

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



**Faculté de Technologie**

**Département Ingénierie des Systèmes Electriques**

**Mémoire de Master**

Présenté par

**TALEB FADDI**

**Domaine : Sciences et Technologies**

**Filière : Electrotechnique**

**Spécialité : Machines Electriques**

---

# **Étude et Simulation d'une Serre Agricole Intelligente**

---

**Soutenu le 01/07/2022 devant le jury composé de :**

HAMEL	MEZIANE	MCA	UMBB	Président
MESKINE	KHADIDJA	MAB	UMBB	Examineur
CHERRAT	NIDHAL	MCB	UMBB	Examineur
M'ZIOU	NASSIMA	Prof	UMBB	Rapporteur
GUERBAI	YASMINE	MCA	UMBB	Invitée

**Année Universitaire : 2023/2024**

# Remerciements

Avant tout, il ne saurait question d'entreprendre les remercie sans avoir remercié le BON DIEU ALLAH de nous avoir permis de réaliser ce travail.

Je remercie aussi :

Tout d'abord à mes parents, d'avoir été à mes cotes pendant toutes ces années.

Je remercie infiniment mon encadreur Pr. MZIOU NASSIMA pour sa confiance, pour son aide si précieuse et surtout infini, pour son côté humain, son indulgence, tout sa compétence, sa compréhension, et surtout son immense patience qui m'a permis d'achever ce modeste travail.

Je remercie beaucoup le président du jury, Mr. HAMEL MEZIANE d'avoir accepter de présider le jury.

Je remercie aussi les membres du jury :

*M<sup>me</sup>*. MESKINE KHADIDJA et *M<sup>me</sup>*. GUERBAI YASMINE et Mr. CHERRAT NIDHAL qui ont donnés la peine de lire et de réviser ce mémoire.

Je tiens également à remercie mes enseignants de l'université, M'HAMED BOUGARA, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études.

# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail en signe de respect,  
De tendresse et de beaucoup d'amour à  
Ceux qui ne sont les plus chères au monde :

A mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour  
me voire réussite, j'espère qu'il serait très fières de moi, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la flamme de mon cœur, pour ton amour, ton affection  
Et ton encouragement et ton soutien moral, à toi maman.

A mon frère Oussama, ma sœur Fadoua et toutes ma famille.

Un grand merci à Bouchareb Sofiane pour toute l'aide qu'il nous a apportée.

Je voudrais également remercier mes amis Ahmed et Abdelghani pour  
Leur motivation, leurs encouragements et leur soutien moral.

Et je n'oublie pas mes camarades de classe qui m'ont accompagné pendant  
Toutes ces années Larbi, Tarak, et Hicham.

Pour tout ce beau monde, je dédie ce mémoire en signe de gentillesse, amour et  
Compréhension lesquels ont été pour moi un grand apport.

**Résumé :**

Dans ce projet, nous avons étudié un système de contrôle automatisé intelligent d'une serre agricole, en utilisant un automate programmable industriel (Siemens S7-300) que nous avons programmé par logiciel (STEP 7), avec une supervision réalisée par le (WINCC), utilisant (HMI) pour contrôle à distance.

**Mots-clés:** S7-300, API, HMI, STEP7, WINCC, Programmation, supervision.

**Abstract:**

In this project, we created an intelligent automated control system for an agricultural greenhouse, using a programmable logic controller (Siemens S7-300) which we programmed with software (STEP 7) and with supervision by (WINCC), using (HMI) for distance control.

**Keywords:** S7-300, API, HMI, STEP7, WINCC, programming, supervision.

**المخلص:**

قمنا في هذا المشروع بإنجاز نظام تحكم أوماتيكي ذكي لدفيئة زراعية عن طريق استخدام وحدة التحكم قابلة للبرمجة (siemens S7-300). الذي برمجناه عن طريق (STEP 7), مع الاشراف على (WINCC) مستخدمين (HMI) من أجل التحكم عن بعد.

الكلمات المفتاحية: S7-300, API, HMI, STEP7, WINCC, البرمجة, الاشراف

**CHAPITRE I**

Figure I.1: serre tunnel.....	5
Figure I.2: Serres multi-chapelle.....	6
Figure I.3: serre jardin.....	7
Figure I.4: d'Irrigation .....	9
Figure I.5: Système d'ouverture des serres .....	10
Figure I.1:système surveillance de l'environnement .....	10

**CHAPITRE II**

Figure II.1: Représentation du système automatisé .....	14
Figure II.1: S7-300 compact (S7-314C). .....	16
Figure II.2: S7-300 modulaire (S7-317). .....	17
Figure II.3: Automate programmable. ....	18
Figure II.2: Structure interne d'un API. ....	19
Figure II.3: S7 300. ....	20
Figure II.4: Diagramme de capteur.....	22
Figure II.4: capture de température.....	25
Figure II.5: capture de la lumière.....	25
Figure II.6: capture de niveau .....	26
Figure II.7: capture d'humidité de sol.....	27
Figure II.8: électrovanne .....	28
Figure II.9: pompe à eau .....	29
Figure II.10: ventilateur .....	29
Figure II.11: vérin. ....	30
Figure II.12: chauffage.....	31
Figure II.13: éclairage .....	31

**CHAPITRE III**

Figure III.1:ouverture de logiciel.....	37
Figure III.2:configuration CPU.....	37
Figure III.3: Choix du bloc d'organisation et langage de programmation .....	38
Figure III.4: Création du nom de projet .....	38
Figure III.5:matériel de projet.....	39
Figure III.6:Configuration des adresses .....	40
Figure III.7:chargement avec activation de programme. ....	40
Figure III.8:PLCSIM.....	41
Photo III.1:HMI .....	42
Figure III.9:interface WinCC flexible.....	43
Figure III.10:intégration logiciel.....	44
Figure III.11:choisir HMI .....	45
Figure III.12:interface interne WinCC.....	46

**CHAPITRE IV**

Figure IV.1:API (entre / serti) .....	49
Figure IV.2:LADDER. ....	50
Figure IV.3:mise à l'échelle. ....	51
Figure IV.4: SCALE.....	52
Figure IV.5:SCALE CT.....	52
Figure IV.6: Organigramme du réglage de la température.....	53
Figure IV.7:comparateur de température <10c <sup>0</sup> >.....	54
Figure IV.8:comparateur de température <30c <sup>0</sup> >.....	55
Figure IV.9:comparateur de température <40c <sup>0</sup> >.....	56
Figure IV.10: Organigramme pour le réglage de l'éclairage.....	57
Figure IV.11:comparateur de la lumière<4000>. ....	58
Figure IV.12: Organigramme pour le réglage de l'irrigation. ....	59
Figure IV.13:comparateur d'humidité de sol<10000>.....	60
Figure IV.14:supervision mode arrêt.....	61
Figure IV.15:supervision mode manuel. ....	62
Figure IV.16:supervision mode automatique. ....	63

**CHAPITRE IV**

Tableaux IV.1 : Principaux Matériel utilisés. ....48

**Liste des abréviations :**

API : Automate Programmable industriel.

AI : Analogique input.

AO : Analogique output.

CPU : Central Processing unit.

CHs : Capteur de l'humidité du sol.

CT : Capteur de température.

CL : Capteur de la lumière.

CN : Capteur de niveaux.

DI: Digital input.

DO: Digital output.

EEPROM : Mémoire Mort Programmable Effaceable Électriquement.

EPROM : Mémoire Mort Programmable Effaceable.

FC : Fonction.

HMI : Human machine interface.

PC : Partie Commande.

PO : Partie Opérative.

PR : Partie Relation.

PLC : Programmable logique Controller.

PS : Module d'alimentation.

RAM : Mémoire vive.

ROM : Mémoire mort.

SM : Module de signaux.

TOR : Tout Ou Rien.

OB : Organisation Bloc.

