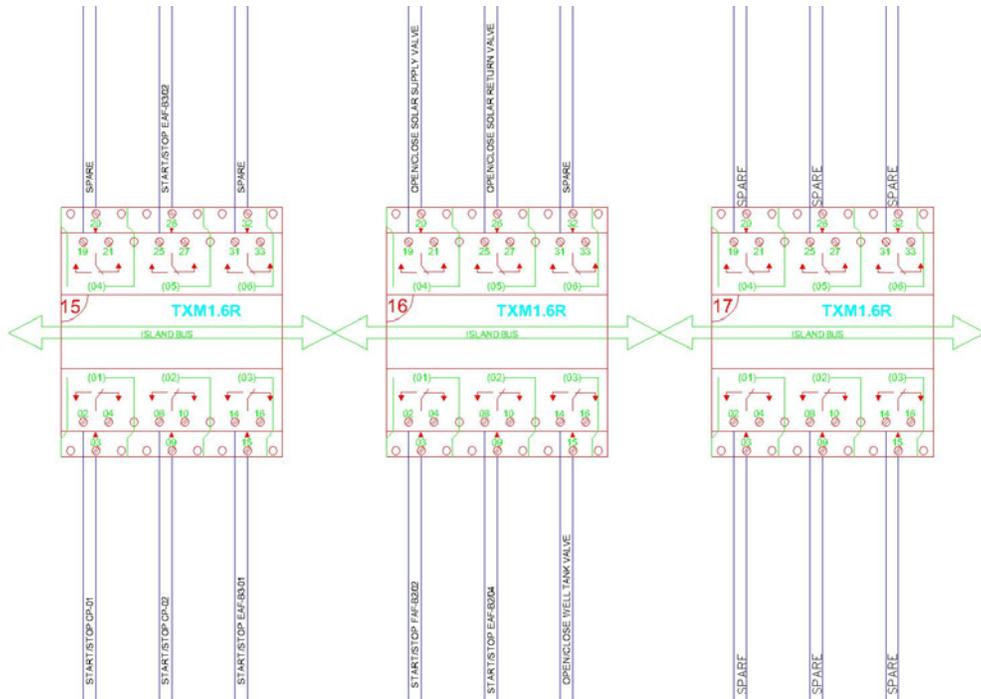
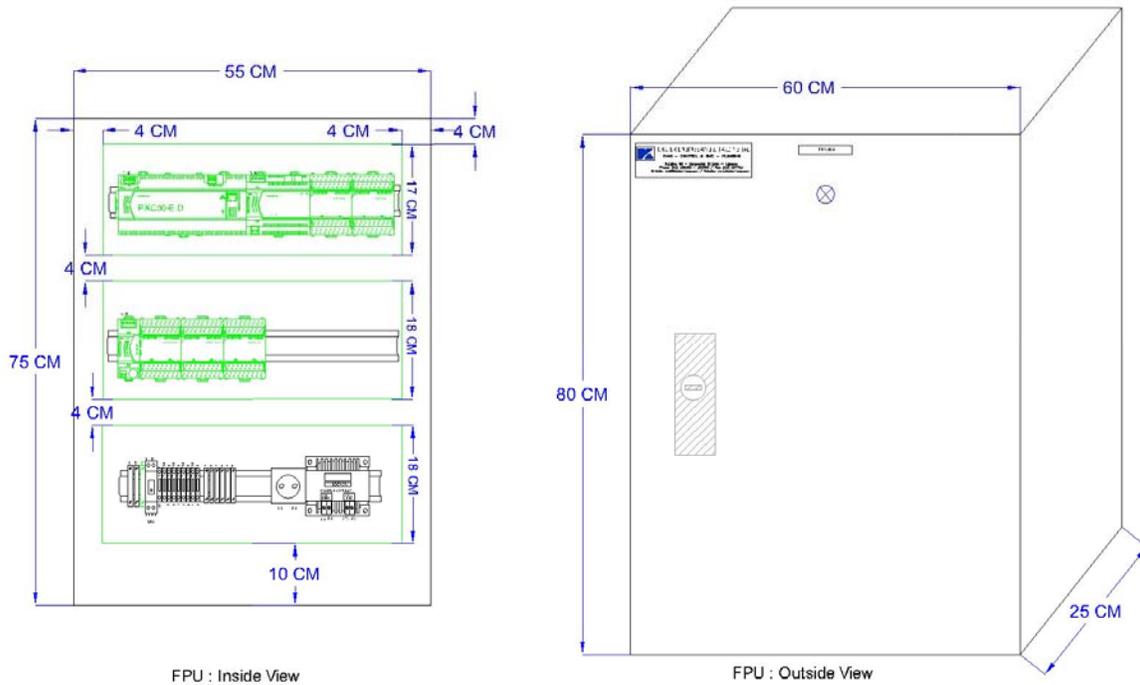
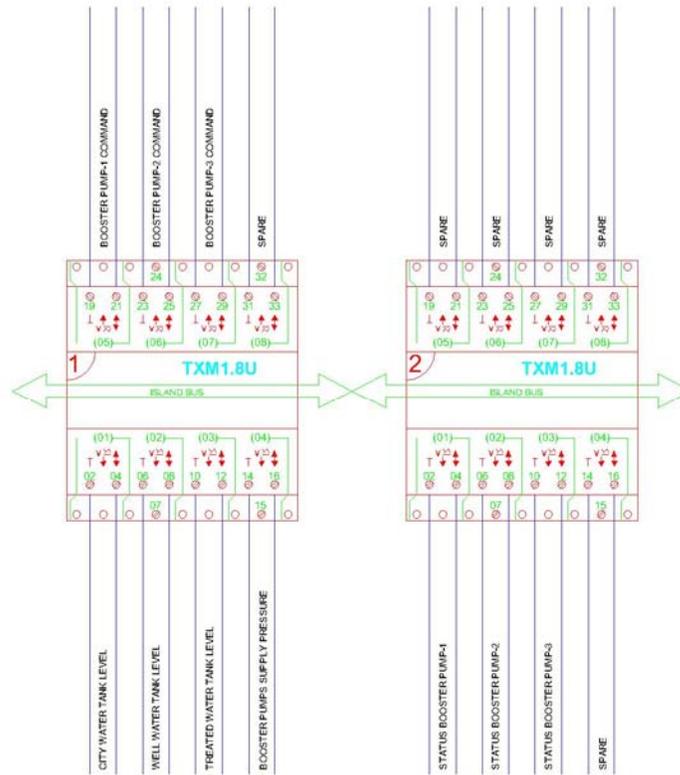
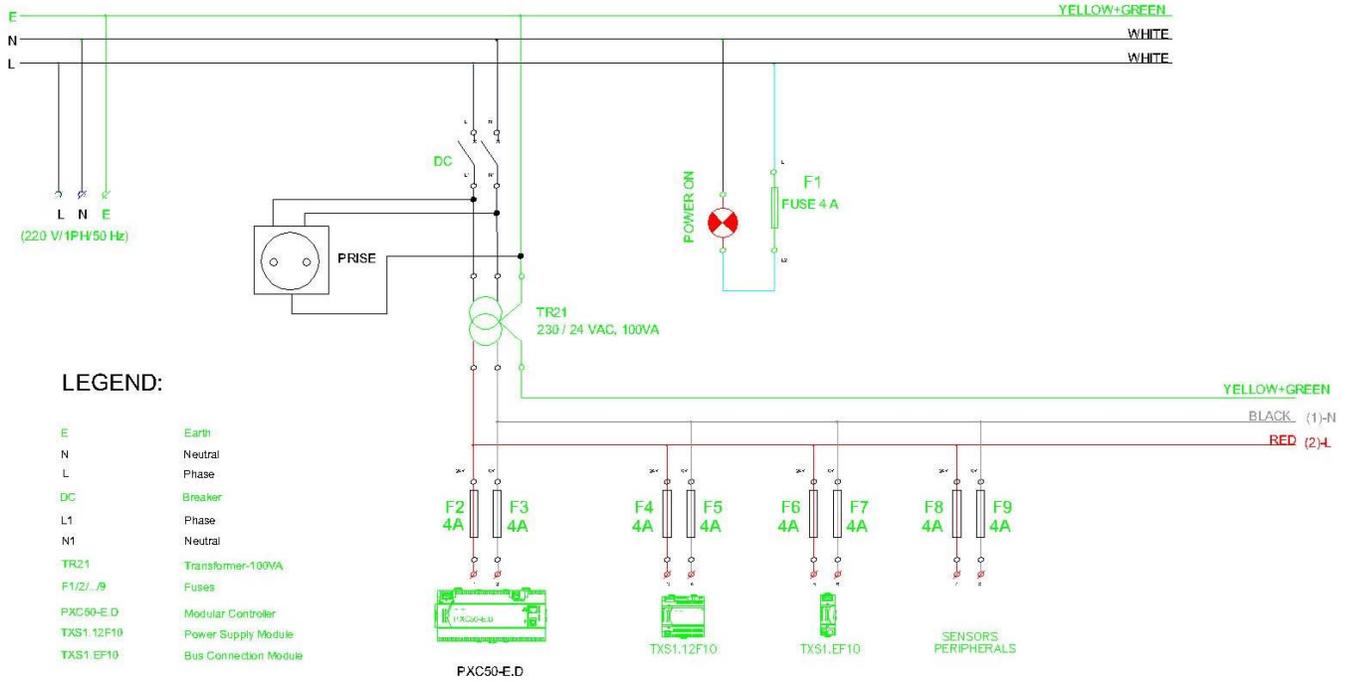


Figure A-2 : Dessin du FPU-B3-1

3- FPU-B3-2

Le tableau de supervision et contrôle du système de l'eau entier. Comme l'illustre la figure suivante (Figure A-3).





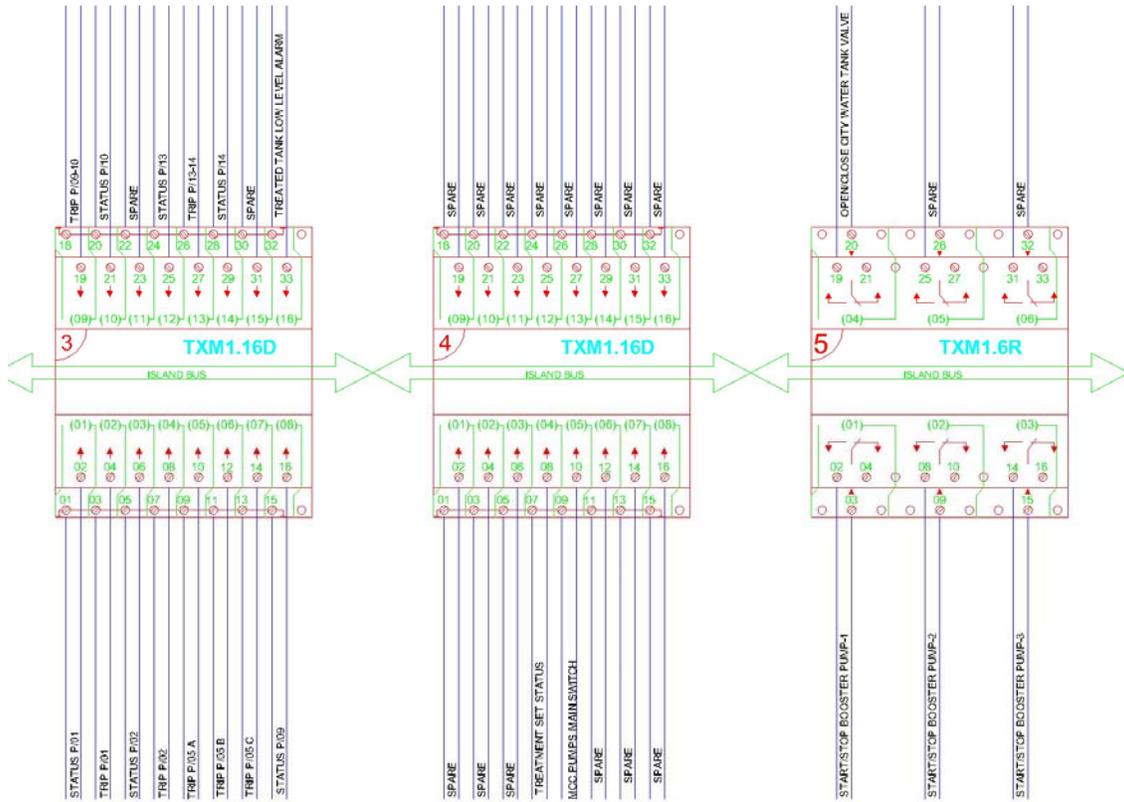
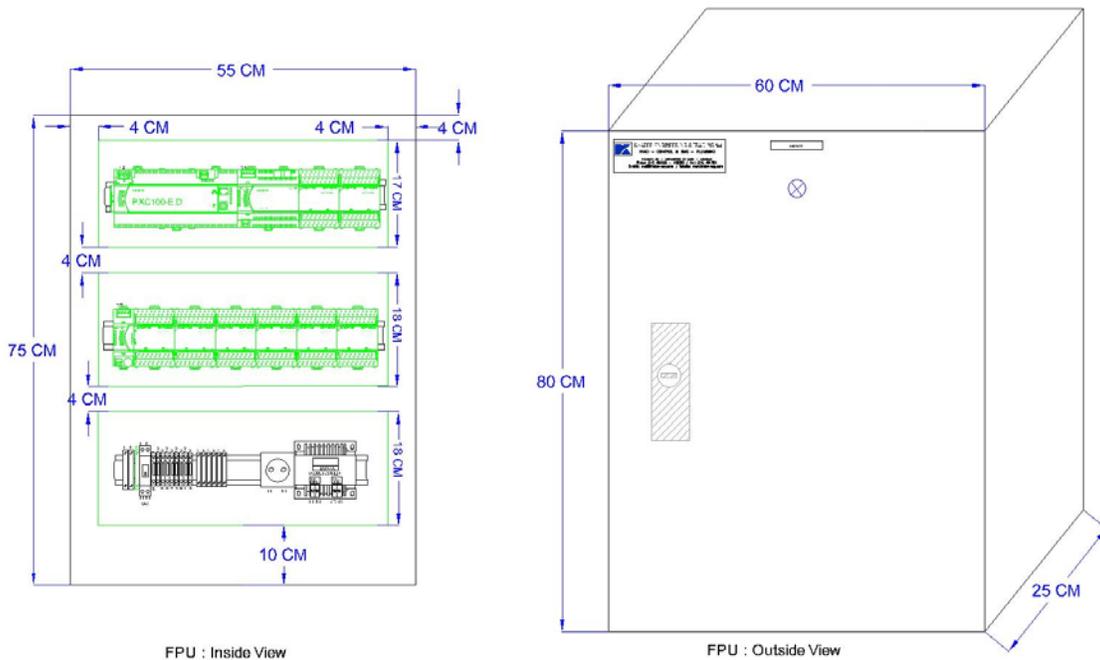
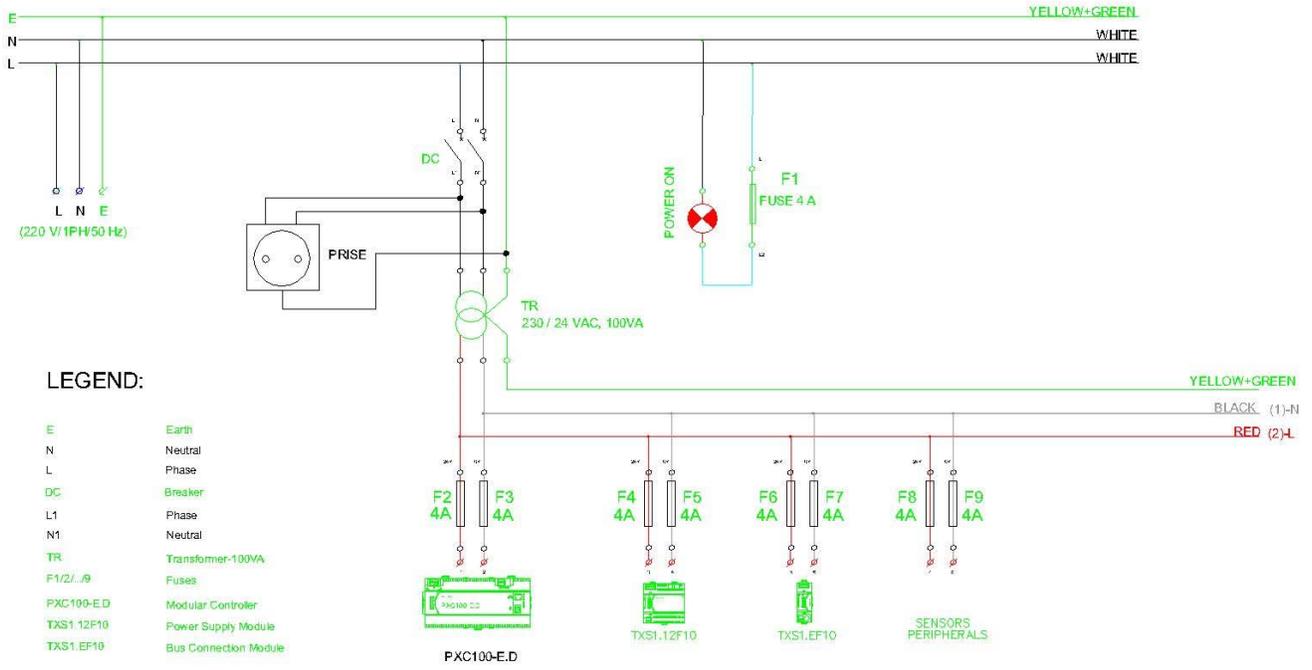


Figure A-3 : Dessin du FPU-B3-2

4- FPU-B2-1

Le tableau de supervision et contrôle du système de ventilation et déshumidificateur du Jacuzzi.
Comme l'illustre la figure suivante (Figure A-4).