<b>Résumé.....</b>	<b>I</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>II</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>III</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>IV</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>V</b>

**INTRODUCTION GENERALE**

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
------------------------------------	----------

**CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES SERRES AGRICOLES**

<b>I.1 Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2 Généralités sur les serres agricoles .....</b>	<b>3</b>
I.2.1 Définition de l’Agriculture intelligente face au climat .....	3
I.2.2 Définition de la serre intelligente .....	3
I.2.3 Définition de la serre .....	3
I.2.3.1 La serre froide.....	4
I.2.3.2 La serre tempérée.....	4
I.2.3.3 La serre chauffée.....	4
I.2.4 Les avantages et inconvénients de l’agriculture sous serre .....	4
I.2.4.1 Les avantages.....	4
I.2.4.2 Les inconvénients .....	4
<b>I.3 Les différents types de serre .....</b>	<b>5</b>
I.3.1 Serres tunnels .....	5
I.3.1.1 Principales caractéristiques.....	5
I.3.2 Serres multi-chapelle .....	5

---

I.3.2.1 Principales caractéristiques.....	6
I.3.3 Serres en jardin .....	7
I.3.3.1 Principales caractéristiques.....	7
<b>I.4 Conditions environnementale des serres .....</b>	<b>7</b>
I.4.1 Lumière.....	8
I.4.2 Gaz carbonique.....	8
I.4.3 Mouvements de l'air .....	8
I.4.4 Humidité .....	8
I.4.5 Température .....	8
<b>I.5 Système de contrôle de serre intelligent .....</b>	<b>8</b>
I.5.1 Systèmes d'irrigation .....	8
I.5.2 Système d'ouverture des serres.....	9
I.5.3 Surveillance de l'environnement.....	10
I.5.4 Avantage de l'automatisation des serres .....	11
<b>I.6 Conclusion.....</b>	<b>11</b>

**CHAPITRE II : AUTOMATE ET CAPTEURS**

<b>II.1 Introduction.....</b>	<b>13</b>
II.1.1 Définition de L'automatisme.....	13
II.1.2 Les systèmes automatisés .....	13
II.1.2.1 Partie opérative (PO).....	14
II.1.2.2 Partie commande (PC) .....	14
II.1.2.3 Partie relation (PR).....	15
II.1.3 Objectifs de l'automatisation .....	15
<b>II.2 Historique des automates programmables .....</b>	<b>15</b>

II.2.1 Définition de API.....	16
II.2.2 Types d'automate programmable industriel (API).....	16
II.2.2.1 Automates compacts.....	16
II.2.2.2 Automates modulaires .....	17
II.2.3 Architecture des automates .....	17
II.2.4 Structure interne des automates .....	18
II.2.4.1 Le processus .....	18
II.2.4.2 Les modules d'entrées/sorties .....	18
II.2.4.3 Les mémoires .....	19
II.2.4.4 L'alimentation .....	19
II.2.4.5 Liaisons de communication.....	19
II.3.1 Modules S7-300 .....	20
II.3.2 Module d'alimentation (PS).....	20
II.3.3 Unité centrale (CPU) .....	20
II.3.4 Module de signaux (SM).....	20
II.3.4.1 Entrées Tout Ou Rien (TOR).....	21
II.3.4.2 Entrées analogiques .....	21
II.3.4.3 Sorties Tout Ou Rien .....	21
II.3.4.4 Sorties analogiques.....	21
II.3.5 Mise en œuvre d'un automate .....	21
II.3.6 Avantage de l'automate S7-300 .....	22
<b>II.4 Définition et caractéristiques d'un capteur.....</b>	<b>22</b>
II.4.1 Principales caractéristiques des capteurs .....	22
II.4.2 Classifications .....	23
II.4.4 Les différents types de capteurs .....	23
II.4.4.1 Capteur analogique.....	23

II.4.4.2 Capteur logique .....	23
II.4.4.3 Capteur numérique .....	23
II.4.5 Choix d'un capteur .....	24
<b>II.5 Capteurs utilisés pour le contrôle de la serre .....</b>	<b>24</b>
II.5.1 Capteur de température .....	24
II.5.2 Capteur de lumière .....	25
II.5.3 Capteur de niveau .....	26
II.5.4 Capteur d'humidité du sol .....	26
<b>II.6 Actionnaires utilisés pour le contrôle de la serre .....</b>	<b>27</b>
II.6.1 Électrovanne .....	27
II.6.2 Pompe à eau .....	28
II.6.3 Ventilateur .....	29
II.6.4 Vérin électrique .....	30
II.6.5 Chauffage .....	30
II.6.6 Éclairage LED .....	31
<b>II.7 Conclusion .....</b>	<b>32</b>

### **CHAPITRE III : STEP 7 ET WINCC**

<b>III.1 Introduction .....</b>	<b>34</b>
<b>III.2 Logiciel de programmation STEP7 .....</b>	<b>34</b>
III.2.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager .....	34
III.2.2 Structure d'un programme STEP 7 .....	35
III.2.2.1 Blocs d'organisation .....	35
III.2.2.2 Priorité des blocs d'organisation .....	35
III.2.2.3 Bloc d'organisation pour le traitement de programme cyclique (OB 1) .....	35

III.2.2.4 Blocs fonctionnels FC.....	36
III.2.2.5 Domaine d'application .....	36
<b>III.3 Création d'un Project STEP 7.....</b>	<b>36</b>
III.3.1 Configuration CPU .....	37
III.3.2 Configuration du bloc d'organisation.....	38
III.3.3 Configuration du nom de Projet .....	38
III.3.4 Configuration de matériel.....	39
III.3.4.1 Choix du Rack.....	39
III.3.4.2 Sélection de l'alimentation .....	39
III.3.4.3 Sélection de la CPU .....	39
III.3.4.4 Sélection des entrée /sortie.....	39
III.3.5 Table des mnémoniques .....	40
III.3.6 Chargement du programme .....	40
III.3.7 Simulation .....	41
III.3.7.1 Présentation de PLCSIM.....	41
<b>III.4 SIMATIC HMI.....</b>	<b>42</b>
<b>III.5 SIMATIC WinCC flexible .....</b>	<b>42</b>
III.5.1 WinCC flexible intégré à SIMATIC STEP 7.....	43
III.5.2 Ouverture de projets intégrés .....	44
<b>III.6 Supervision en WinCC.....</b>	<b>45</b>
III.6.1 Eléments de Win CC flexible .....	45
III.6.1.1 Zone de travail .....	45
III.6.1.2 Barre des menus .....	45
III.6.1.3 Barre d'outils .....	45
III.6.1.4 Boite d'outils.....	46

III.6.1.5 Fenêtre des propriétés .....	46
<b>III.7 Conclusion.....</b>	<b>46</b>
<b>CHAPITRE IV : SIMULATION ET SUPERVISION</b>	
<b>IV.1 Introduction.....</b>	<b>48</b>
<b>IV.2 Cahier de charge .....</b>	<b>48</b>
IV.2.1 Problématique .....	48
IV.2.2 Solution proposée.....	48
IV.2.3 Solution appliquée.....	48
IV.2.3.1 Au niveau du réservoir d'eau .....	49
IV.2.3.2 Pour le processus d'arrosage .....	49
IV.2.3.3 Pour le contrôle des conditions climatiques.....	49
IV.2.3.4 Pour le contrôle de l'éclairage.....	49
<b>IV.3 Programmation .....</b>	<b>50</b>
IV.3.1 Programmation des modes manuel et automatique.....	50
IV.3.2 Langage de programmation .....	50
<b>IV.4 Mise à l'échelle .....</b>	<b>51</b>
IV.4.1 SCALE.....	52
IV.4.2 Principe de Fonctionnement (SCALE).....	52
<b>IV.5 Organigramme pour le réglage de la température .....</b>	<b>53</b>
IV.5.1 Comparateur de la température.....	54
IV.5.2 Allumer ou éteindre le chauffage .....	54
IV.5.3 Ouvrir ou fermer la fenêtre .....	55
IV.5.4 Marche/arrêt du ventilateur .....	56
IV.6.1 Comparateur de la lumière.....	58

**IV.7 Organigramme pour le réglage de l'irrigation.....59**

    IV.7.1 Comparateur de la pompe 2 ..... 60

**IV.8 La supervision .....61**

    IV.8.1 Mode manuel ..... 62

    IV.8.2 Mode automatique..... 63

**IV.9 Conclusion .....64**

**CONCLUSION GENERALE**

**Conclusion générale .....66**

**Références bibliographiques**

**Annexe**

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction générale**

Le domaine de l'agriculture est parmi les plus importants dont l'Algérie dispose de grands moyens qui ont besoin d'être exploités d'une manière optimale pour contribuer au développement des exportations algériennes en dehors le domaine des hydrocarbures afin d'améliorer la situation de la sécurité alimentaire.

Ces dernières années, le monde s'est orienté vers le développement du domaine agricole en exploitant le développement de la technologie moderne et de l'intelligence artificielle par le biais du développement des machines et des équipements agricoles afin d'améliorer la production. Cependant, les serres agricoles actuellement rencontrent d'énormes obstacles qui limitent les agriculteurs qui les utilisent. Compte tenu de la grande importance des serres agricoles et de leur rôle efficace dans le domaine de l'agriculture, nous avons proposé un projet dans le but de développer ce secteur et de lui donner une valeur ajoutée pour l'optimisation de ce domaine.