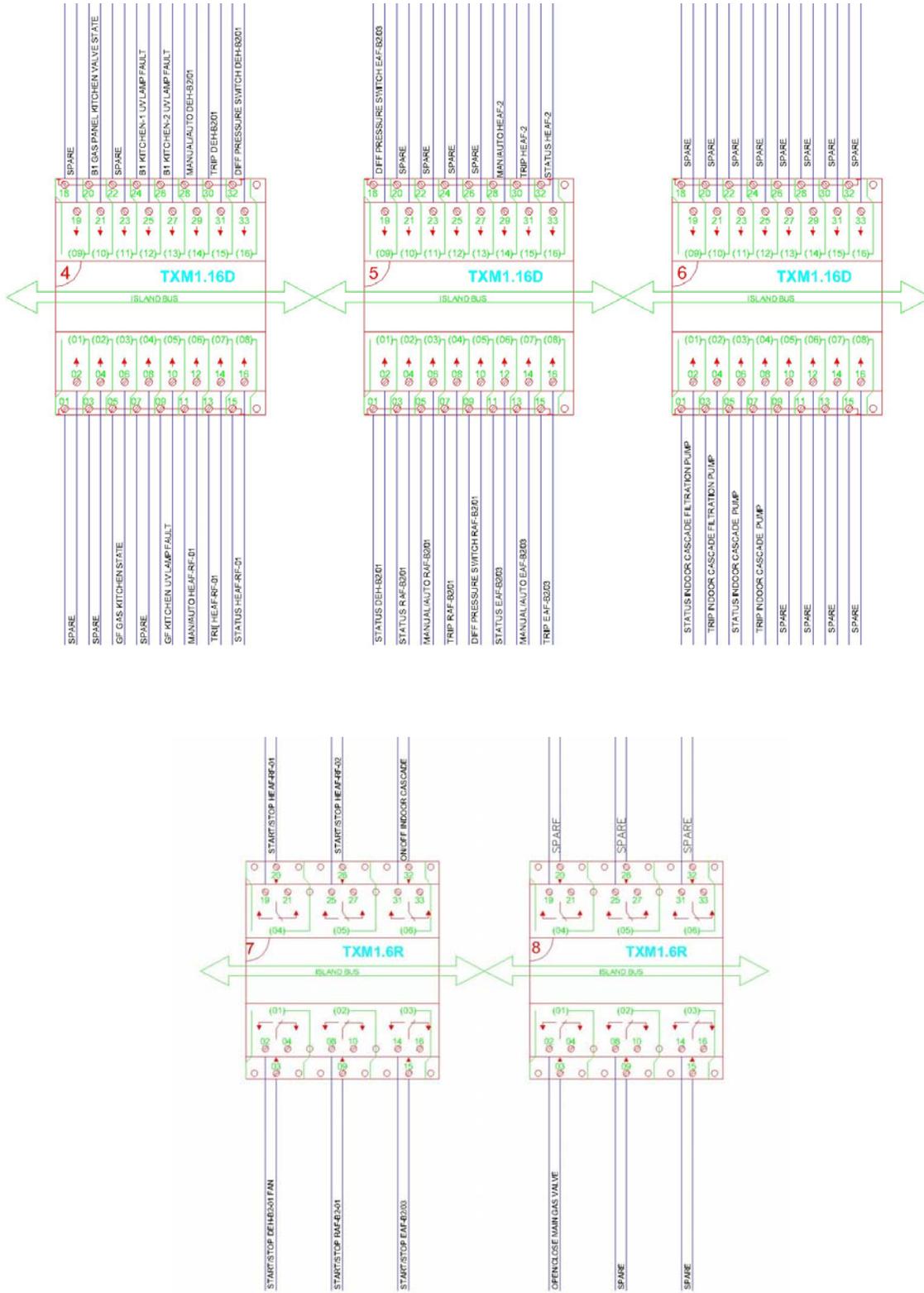
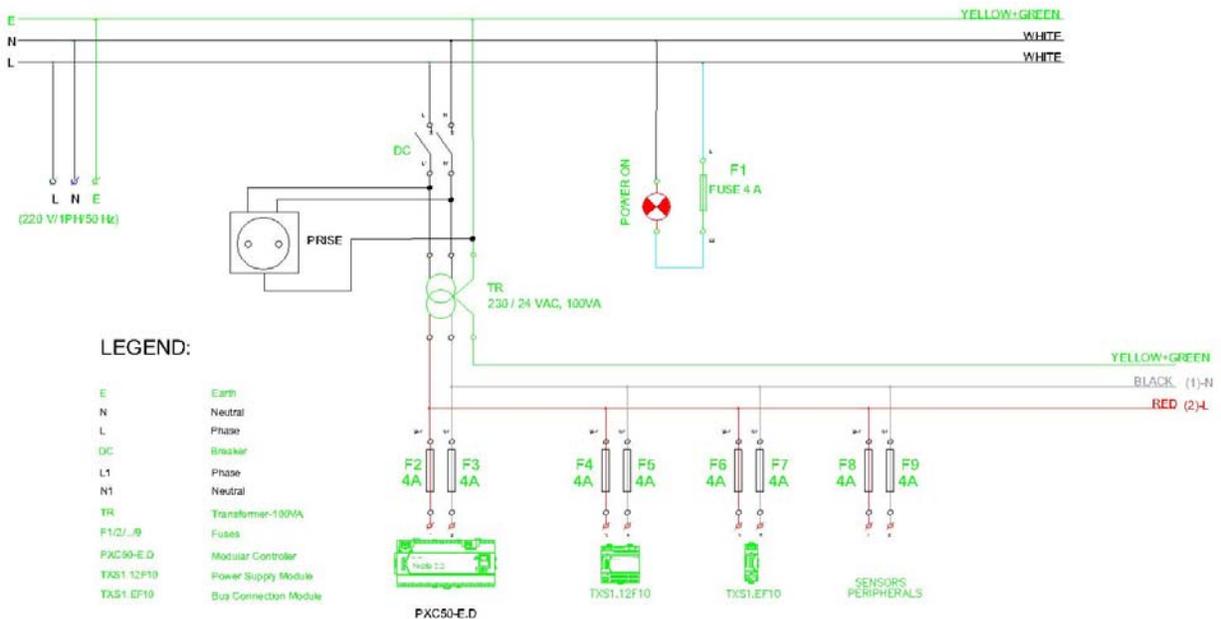
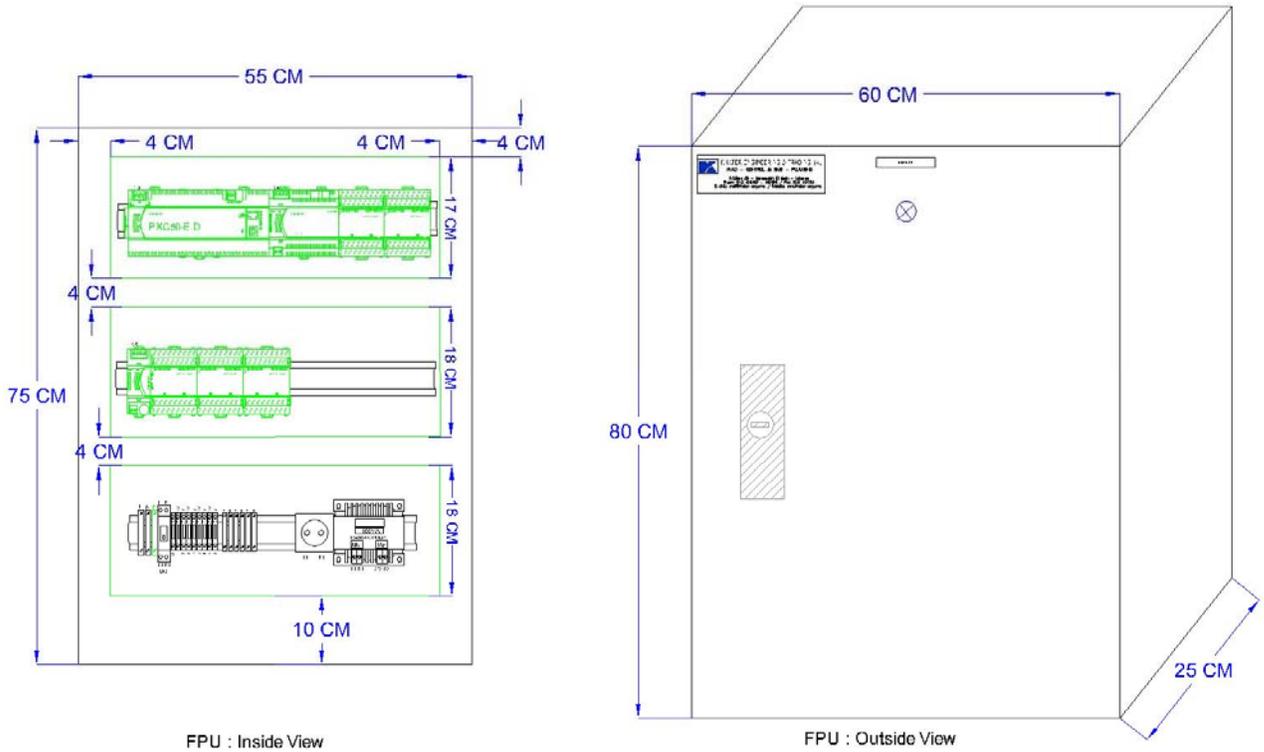


Figure A-4 : Dessin du FPU-B2-1

5- FPU-RF-1

Le tableau de supervision et contrôle du système de ventilation du toit et les unités extérieure de la climatisation comme l'illustre la figure suivante (Figure A-5).



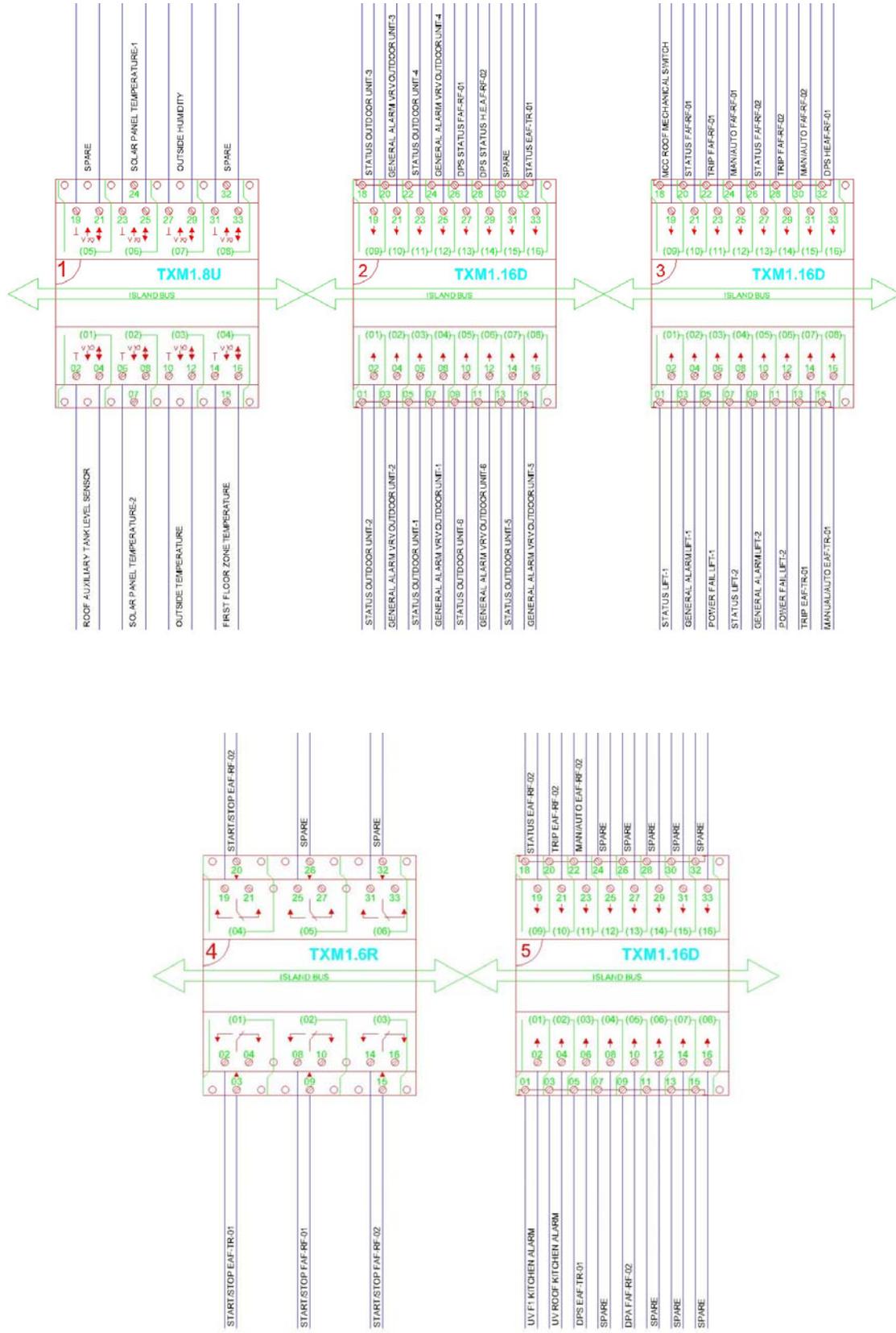
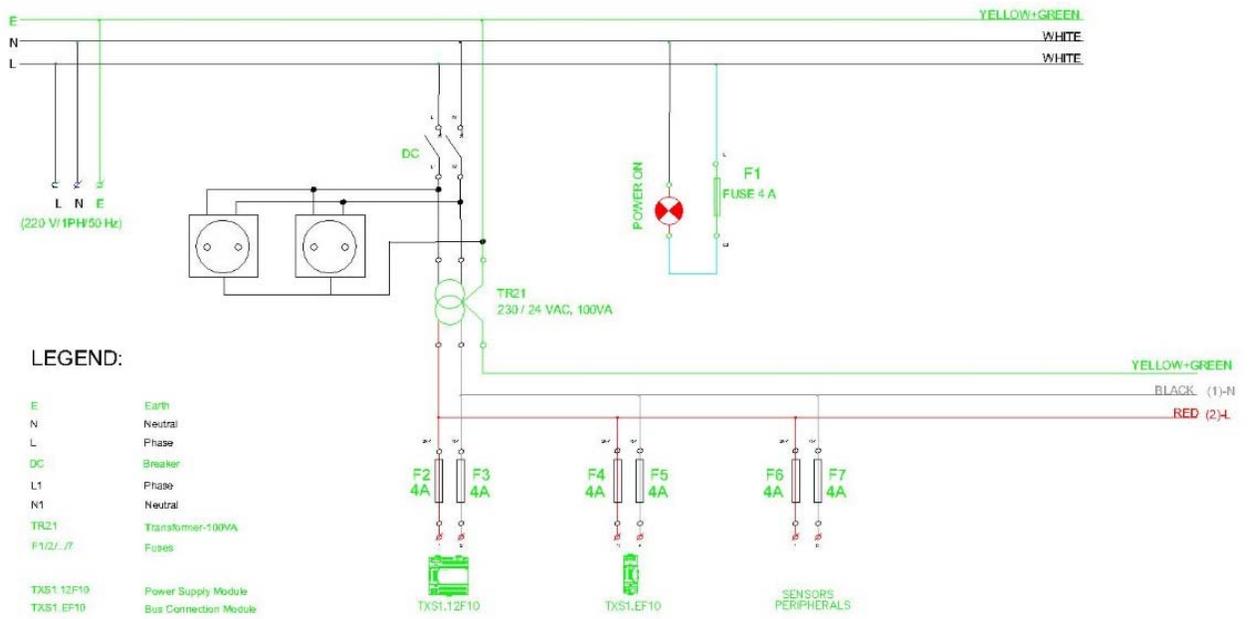
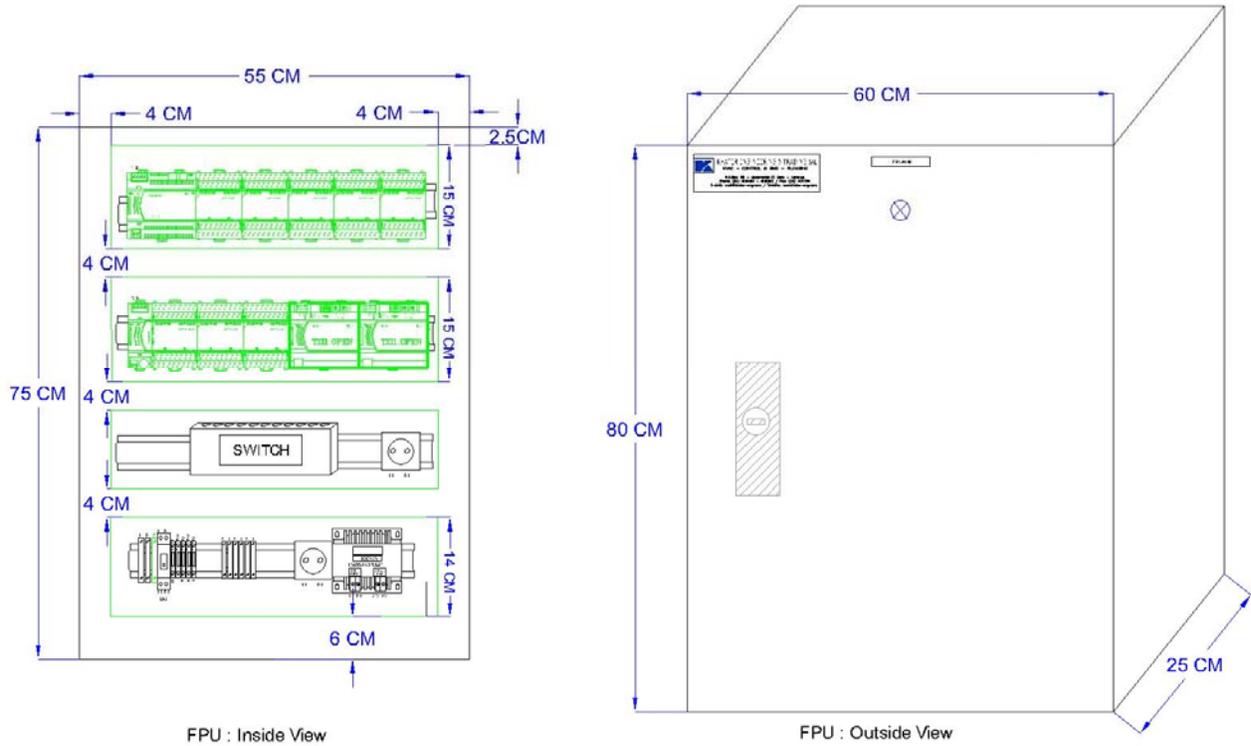


Figure A-5 : Dessin du FPU-RF-1

6- FPU-MAIN

Le tableau de supervision et contrôle du système de l'éclairage et le déshumidificateur de la piscine comme l'illustre la figure suivante (Figure A-6).

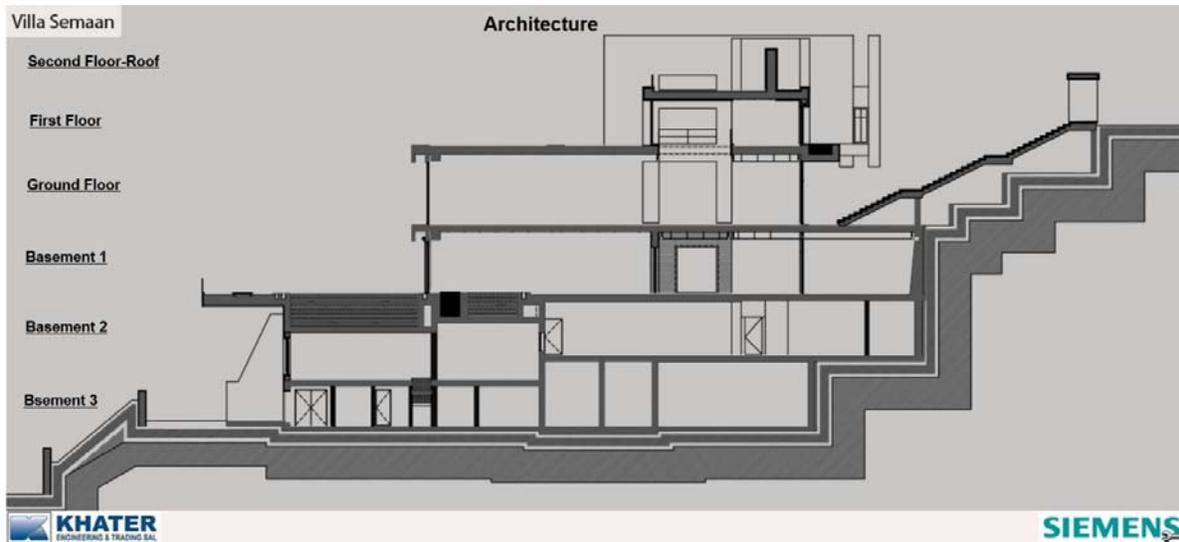


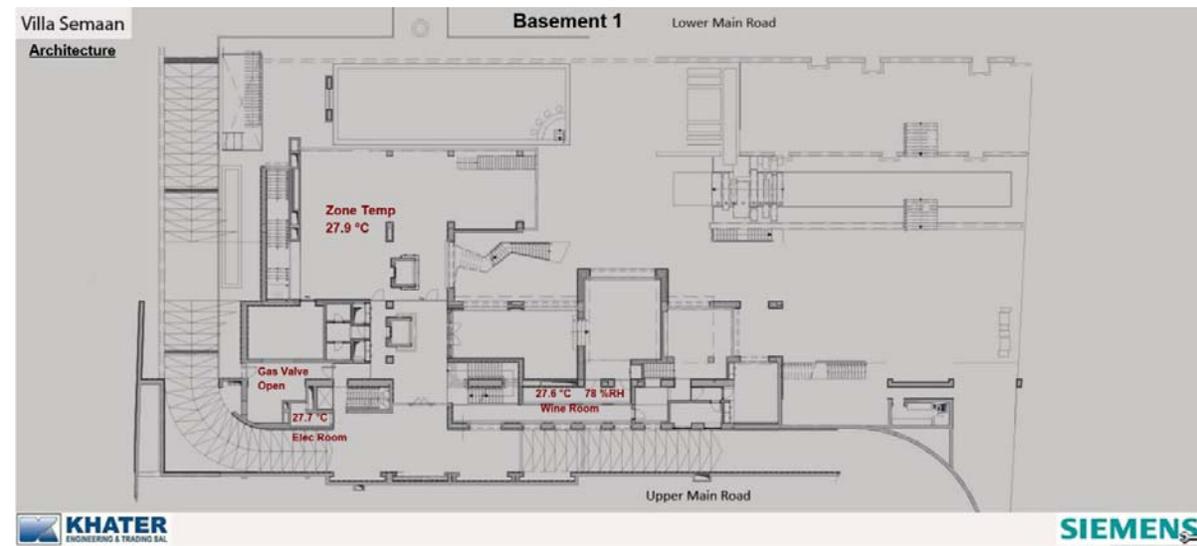
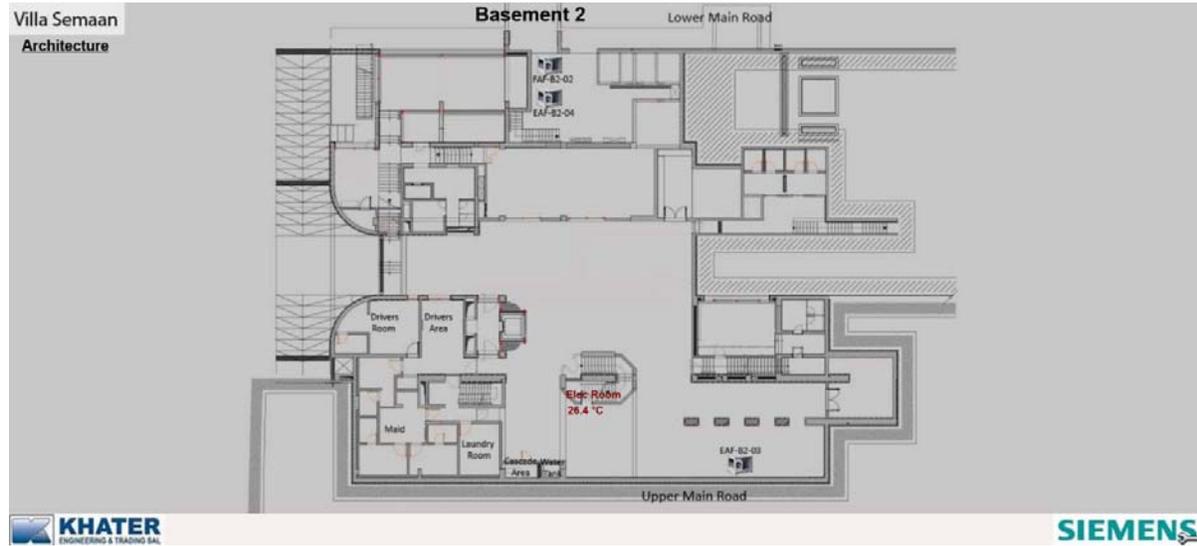
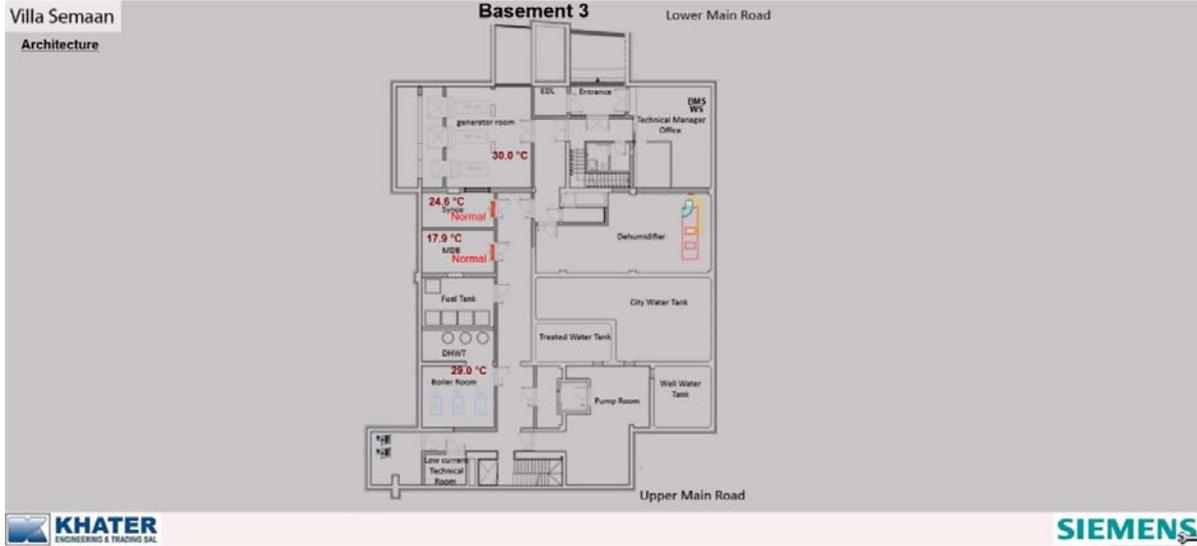
III. Annexe-C (Les graphiques de la station d'opération)