Notre projet consiste à créer un système de contrôle automatique intelligent pour les serres agricoles. En s'appuyant sur un automate programmable industriel (API S7-300) avec les capteurs nécessaires pour le contrôle, en plus d'interface homme-machine (HMI) pour le contrôle à distance.

Notre projet dispose d'un réservoir d'eau avec des pompes pour contrôler le processus d'arrosage. Elle dispose également d'un chauffage et d'un ventilateur avec un système d'ouverture des fenêtres pour contrôler le climat à l'intérieur de la serre, plus des lampes pour l'éclairage (LED) afin de contrôler la lumière à l'intérieur de la serre.

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres, comme suit :

- Le premier chapitre présentera des généralités sur les serres agricoles, avec les données spécifiques et générales concernant la serre.
- Le deuxième chapitre portera sur une présentation de l'automatisme en général avec une identification complète de l'automate programmable ainsi que les capteurs utilisés.
- Une présentation du logiciel de programmation STEP 7 et le logiciel de supervision WINCC fait l'objet du troisième chapitre.
- Dans le quatrième chapitre et le dernier nous présenterons les résultats de la simulation avec la supervision.
- Finalement nous terminerons par une conclusion générale.

**CHAPITRE I**  
**GENERALITES SUR LES SERRES**  
**AGRICOLES**

**I.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous examinerons les données spécifiques et générales concernant les serres agricoles en les définissant, en mettant en évidence leurs caractéristiques et leurs différentes formes, en soulignant l'importance de la technologie pour gérer les conditions climatiques à l'intérieur de la serre, et en évoquant les diverses techniques qui peuvent être utilisées pour obtenir de meilleurs rendements et faciliter le travail.

**I.2 Généralités sur les serres agricoles****I.2.1 Définition de l'Agriculture intelligente face au climat**

L'agriculture intelligente face au climat a pour objet de renforcer la capacité des systèmes agricoles de contribuer à la sécurité alimentaire, en intégrant le besoin d'adaptation et le potentiel d'atténuation dans les stratégies de développement de l'agriculture durable. L'agriculture intelligente face au climat se propose d'aborder de manière plus intégrée les enjeux relatifs à la sécurité alimentaire, au développement, à l'adaptation au changement climatique et à son atténuation, qui sont étroitement liés, de permettre aux pays de cerner les choix qui présentent le plus d'atouts et ceux pour lesquels un arbitrage est nécessaire pour peser les avantages et les inconvénients.

Dans le concept d'agriculture intelligente face au climat, il est bien entendu que la mise en œuvre des mesures retenues est déterminée par le contexte et les capacités spécifiques propre à chaque pays et qu'elle est facilitée par un accès à des informations plus précises, des politiques harmonisées, des dispositions institutionnelles coordonnées et des mécanismes incitatifs et financiers souples. La notion d'agriculture intelligente face au climat évolue et il n'existe pas de modèle universel quant à son application [1].

**I.2.2 Définition de la serre intelligente**

Les serres intelligentes sont des serres utilisant un système intelligent pour leur contrôle et leur automatisation. Ce dispositif permet de surveiller et de contrôler l'environnement et le micro climat de ces serres.

**I.2.3 Définition de la serre**

La serre est un abri exploitant le rayonnement solaire, destiné à la culture et à la protection des plantes. L'objectif étant de créer un environnement propice à leur développement en tirant parti de l'influence du climat. En créant un micro climat, la serre permet d'influencer

le cycle végétatif des plantes. Il existe trois types de serre : la serre froide, la serre tempérée et la serre chaude [2].

### **I.2.3.1 La serre froide**

Elle ne fonctionne que par l'effet de serre. L'intérieur est toujours plus chaud que l'extérieur, mais en cas de forte gelée, seules les variétés qui peuvent supporter des températures temporaires proches de 0°C s'y développeront où s'y maintiendront.

### **I.2.3.2 La serre tempérée**

L'endroit où l'on peut élever des espèces subtropicales.

### **I.2.3.3 La serre chauffée**

Facilite la stabilité de la température entre 19 et 20°C. ainsi, elle offre la possibilité de cultiver des légumes tout au long de l'année ou de cultiver des espèces exotiques beaucoup plus exigeantes. Toutefois, même si cette vision est intéressante, elle ne peut pas satisfaire le jardinier bio sur le plan écologique, voire gustatif.

## **I.2.4 Les avantages et inconvénients de l'agriculture sous serre**

La culture sous serre a des avantages et des inconvénients. Néanmoins les avantages sont multiples et non négligeable.

### **I.2.4.1 Les avantages**

- Augmentation de la production.
- Minimiser les risques de production.
- Maximiser les profits.
- Prévention des maladies et des ravageurs.
- Croissance toute l'année.
- Stabilité et sécurité accrues.

### **I.2.4.2 Les inconvénients**

- Une structure qui a un coût généralement élevé.
- Une pollinisation sous serre souvent complexe.
- La nécessité d'un entretien régulier de votre serre.
- La nécessité d'un arrosage régulier de vos plantations.

### I.3 Les différents types de serre

#### I.3.1 Serres tunnels

Une serre tunnel, ou serre maraîchère est composée de plusieurs arceaux métalliques en tube acier ou en PVC. Au-dessus, la structure est recouverte d'une bâche en plastique souple et transparente qui vise à isoler vos cultures des intempéries tout en garantissant une bonne aération. Comme son nom l'indique, le tunnel de culture est en forme de tunnel et s'adapte à tous les espaces puisqu'il en existe de plusieurs dimensions [3].



**Figure I.1** Serre tunnel.

##### I.3.1.1 Principales caractéristiques

- La hauteur des serres tunnel atteint 2 à 2,50 mètres.
- La largeur oscille entre 3 et 5 mètres.
- Les serres tunnel sont notamment utilisées dans le jardinage pour la culture plantes ou légumes comme les tomates par exemple.

#### I.3.2 Serres multi-chapelle

Ce type de serre est une évolution de la serre tunnel traditionnelle. Elle reprend une forme similaire mais avec un arc renforcé de type gothique. Ceci permet d'obtenir un meilleur fonctionnement et d'augmenter de façon importante les charges que la structure peut porter au-delà de la ventilation latérale standard, cette nouvelle structure permet d'installer des

ouvrants en toiture avec même la possibilité d'avoir deux ouvrants pour chaque chapelle. Flexibilité, économies d'énergie, luminosité et une ventilation performante sont des qualités majeures pour ce type de serre [3].



**Figure I.2** Serres multi-chapelle.

### **I.3.2.1 Principales caractéristiques**

- Travée de 9,60 ou 12,80 m.
- Largeur entre les colonnes de 2,5 à 5 m.
- Hauteur sous la gouttière jusqu'à 5 m.
- Structure modulaire prête à être assemblée sur site.
- Calculs statiques et sismiques conformes à la norme européenne EN 13031-1.
- Protection par galvanisation de l'acier selon la méthode (senzimir) ou par immersion à chaud.
- Les boulons sont protégés par la méthode (zinc-nickel), bien meilleure que la méthode traditionnelle GEOMET.
- Ventilation en toiture avec charnière au faitage et fermeture au niveau de la gouttière ou à la moitié de la pente.
- Possibilité de mettre un double système de ventilation.
- Couverture avec un film polyéthylène simple ou double gonflé.
- Murs périmétriques couverts avec du film plastique, plastique ondulé ou du ver.

### **I.3.3 Serres en jardin**

C'est un petit modèle, parfait pour faire pousser des plantes, idéale pour protéger ses plantes en hiver, récolter des fruits et légumes toute l'année ou réaliser des semis sous abri. Une serre peut être construite avec divers matériaux et selon différentes formes, même avec des matériaux de récupération [4].



**Figure I.3** Serre en jardin.

#### **I.3.3.1 Principales caractéristiques**

Les matériaux fréquemment utilisés pour l'armature de la serre :

- Les structures en aluminium.
- Les structures en acier.
- Les structures en bois.

Les matériaux fréquemment utilisés pour les panneaux de la serre :

- Le verre horticole.
- Le verre trempé.
- Le polycarbonate alvéolaire.

### **I.4 Conditions environnementale des serres**

Dans les serres intelligentes, la croissance des plantes nécessite des conditions climatiques particulières. Parmi les conditions les plus importantes, on peut citer [5] :

**I.4.1 Lumière**

La plupart des légumes nécessitent au moins 8 heures de lumière par jour pour produire de manière satisfaisante. Dans des zones très nuageuses ou durant les courtes journées d'hiver, un éclairage supplémentaire devant être nécessaire.