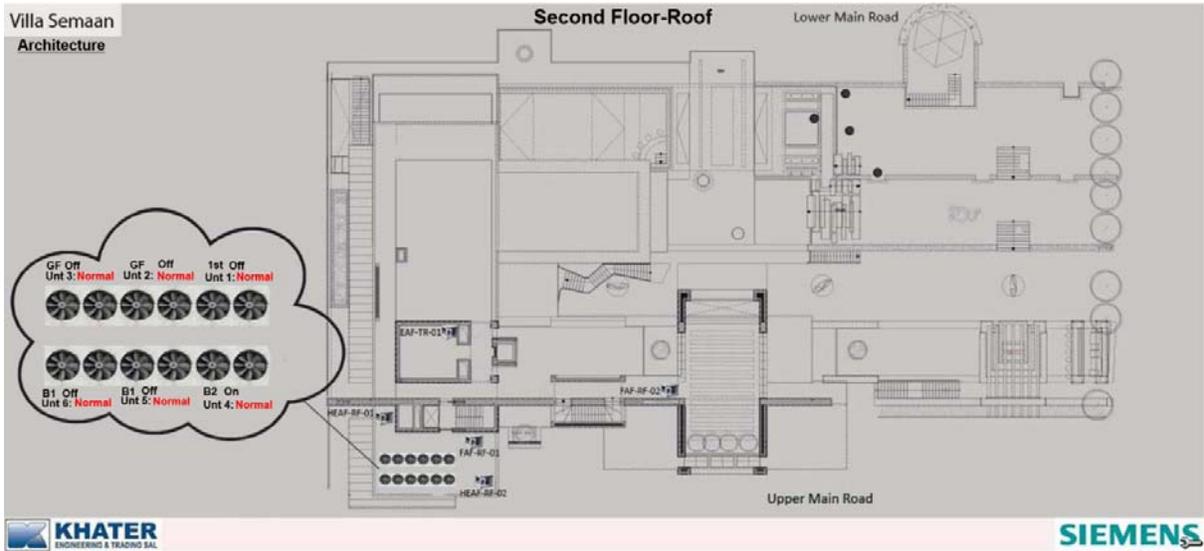
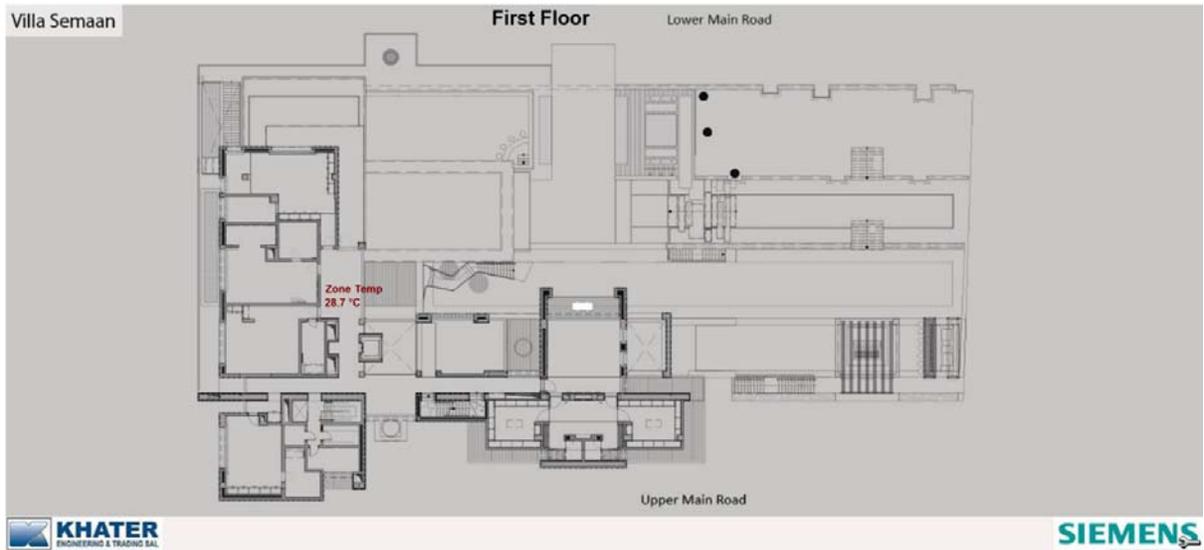
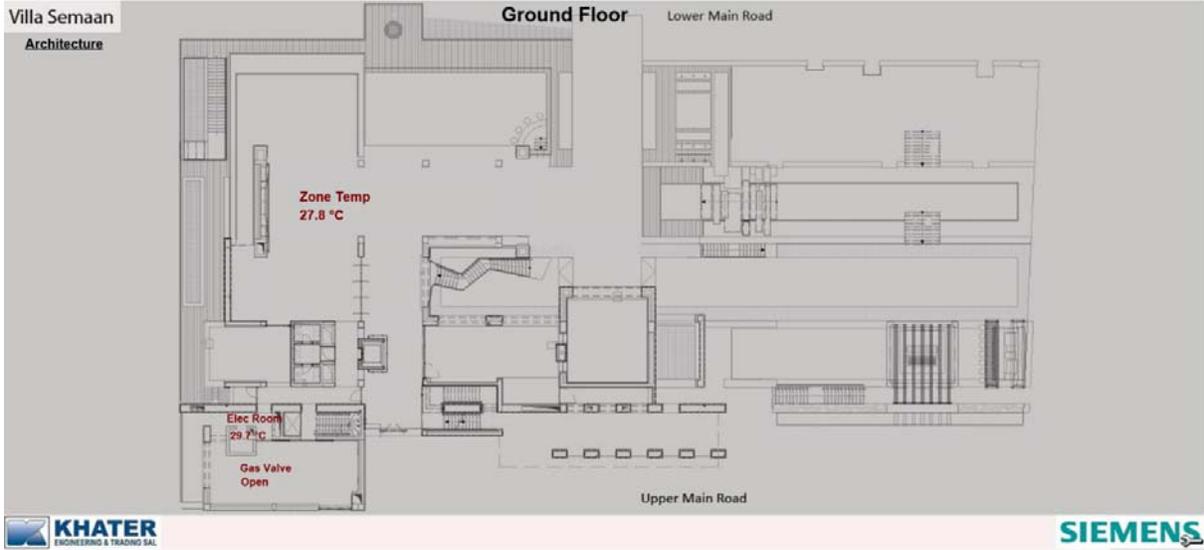
1- Page Principale



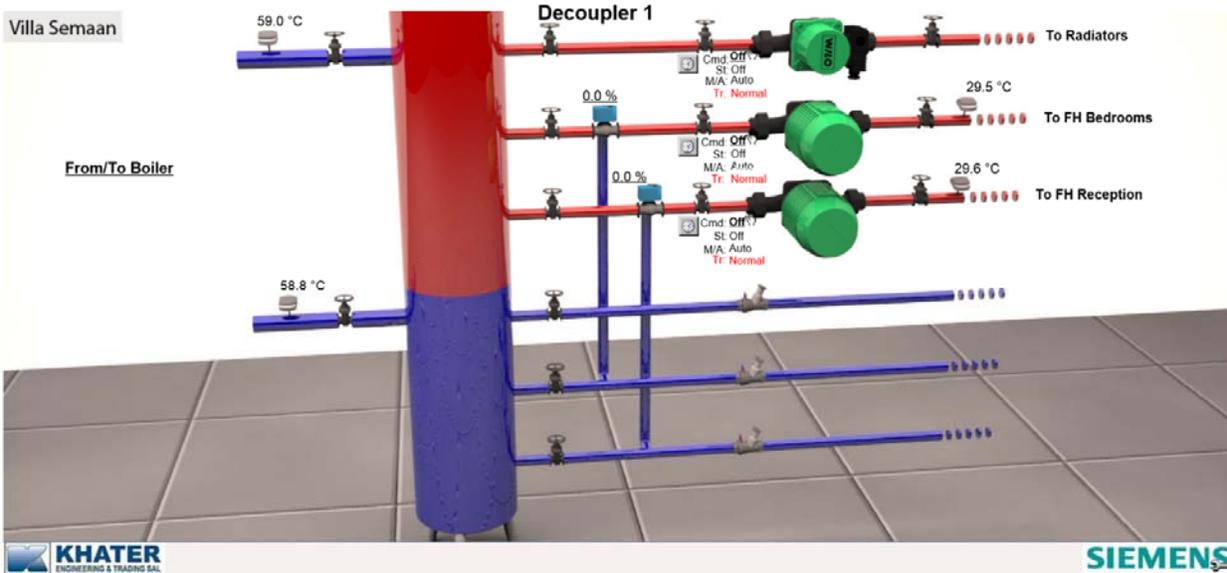
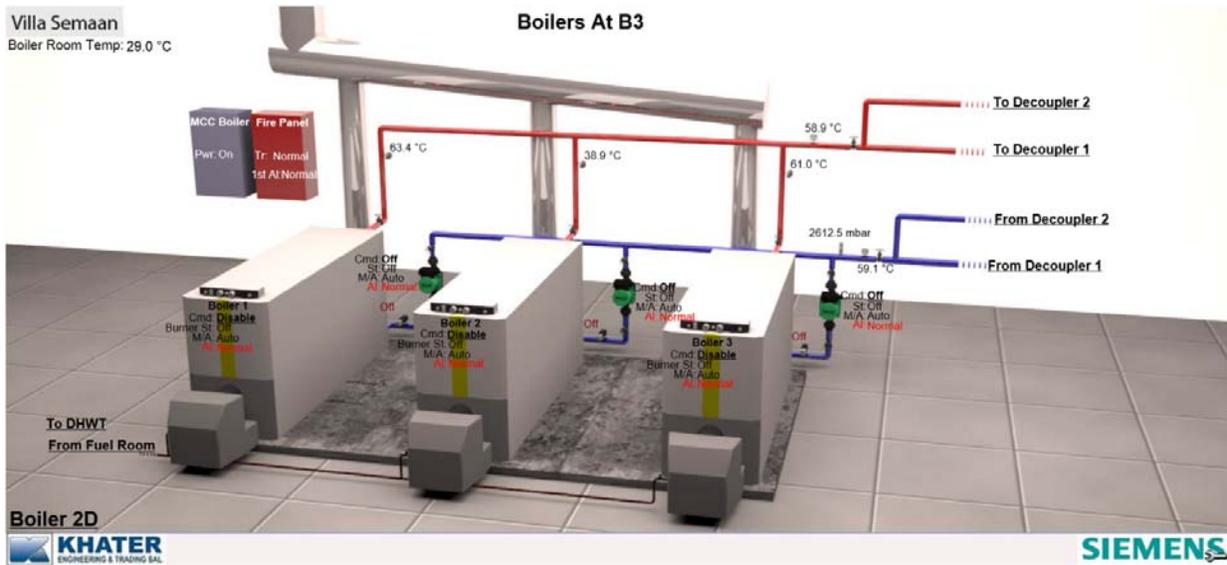
2- Architecture

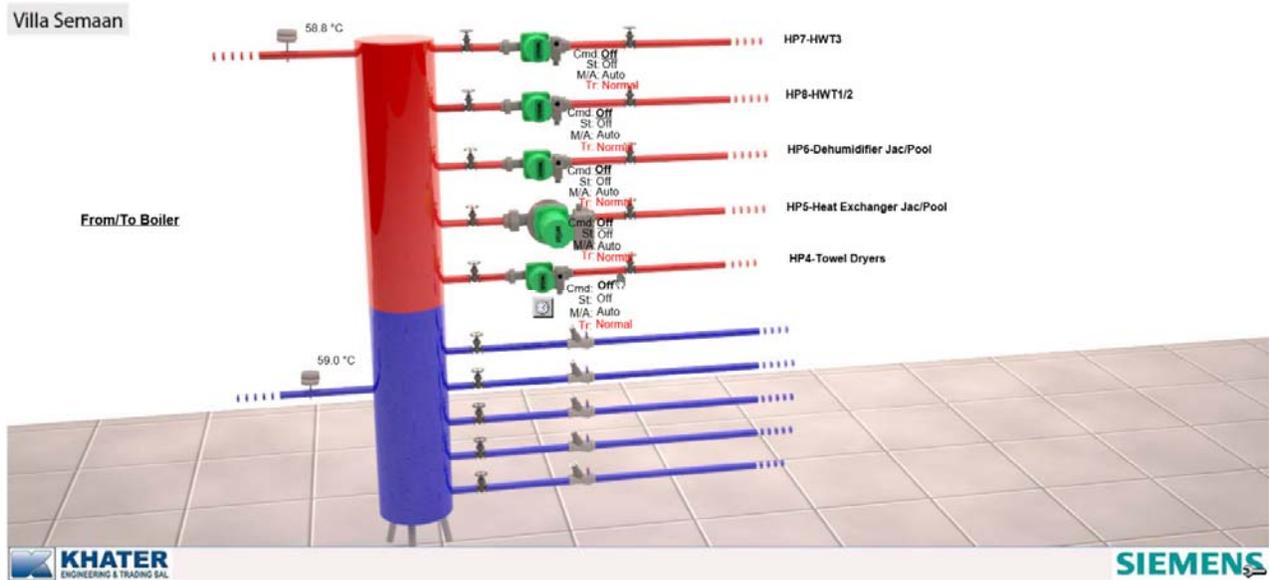




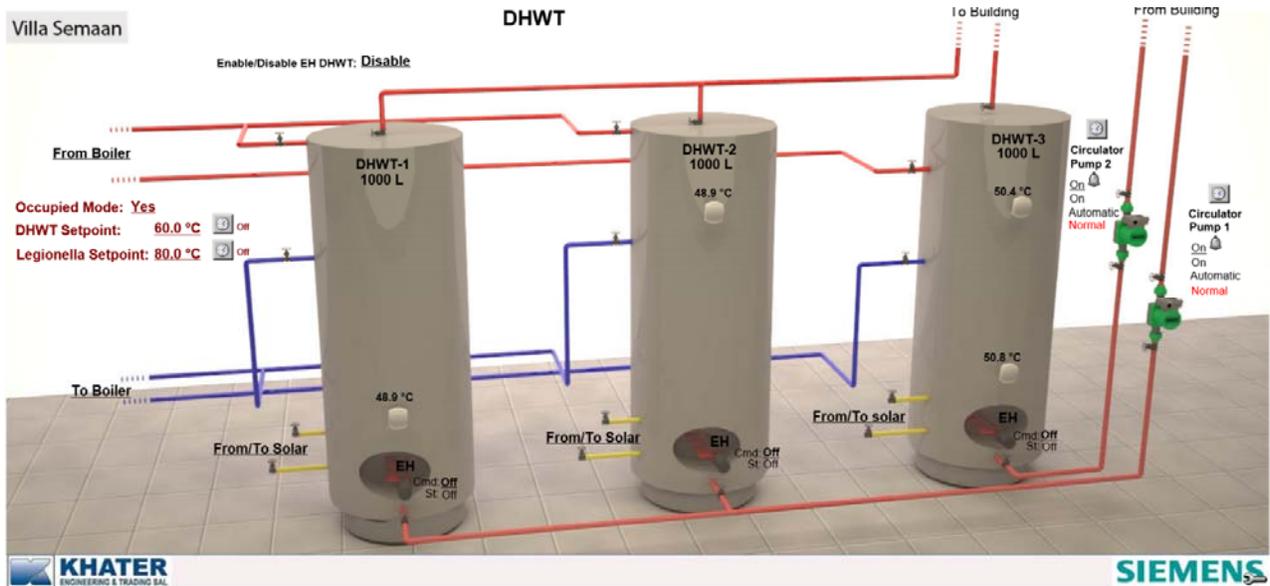


3- Système de chauffage

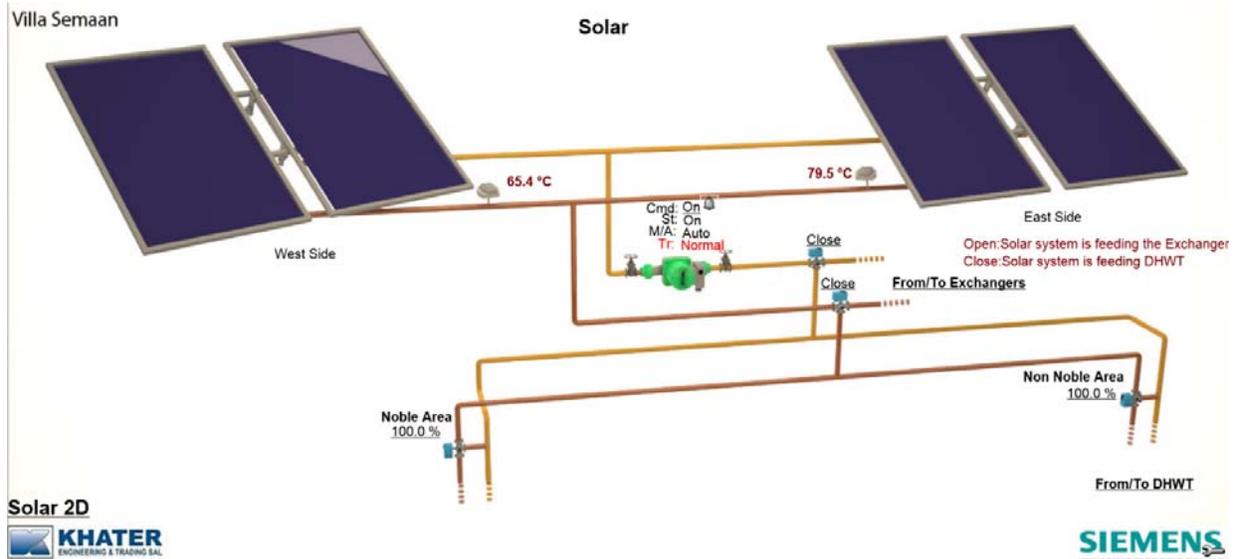




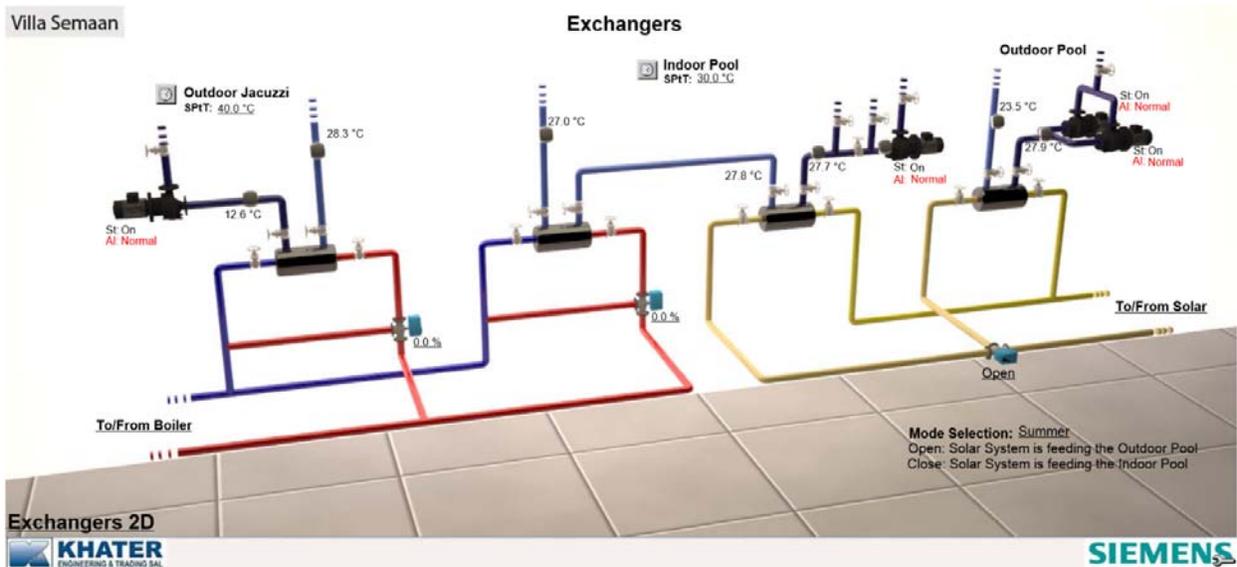
4- Les bouteilles d'eau chaude



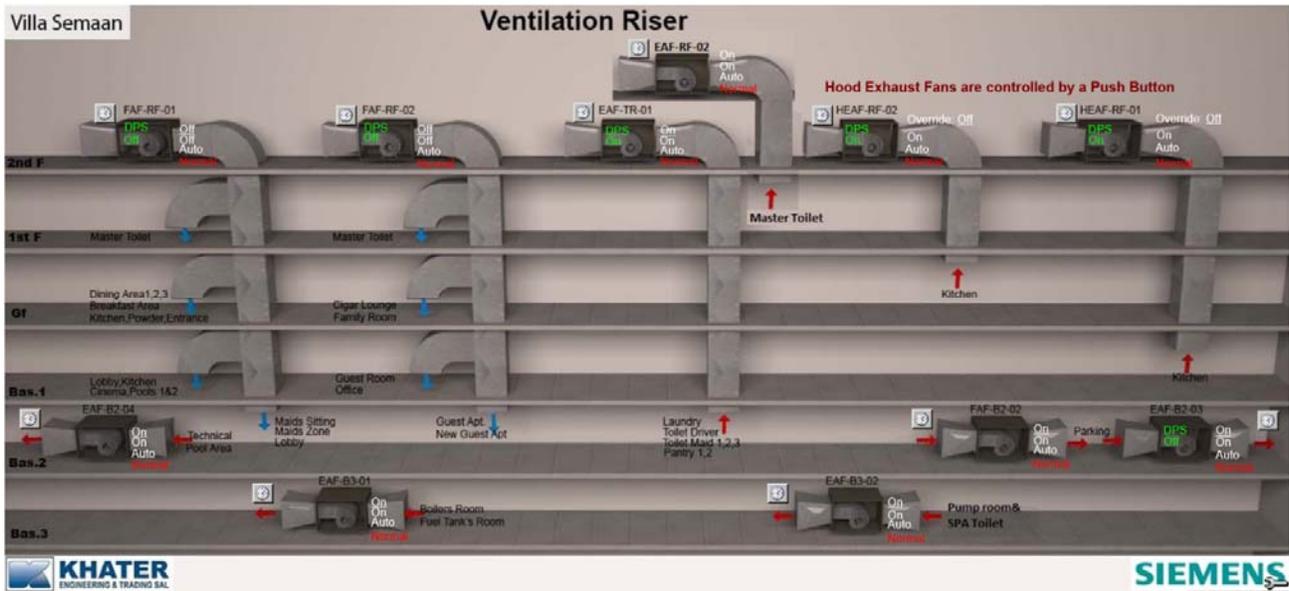
5- Le système solaire



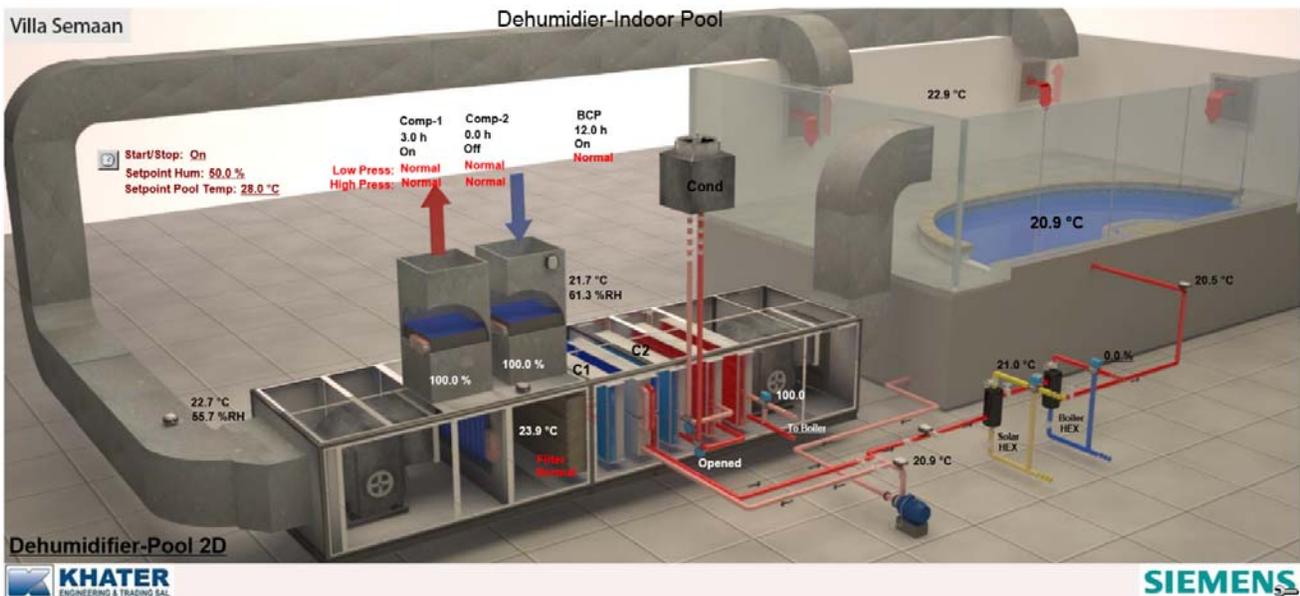
6- Les échangeurs de l'eau chaude



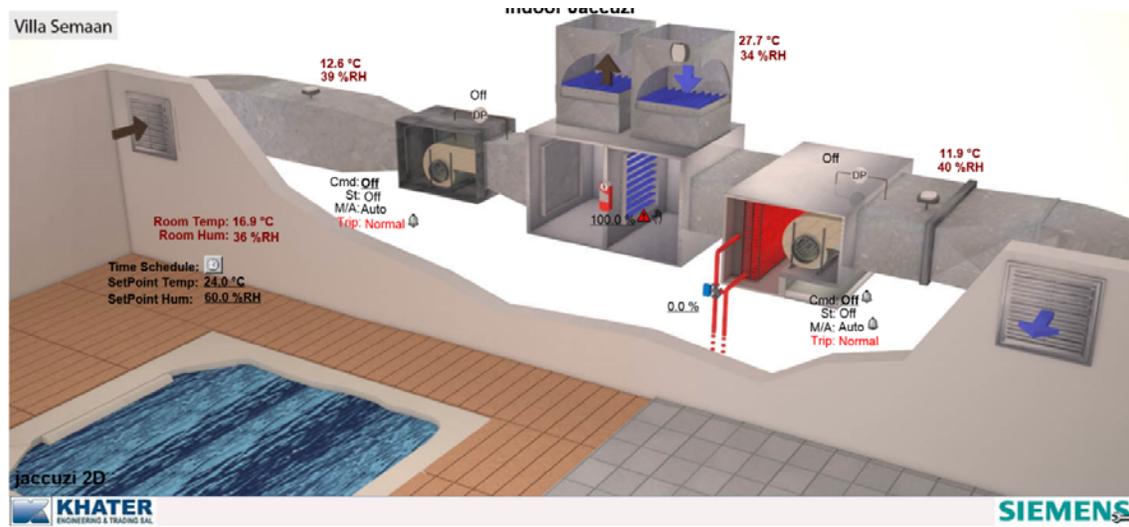
7- Le système de ventilation



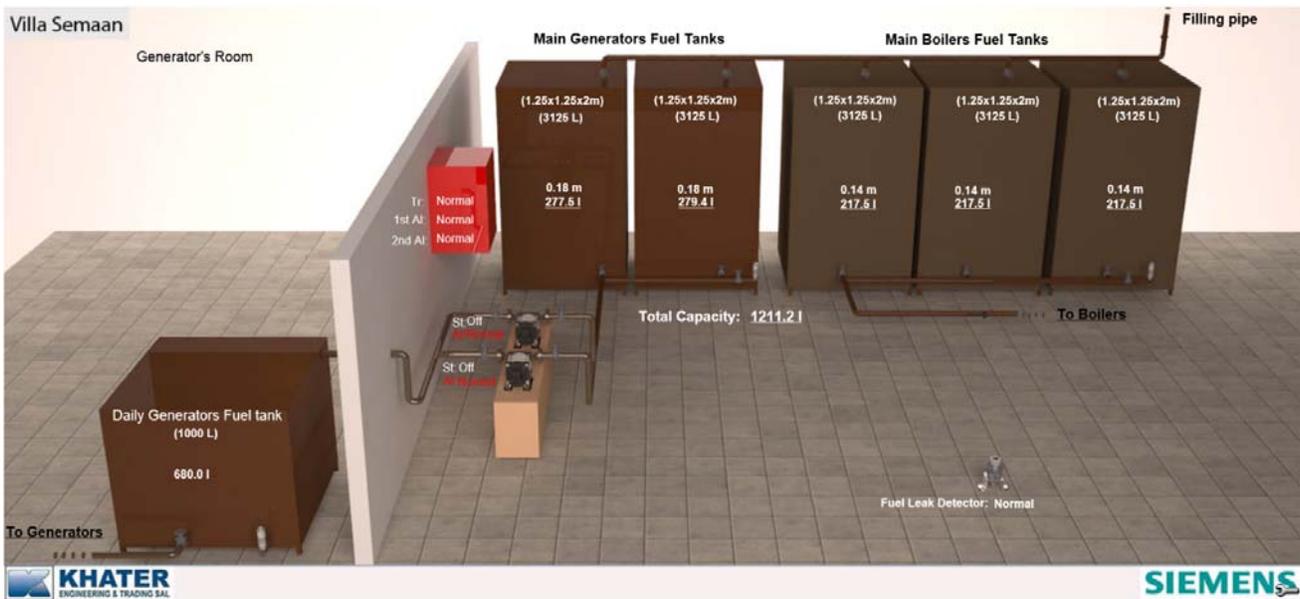
8- Déshumidificateur zone de piscine



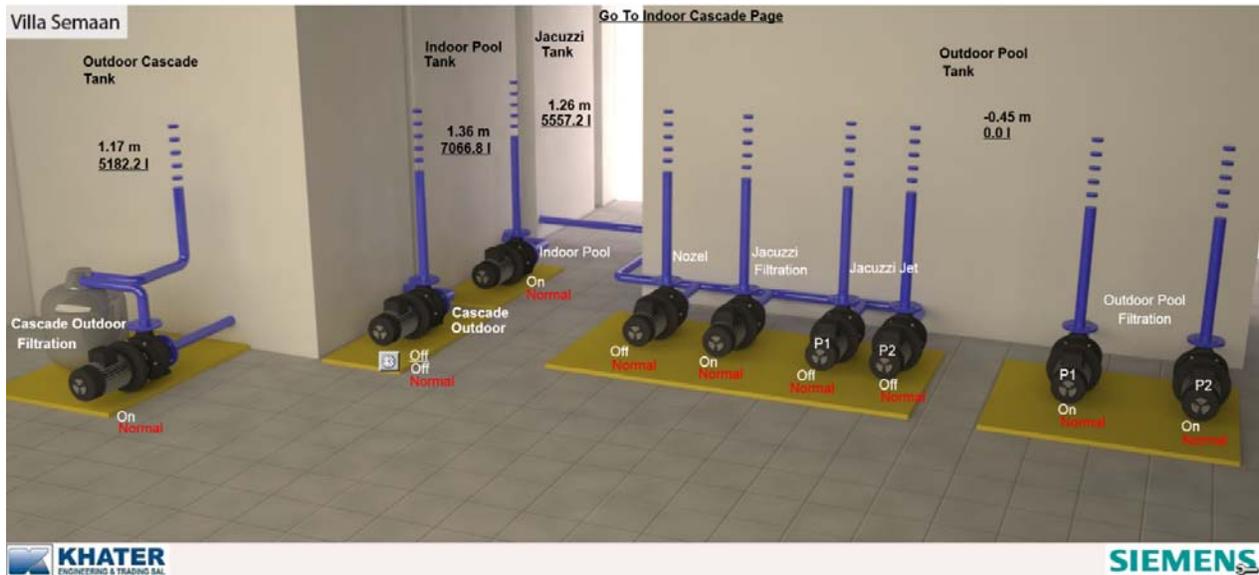
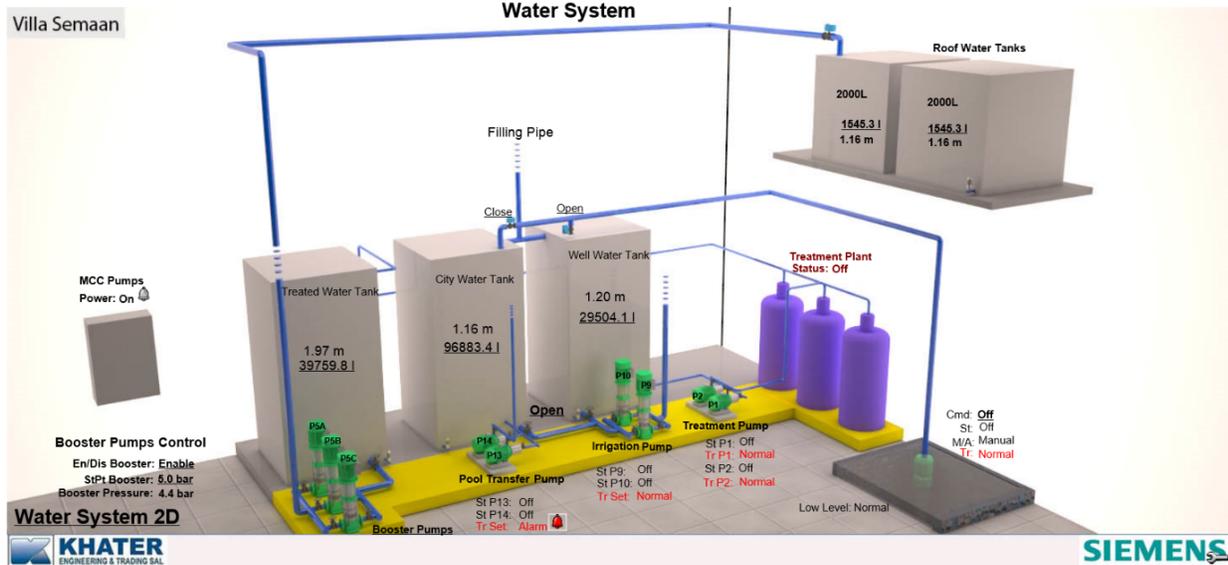
9- Déshumidificateur zone de Jacuzzi

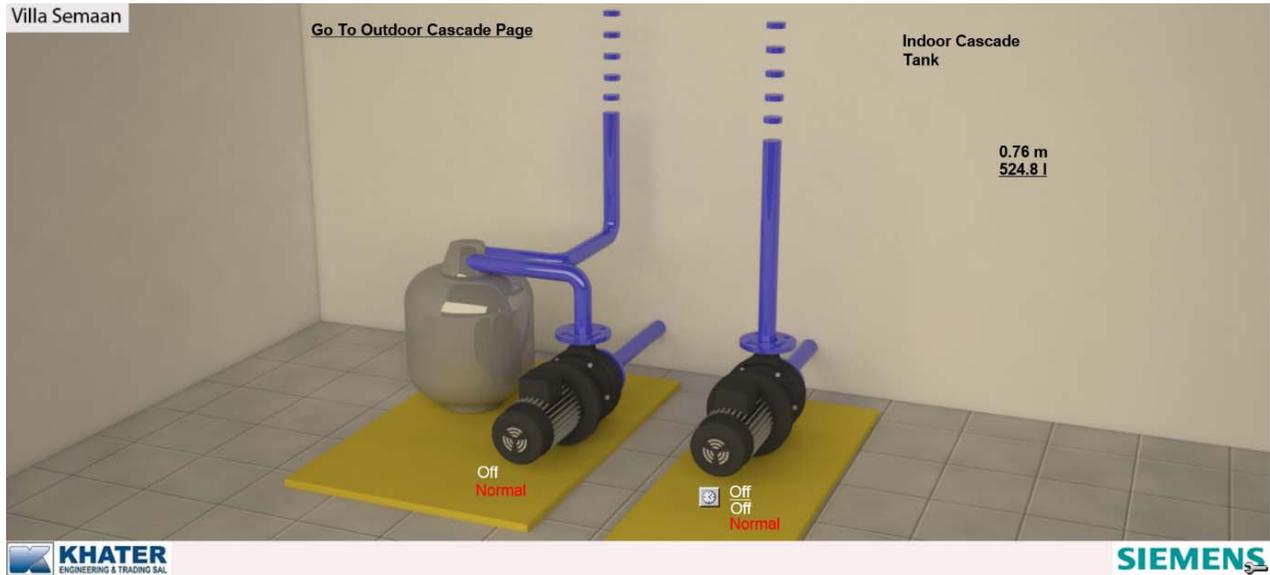