**I.4.2 Gaz carbonique**

Les serres commerciales utilisent couramment des générateurs de CO<sub>2</sub> pour maximiser leur production. Lors de la conception d'un système de CO<sub>2</sub>, les rendements n'augmenteront. Cela signifie que si toutes les autres variables sont optimales (lumière, engrais, température, humidité, pH, etc.), les avantages d'une augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> ne seront pas obtenus. Sauf si d'autres variables sont réalisées en fonction des besoins.

**I.4.3 Mouvements de l'air**

Il est aussi un facteur important qui affecte la croissance de la plante, modifiant les transferts d'énergie, la transpiration et l'absorption de CO<sub>2</sub>, ce qui affecte la taille des feuilles, ainsi que la croissance de la tige et le rendement. Le taux de photosynthèse peut être augmenté de 40 pourcents si la vitesse du vent augmente de 10 à 100 centimètres par seconde.

**I.4.4 Humidité**

L'humidité de l'air et celle du sol sont deux facteurs importants pour la croissance des plantes.

**I.4.5 Température**

La température du milieu intérieur et extérieur, du sol et de l'eau doit également respecter certaine norme.

**I.5 Système de contrôle de serre intelligent**

Il existe de nombreuses techniques utilisées pour contrôler l'environnement des serres. Dans ce qui suit, on présente certaines techniques les plus utilisées pour contrôler les facteurs environnementaux.

**I.5.1 Systèmes d'irrigation**

L'irrigation consiste à fournir de l'eau artificiellement à des plantes cultivées afin d'augmenter leur production et de favoriser leur développement normal en cas de pénurie d'eau causée par un manque de pluie, un drainage excessif ou une diminution de la nappe

, notamment dans les régions arides.

Les différentes étapes d'un système d'irrigation comprennent le pompage, le traitement, la distribution et l'entreposage/récupération de l'eau.

On peut distinguer plusieurs techniques d'irrigation :

- L'aspersion est une méthode utilisée pour reproduire la pluie.
- Par micro-aspersion, similaire à la précédente mais plus localisée, ce qui permet une utilisation plus économe de l'eau.
- La micro-irrigation ou goutte à goutte, une méthode économe en eau qui évite le ruissellement.
- En utilisant des tuyaux poreux enterrés, une variante de la méthode du goutte à goutte.
- En inondant ou en submergeant.



**Figure I.4** Irrigation.

### **I.5.2** Système d'ouverture des serres

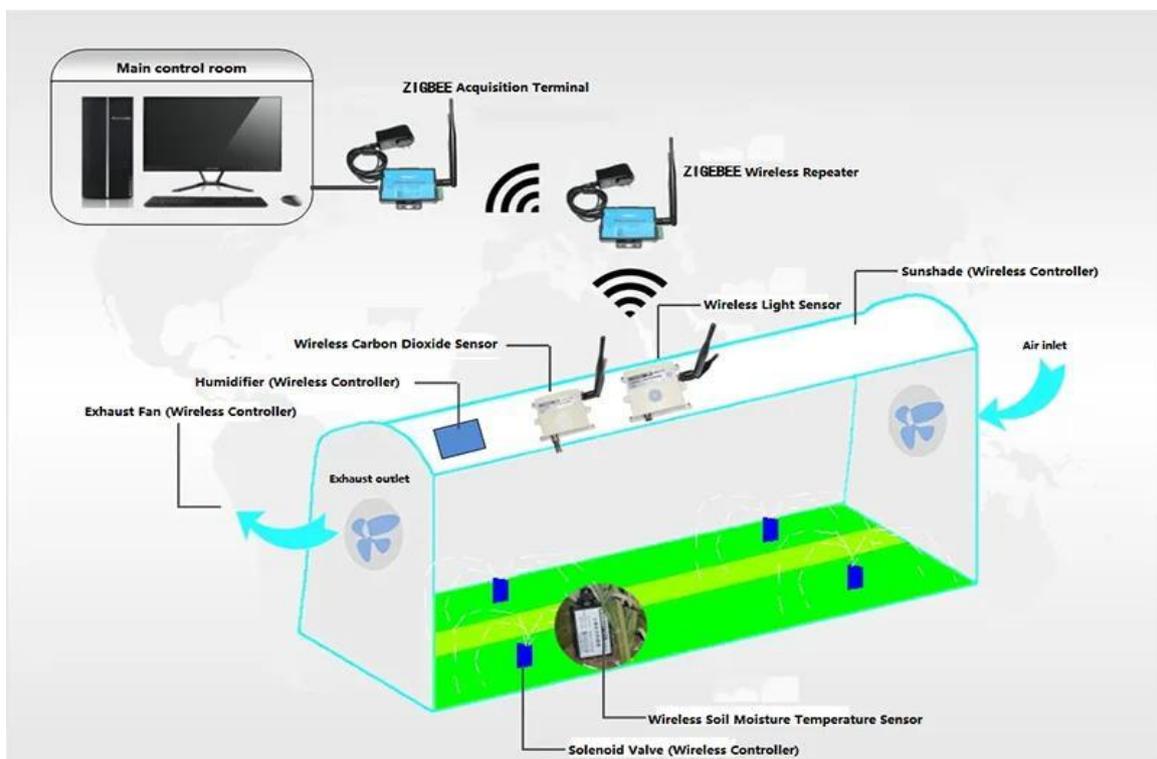
Il est possible d'aérer la serre pour ajuster la température, l'humidité, le taux de CO<sub>2</sub>, etc. Il est possible de concevoir un système de contrôle de température en utilisant un capteur de température qui est « lu » par un circuit électronique qui lui permet de déterminer à partir de quelle et jusqu'à quelle température il faut maintenir ouvert (par un petit moteur et un mécanisme de métamorphose du mouvement).



**Figure I.5** Système d'ouverture des serres.

### I.5.3 Surveillance de l'environnement

Dans le cas des serres intelligentes automatisées, il est crucial de surveiller l'environnement et le climat intérieur et extérieur des serres. Elle repose sur la mise en place de différents capteurs à l'intérieur et à l'extérieur de la serre. Il est nécessaire de connecter ces capteurs à un système de capture (filaire ou sans fil) qui enregistre en temps réel et de manière permanente les informations fournies par ces capteurs [5].



**Figure I.6** Système surveillance de l'environnement.

**I.5.4 Avantage de l'automatisation des serres**

L'automatisation des serres permet d'assurer au moins les avantages suivants :

- Préserver les plantes des températures extrêmes.
- Préserver les plantes des maladies.
- Maintenir une surveillance à distance de la serre et rester informé des conditions météorologiques dans celle-ci.
- Faciliter l'environnement de travail.
- Augmenter l'efficacité de la production.
- Contrôle complet des paramètres climatiques.

**I.6 Conclusion**

Nous avons donné un aperçu complet sur les serres et souligné l'importance de la technologie dans leur développement. Dans le chapitre suivant, nous expliquerons la technologie de contrôle et la manière dont elle est utilisée dans notre projet.

**CHAPITRE II**  
**AUTOMATE ET CAPTEURS**

## **II.1 Introduction**

Dans ce chapitre une définition complète des systèmes de contrôle automatisé et de leur fonctionnement, en plus de l'accent mis sur (API S7 300) en mentionnant ses caractéristiques, ses fonctions et son fonctionnement sont présentés. On trouve aussi dans ce chapitre les capteurs nécessaires avec les outils d'application, qui nous aideront à identifier les informations nécessaires pour contrôler les conditions climatiques à l'intérieur de la serre.

### **II.1.1 Définition de L'automatisme**

Un système automatisé est un ensemble d'éléments qui effectue des actions cycliques sans intervention de l'utilisateur. Celui-ci se contente de donner des ordres de départ et d'arrêt. L'automatisation conduit à une très grande rapidité, une meilleure régularité des résultats.

- Réalisant leurs fonctions en relative autonomie.
- Assurant un contrôle des performances par la mise en place possible d'une chaîne de retour.

Les objectifs principaux d'automatisation des systèmes de production ont été développés afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser et simplifier l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie de ressource donc une ergonomie.

### **II.1.2 Les systèmes automatisés**

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC), et d'une partie opérative (PO), pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (une personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la partie (PC), celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la (PO). Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC (compte -rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé [6].

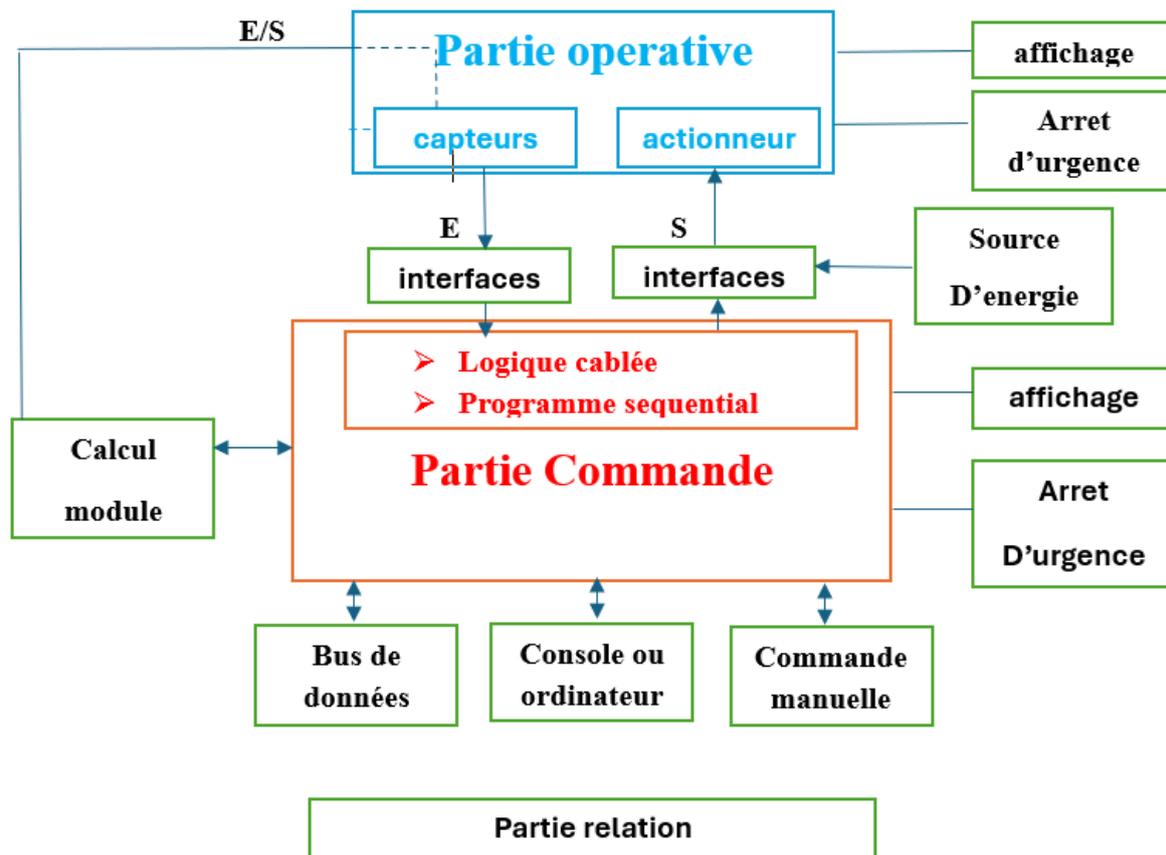


Figure II.1 Représentation d'un système automatisé.

### II.1.2.1 Partie opérative (PO)

La partie responsable du fonctionnement du système automatisé est constituée d'un ordinateur qui renferme un programme dans ses mémoires. Elle envoie les instructions aux actionneurs de la partie opérative en utilisant :

- Le programme qu'elle contient.
- Les données reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

### II.1.2.2 Partie commande (PC)

Ce domaine de l'automatisation gère de manière logique le déroulement des opérations à effectuer. Les capteurs de la partie opérative lui fournissent des informations, qu'il retourne vers cette même partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs. En général, il y a un boîtier (connu également sous le nom de bâti) qui renferme :

- Des capteurs (transforment la variation des grandeurs physiques liées au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de niveaux, capteur de température et bouton poussoir).
- Des actionneurs (transformant l'énergie reçu en énergie utile : moteur, vérin, lampe, chauffage, pompe).

### **II.1.2.3 Partie relation (PR)**

Elle est complexe en fonction de l'importance du système. Elle regroupe les diverses ordres requis pour assurer le bon déroulement du processus, tels que le mode marche/arrêt, l'arrêt d'urgence, le mode marche automatique, et ainsi de suite. Le guide d'étude des modes de marches et d'arrêts (GEMMA) est un outil de description. Les automaticiens et les techniciens de maintenance utilisent des outils graphiques tels que le GRAFCET et le GEMMA.

### **II.1.3 Objectifs de l'automatisation**

Hors les objectifs à caractères financiers on trouve :

- Éliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité.
- Accroître la productivité.
- Économiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Maintenir la qualité.

## **II.2 Historique des automates programmables**

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux États-Unis vers la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors) qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automate programmable. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changé, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes. De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles ; depuis les nano automates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes.

### II.2.1 Définition de API

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique programmable, adapté à l'environnement industriel qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande d'actionneur et de pré actionneur à partir d'information logique, analogique ou numérique.

Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langages. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire.

### II.2.2 Types d'automate programmable industriel (API)

Il y a plusieurs classifications des APIs distingués principalement par leur forme, leur taille, leur apparence, leur mode d'alimentation, leur puissance ou par leur langage de programmation. Généralement les automates peuvent être de type compact ou modulaire [7] :

#### II.2.2.1 Automates compacts

Le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties sont intégrés. D'après les modèles et les constructeurs, il s'agit d'appareils qui ont un nombre défini d'entrées-sorties numériques et analogiques. Cependant, ils peuvent être élargis par blocs jusqu'à environ 250 entrées et sorties. Les applications de complexité moyenne avec de la logique séquentielle et un traitement restreint des fonctions analogiques sont principalement utilisées.



**Figure II.2** S7-300 compact (S7-314C).

### II.2.2.2 Automates modulaires

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrée/sortie sont installés dans des modules distincts et sont fixés sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus et connecteurs). Les machines qu'ils utilisent sont rapides et puissantes, équipées de processeurs performants. Il s'agit de véritables machines. Un CPU (central Processing Unit) est capable de traiter plus de 8000 E/S.



**Figure II.3** S7-300 modulaire (S7-317).

### II.2.3 Architecture des automates

La photo (II.3) représente l'architecture d'une automate :



**Figure II.4** Automate programmable.

- 1- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour le stockage des programmes, les données, et des paramètres de configuration du système [8].
- 2- Un module d'alimentation, qui à partir d'une tension 220V on obtient dans certains cas 24V.
- 3- Des modules d'entrées TOR (Tout Ou Rien) ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative.
- 4- Des modules de sorties TOR ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande.
- 5- Des modules de communication comprenant :
  - Des interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain.
  - Des interfaces d'accès à un réseau.

#### **II.2.4 Structure interne des automates**

La structure interne d'un API est assez voisine de celle d'un système informatique simple. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmées. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. Cette structure est comme suit [9] :

##### **II.2.4.1 Le processus**

Il constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale.

##### **II.2.4.2 Les modules d'entrées/sorties**

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Il existe plusieurs catégories de modules sur le marché :

- Modules TOR : il n'y a que deux états possibles pour l'information traitée (0 ou 1). Il s'agit de la nature des informations transmises par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir, etc.
- Modules analogiques : l'information traitée est perpétuelle et acquiert une valeur qui varie dans une gamme précise. Il s'agit du genre d'information transmise par un capteur.

- Modules spéciaux : on retrouve les informations traitées dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. Il s'agit du genre d'information fournie par un ordinateur.

### II.2.4.3 Les mémoires

Le système de processeur est accompagné par plusieurs types de mémoires, qui permettant de stocker :