10- Système de Mazout



11- Système de distribution de l'eau

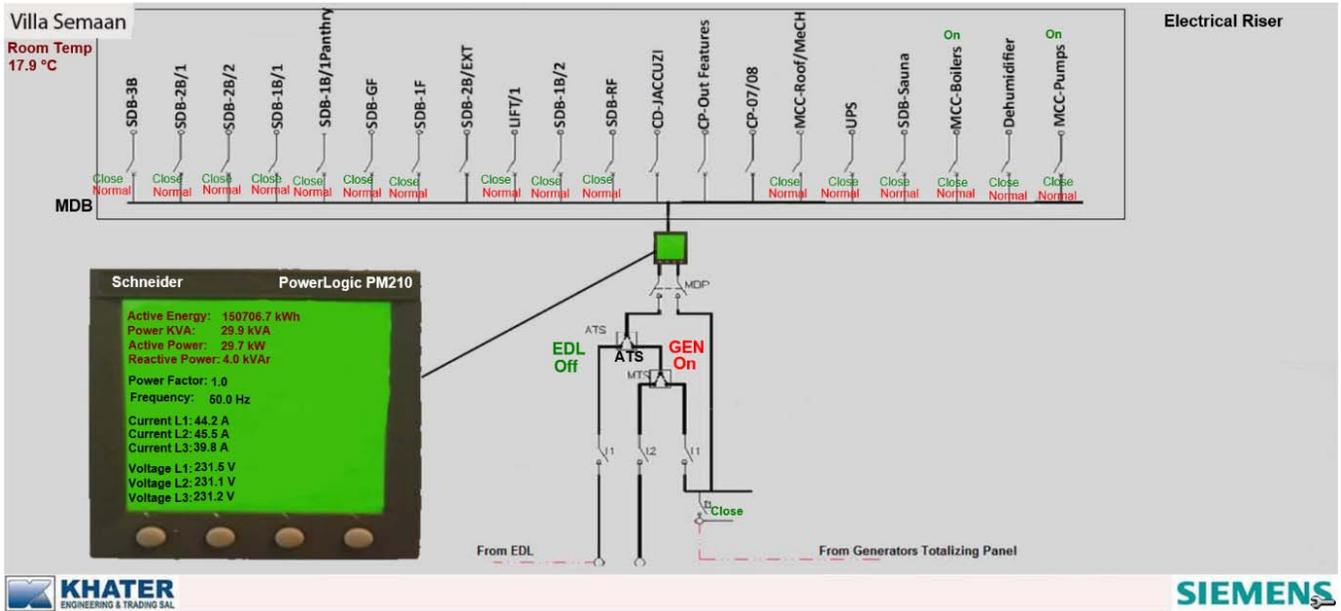




12- Les ascenseurs



13- Le tableau de distribution principale



14- Les générateurs



Villa Semaan



WOODWARD EASYGEN 3000

	Generator 1 250 KVA	Generator 2 250 KVA
Voltage L1-N	0.0 V	230.0 V
Voltage L2-N	0.0 V	231.0 V
Voltage L3-N	0.0 V	230.0 V
Voltage L1-L2	0.0 V	400.0 V
Voltage L2-L3	0.0 V	400.0 V
Voltage L3-L1	0.0 V	399.0 V
Current Phase 1	0.0 A	38.0 A
Current Phase 2	0.0 A	48.0 A
Current Phase 3	0.0 A	50.0 A
Power Factor	1.0	1.0
Frequency	0.0 Hz	50.0 Hz
Apparent Power	0.0 kVA	30.2 kVA
Active Power	0.0 kW	30.0 kW
Reactive Power	0.0 kVAr	3.0 kVAr
Energy	22.4 MWh	12.3 MWh
Battery voltage	24.9 V	27.8 V
Engine Coolant Temp.	32767.0 °C	83.0 °C
Engine oil pressure	32767.0 kPa	106.0 kPa
Engine speed	32767.0 rev/min	1501.0 rev/min
Engine Operating Hours	32767.0 h	39.0 h
Fuel Rate	3276.7 l/h	10.6 l/h



15- Le UPS

Villa Semaan

UPS Integration



Input Voltage L1-N	231.0 V
Input Voltage L2-N	230.0 V
Input Voltage L3-N	230.0 V
Output Voltage L1-N	221.0 V
Output Voltage L2-N	220.0 V
Output Voltage L3-N	221.0 V
Output Current Phase-1	5.9 A
Output Current Phase-2	2.7 A
Output Current Phase-3	1.8 A
Active Power	1.8 kW
Load Phase 1	10.0 %
Load Phase 2	5.0 %
Load Phase 3	3.0 %
Battery Voltage	262.0 V
Battery Capacity	90.0 %
Internal Temperature	21.0 °C
Alarm	Normal