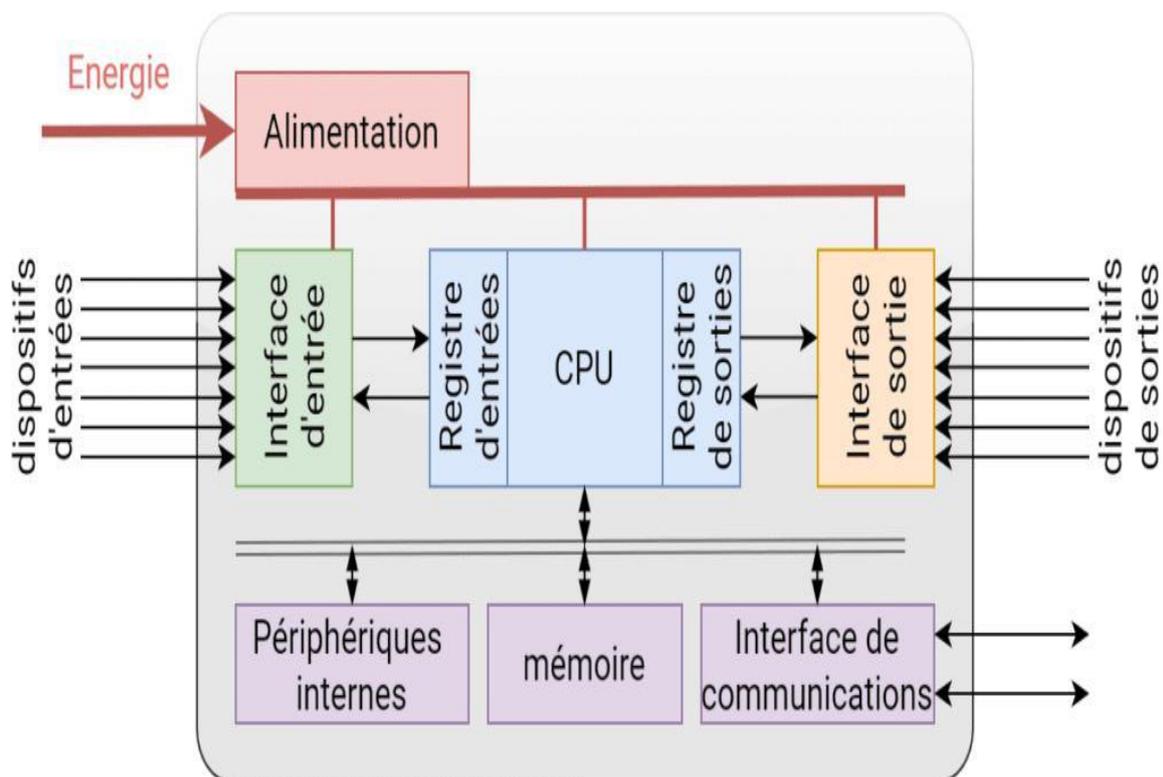
- Le système d'exploitation dans les ROM,
- Le programme dans les EPROM,
- Les données du système dans les RAM.

### II.2.4.4 L'alimentation

Elle garantit la répartition de l'énergie entre les divers modules. En général, l'automate est alimenté par un réseau monophasé de 230V.

### II.2.4.5 Liaisons de communication

Elles offrent la possibilité de communiquer tous les blocs de l'automate ainsi que les éventuelles extensions.



**Figure II.5** Structure interne d'un API.

### II.3.1 Modules S7-300

L'automate programmable S7-300 est d'une forme modulaire, permet un vaste choix de gamme de modules suivants [10] :

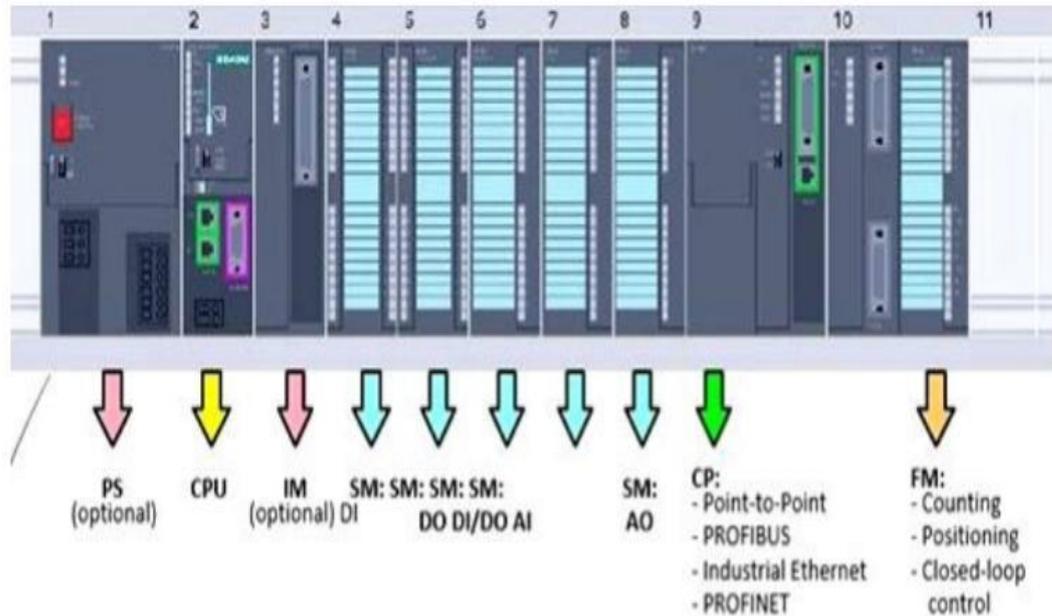


Figure II.5 Automate programmable S7 300.

### II.3.2 Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation (PS) délivre un courant de sortie assignée de 2A, 5A ou 10A sous une tension de 24 volts. La tension de sortie à séparation galvanique pour la protection de la CPU contre les court-circuits.

### II.3.3 Unité centrale (CPU)

C'est une carte électronique bâtie autour d'un ou plusieurs processeurs et mémoire. Le CPU possède un système d'exploitation, une unité d'exécution et des interfaces de communication. Essentiellement le CPU lit l'état des signaux d'entrée et exécute le programme utilisateur séquentiellement.

### II.3.4 Module de signaux (SM)

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrée TOR, des modules de sortie TOR ainsi que des modules d'entrée et de sortie analogiques. Les modules d'entrée/sortie sont des interfaces entre les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation.

**II.3.4.1 Entrées Tout Ou Rien (TOR)**

Les modules d'entrée tout ou rien, permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques. Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électroniques.

**II.3.4.2 Entrées analogiques**

Les cartes d'entrée analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en variant un code numérique au sein des modules.

**II.3.4.3 Sorties Tout Ou Rien**

Les modules de sorties tout ou rien, permettent de raccorder à l'automate les différents prés actionneurs. Les tensions de sorties usuelles sont de 5, 24, 48, 110 ou 220 volts en continu ou en alternatif. Les courants vont de quelque (mA) à quelques ampères. Ces modules possèdent des relais ou bien des triacs des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente.

**II.3.4.4 Sorties analogiques**

Les modules de sorties analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant varier un code numérique au sein du module. Il existe deux grands types de sorties :

- Avec une résolution de 8 bits.
- Avec une résolution de 12 bits.

Ces sorties peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre de voies sur ces cartes est De 2 ou 4.

**II.3.5 Mise en œuvre d'un automate**

À partir d'un problème d'automatisme donné, dans lequel on définit les commandes les capteurs, les organes de sortie et le processus à réaliser, il faut établir :

- Le Grafcet niveau 1 et le Grafcet niveau 2.
- Faire le repérage des entrées/sorties.
- Écrire le programme, le charger dans la mémoire RAM/EPROM et le transférer dans l'unité centrale de l'automate.
- Tester à vide (mise au point).
- Raccorder l'automate à la machine.

### II.3.6 Avantage de l'automate S7-300

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en Architecture centralisée.
- Une large gamme de CPU.
- Une large plage de température de -25 °C à +60 °C.
- Une meilleure tenue aux sollicitations mécaniques.
- Une résistance à la pollution par des gaz nocifs, poussière et humidité de l'air.

### II.4 Définition et caractéristiques d'un capteur

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie) on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique [11].



Figure II.6 Diagramme de capteur.

#### II.4.1 Principales caractéristiques des capteurs

1. L'étendue de la mesure : c'est la différence entre le signal le plus petit détecté et le signal le plus grand perceptible sans risque de détérioration du capteur.
2. La sensibilité : la sensibilité correspond à la moindre variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.
3. La vitesse : c'est le délai entre la variation de la grandeur physique qu'un capteur mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie de commande.
4. La précision : il s'agit de la faculté de reproduire une information de position ou de vitesse.

### **II.4.2 Classifications**

On peut alors classer les capteurs en deux catégories :

- Les capteurs à contact exigent une interaction directe avec l'objet à repérer.
- Les capteurs à distance.

On détecte un objet en coupant ou en modifiant un faisceau lumineux.

On peut classer chaque catégorie en trois catégories de capteurs : les capteurs mécaniques, électriques et pneumatiques.

### **II.4.4 Les différents types de capteurs**

Il existe trois types de capteurs :

#### **II.4.4.1 Capteur analogique**

Un capteur analogique est un outil qui peut mesurer des grandeurs comme la température, la pression et la lumière. Il nous donne un signal qui change en fonction de ce qu'il mesure. (Par exemple : un thermomètre est un capteur analogique qui mesure la température).

#### **II.4.4.2 Capteur logique**

Un capteur logique est comme une machine qui indique si le phénomène mesuré s'est passé ou non. Il ne donne que deux réponses « oui » ou « non ». Certains capteurs logiques ne fonctionnent que si le phénomène mesuré chose se passe complètement, et certains ne fonctionnent que si rien ne se passe du tout.

#### **II.4.4.3 Capteur numérique**

C'est un appareil qui mesure des grandeurs physiques et qui la transformes-en une grandeur numérique qu'on peut afficher (un nombre par exemple). Pour ce faire, il transforme la grandeur qu'il mesure en un signal électrique, puis transforme ce signal en un nombre qu'un ordinateur peut interpréter.

### **II.4.5 Choix d'un capteur**

Tous les capteurs dont les fonctionnements ont deux parties distinctes. Une première partie qui a pour rôle de détecter un événement et une deuxième partie qui a pour rôle de traduire l'événement en un signal compréhensible d'une manière ou d'une autre par un PC. Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord [7].

- La catégorie d'événement à repérer.
- La nature de l'événement.
- La taille de l'événement.
- Le contexte de l'événement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- Ses performances.
- Son encombrement et caractéristiques.
- Sa fiabilité (MTBF).
- La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique).
- Son prix et coût.

## **II.5 Capteurs utilisés pour le contrôle de la serre**

### **II.5.1 Capteur de température**

Un capteur de température est un système qui détecte les variations de température de l'air ou de l'eau et les transforme en un signal électrique qui atteint un système électronique. Ce signal provoque des changements dans ce dispositif électronique de contrôle de la température.

Dans notre système, nous utiliserons le capteur de température afin de connaître la valeur de la température à l'intérieur de la serre et de la contrôler via des dispositifs de contrôle.

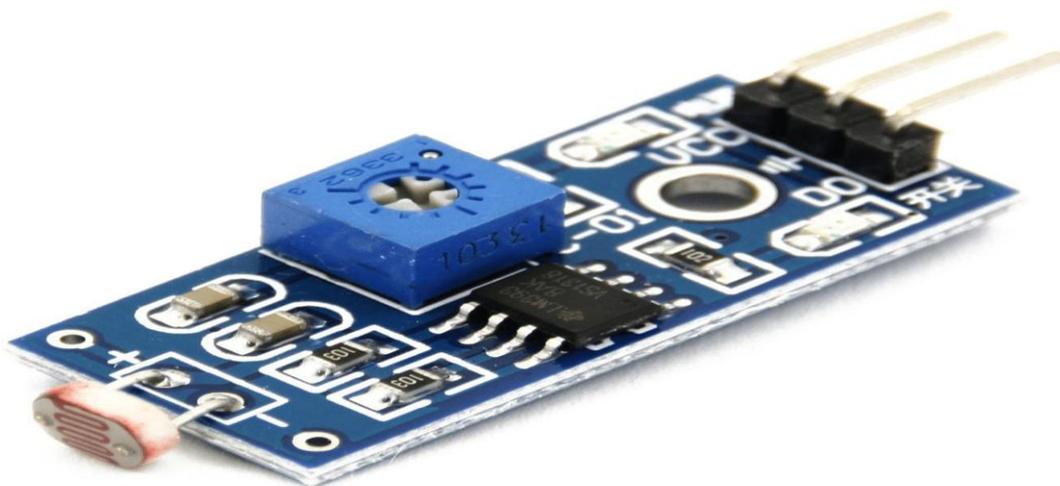


**Figure II.7** Capteur de température.

### II.5.2 Capteur de lumière

Les capteurs de lumière ont pour but de protéger contre la lumière, d'améliorer l'éclairage de divers endroits ou même de mesurer la luminosité.

Le capteur de lumière nous aidera à mesurer le pourcentage de lumière à l'intérieur de la serre afin d'augmenter la lumière au cas où elle serait faible.



**Figure II.8** Capteur de la lumière.

### II.5.3 Capteur de niveau

Les détecteurs de niveau, également connus sous le nom de capteurs de niveau, sont des appareils automatisés utilisés dans les circuits hydrauliques. Un câble les relie à un contrôleur qui utilise leur mesure de niveau.

Ce type de dispositif permet d'évaluer la profondeur de remplissage d'un récipient de liquide. Le détecteur convertit la mesure de niveau en signal de sortie électrique afin de déclencher l'ouverture ou la fermeture des vannes de contrôle. On peut donc s'en servir comme un interrupteur commandé par la mesure d'un paramètre.

Dans notre système, nous nous appuyerons sur le capteur de niveau pour remplir et vider le réservoir d'eau.



Figure II.9 Capteur de niveau.

### II.5.4 Capteur d'humidité du sol

La carte de dérivation de ce capteur d'humidité du sol permet de mesurer l'humidité du sol. Une variable de résistance est utilisée pour les deux sondes concernées. Quand le sol est sec, il y a une tension de sortie plus importante.

Il s'agit de deux modes de fonctionnement : le mode numérique qui ne détecte que la présence d'eau et fournit un signal numérique élevé, et le mode analogique qui est plus précis.

Le capteur d'humidité du sol nous donne des informations sur l'humidité du sol pour l'arrosage.

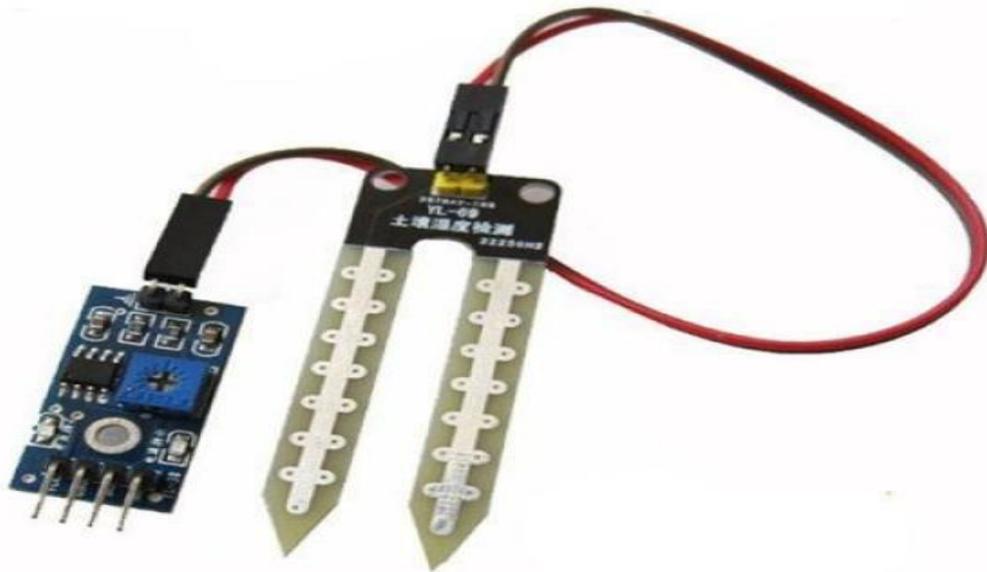


Figure II.10 Capteur d'humidité de sol.

## II.6 Actionnaires utilisés pour le contrôle de la serre

### II.6.1 Électrovanne

Les vannes solénoïdes ou électromagnétiques fonctionnent grâce à un signal électrique. Elles permettent de contrôler le débit d'une l'eau dans une conduite en offrant l'avantage d'un temps de réponse rapide grâce au principe d'ouverture/fermeture en tout ou rien. Ils sont également utilisés notamment dans le système d'irrigation et commandées simultanément avec les pompes. Les électrovannes sont différenciées suivant 3 critères principaux [12] :

- Le type de commande : commande directe, assistée ou forcée.
- La fonction : normalement fermée ou normalement ouverte.
- Le nombre d'orifices : 2/2 ou 3/2 voies.

Nous utilisons une électrovanne dans l'unité d'arrosage pour ajuster la quantité d'eau s'écoulant dans la serre, le capteur d'humidité du sol donnera l'ordre de commencer l'arrosage.



**Figure II.11** Electrovanne.

### II.6.2 Pompe à eau

La pompe est une machine qui fournit de l'énergie à l'eau pour le déplacer d'un niveau à un autre, on peut l'utiliser pour :

- Transférer l'eau d'un réservoir situé à un certain niveau vers un réservoir situé à un niveau plus élevé.
- Transférer l'eau d'un réservoir à une certaine pression vers un autre réservoir à une pression plus grande.
- Augmenter la quantité de l'eau qui traverse une conduite d'une autre manière, et de point de vue physique la pompe transforme l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique (de pression, potentiel, cinétique) [12].

La pompe remplira le réservoir d'eau, si le pourcentage d'eau descend au minimum à l'intérieur du réservoir, le capteur de niveau donne l'ordre à la pompe de commencer le remplissage et de s'arrêter au niveau supérieur du réservoir.



**Figure II.12** Pompe à eau.

### II.6.3 Ventilateur

Un ventilateur est un dispositif électrique, elles sont employées pour canaliser le courant de vent dans une région particulière et employé pour propager l'air dans les parties plus grandes et ambiguës.

Le ventilateur réduira la température et l'humidité de l'air à l'intérieur de la serre, le ventilateur fonctionne lorsque la température augmente, le capteur de température donne l'ordre d'allumer le ventilateur et l'ordre de l'arrêter lorsque la température requise est atteinte.



**Figure II.13** Ventilateur.

### II.6.4 Vérin électrique

Les vérins électriques fonctionnent principalement en transformant le mouvement rotatif en mouvement linéaire, le vérin électrique permet de réguler de manière précise le mouvement linéaire, peut être aisément automatisé et est adapté à des applications à petite et à grande échelle.

Le vérin pour ouvrir les fenêtres pour aérer la serre avec de l'air naturel, en cas de température élevée.



Figure II.14 Vérin.

### II.6.5 Chauffage

Le chauffage de serres agricoles est un système qui maintient une température optimale à l'intérieur des serres pour favoriser la croissance des plantes. Il peut utiliser diverses sources d'énergie telles que le gaz, l'électricité.

Le chauffage augmente la température à l'intérieur de la serre, si la température baisse, le capteur de température donnera l'ordre d'allumer le chauffage, avec la commande d'arrêter lorsque la température requise est atteinte.



Figure II.15 Chauffage.

### II.6.6 Éclairage LED

Les plantes ont besoin de lumière pour bien pousser. Habituellement, les plantes reçoivent leur lumière du soleil, mais parfois la lumière du soleil ne suffit pas, surtout en hiver. J'ai donc installé des LED à l'intérieur de la serre afin d'augmenter la luminosité.

Le capteur de lumière donne la commande de démarrage lorsqu'il détecte un manque de lumière à l'intérieur de la serre et s'arrête si la lumière est suffisante.



Figure II.16 Eclairage.

**II.7 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons expliqué tous les contrôles et éléments utilisés dans notre projet, en soulignant toutes les bases et les définitions des dispositifs techniques, afin d'opérationnaliser le contrôle de notre projet. Dans le chapitre suivant nous allons expliquer le logiciel STEP 7 pour programmer API ainsi que le logiciel WinCC pour la supervision.

**CHAPITRE III**  
**STEP 7 ET WINCC**

### **III.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous présenterons les définitions et les caractéristiques avec les étapes de la création de projet au niveau de STEP 7, le logiciel de la programmation et la simulation avec WINCC le logiciel de la supervision.

### **III.2 Logiciel de programmation STEP7**

Le logiciel de programmation STEP 7 est utilisé pour les systèmes SIMATIC S7, ce qui en fait le logiciel de programmation de notre S7-300. Les fonctionnalités requises pour configurer, paramétrer et programmer notre S7-300 sont fournies par STEP 7.

Après avoir bien compris un cahier des charges, il est conseillé de suivre les étapes suivantes pour garantir une bonne programmation de l'automatisation d'un dispositif [13] :

- Création du projet.
- Configuration, le paramétrage du matériel et de la communication réseau.
- Création de la table mnémonique.
- Élaboration du programme.
- Chargement du programme.
- Test du programme sur le simulateur PLCISIM.
- Traitement et le diagnostic des erreurs dans le cas de perturbation.

Le logiciel STEP 7 permet la programmation L'API S7-300 en :

- Ladder Diagram LD (CONT)·
- Function Block Diagram FBD (LOG)·
- Sequential Function Chart SFC (GRAPH7) ·
- Instruction List IL (LIST)·
- Structured Text ST (SCL) qui est un langage évolué proche du C.

#### **III.2.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager**

SIMATIC Manager est une interface graphique assurant le traitement en ligne / hors ligne d'objets S7, tels que les projets, fichiers de programmes utilisateur, blocs, stations matérielles et outils.

Avec le SIMATIC Manager, nous pouvons :

- Gérer des projets et des bibliothèques.

- Appeler les outils STEP 7.
- Accéder en ligne au système d'automatisation.
- Paramétrer des cartes mémoires (modules mémoire).

### **III.2.2 Structure d'un programme STEP 7**

Le logiciel de programmation STEP 7 vous permet de structurer votre programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants [13] :

- Écrire des programmes importants mais clairs.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme.
- Modifier facilement le programme.
- Simplifier le test du programme, car vous pouvez l'exécuter section par section.
- Faciliter la mise en service.

#### **III.2.2.1 Blocs d'organisation**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programmer cyclique et déclenché par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. Vous pouvez programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU.

#### **III.2.2.2 Priorité des blocs d'organisation**

Les blocs d'organisation définissent l'ordre (événements de déclenchement) dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible. La priorité la plus faible est celle de l'OB d'arrière-plan.

#### **III.2.2.3 Bloc d'organisation pour le traitement de programme cyclique (OB 1)**

Le traitement cyclique des programmes est la méthode habituelle pour les automates programmables. Le système d'exploitation fait régulièrement appel à l'OB1, ce qui déclenche le processus. Manipulation régulière du programme utilisateur.

Le module d'organisation OB1 est utilisé pour la mise en œuvre du programme utilisateur. Les appels correspondant aux blocs de fonctionnement FC ou à d'autres types de structure sont programmés dans l'OB1. Ces blocs se désignent les uns les autres avec l'OB1. Le programme système est le seul à pouvoir appeler l'OB1 une fois que l'exécution du programme de mise en route est terminée.

#### **III.2.2.4 Blocs fonctionnels FC**

Fonctions (FC) Les fonctions font partie des blocs que vous programmez vous-même. Une fonction est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données. Comme une fonction ne dispose pas de mémoire associée, vous devez toujours indiquer des paramètres effectifs pour elle. Vous ne pouvez pas affecter de valeur initiale aux données locales d'une FC.

#### **III.2.2.5 Domaine d'application**

Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code. Vous pouvez faire appel à des fonctions pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonctions mathématiques).
- Exécuter une fonction technologique (exemple : commande individuelle avec combinaison binaire).

### **III.3 Création d'un Project STEP 7**

Pour créer un nouveau projet sur step7, nous ouvrons d'abord SIMATIC manager sur l'écran de l'ordinateur. Une fenêtre affichée dans l'image apparaîtra, nous cliquons donc sur suivant.

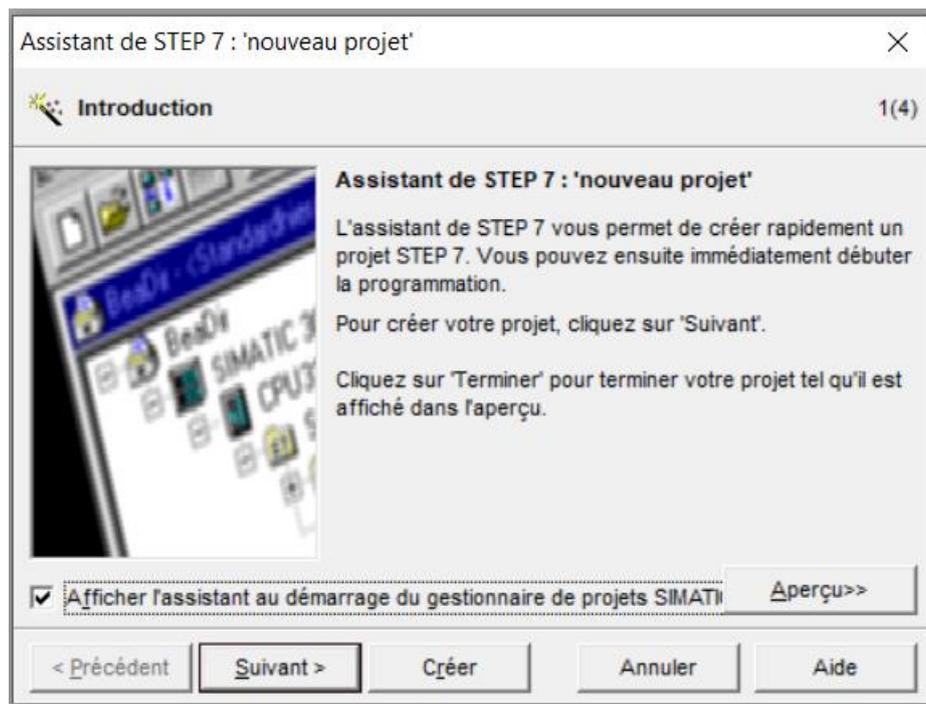


Figure III.1 Ouverture de logiciel.

### III.3.1 Configuration CPU

Après la création d'un nouveau projet nous passerons à la configuration du CPU. Dans la fenêtre suivante on fait le choix du CPU, (dans notre cas, on a choisi le CPU313C) Après on clique sur le bouton suivant.

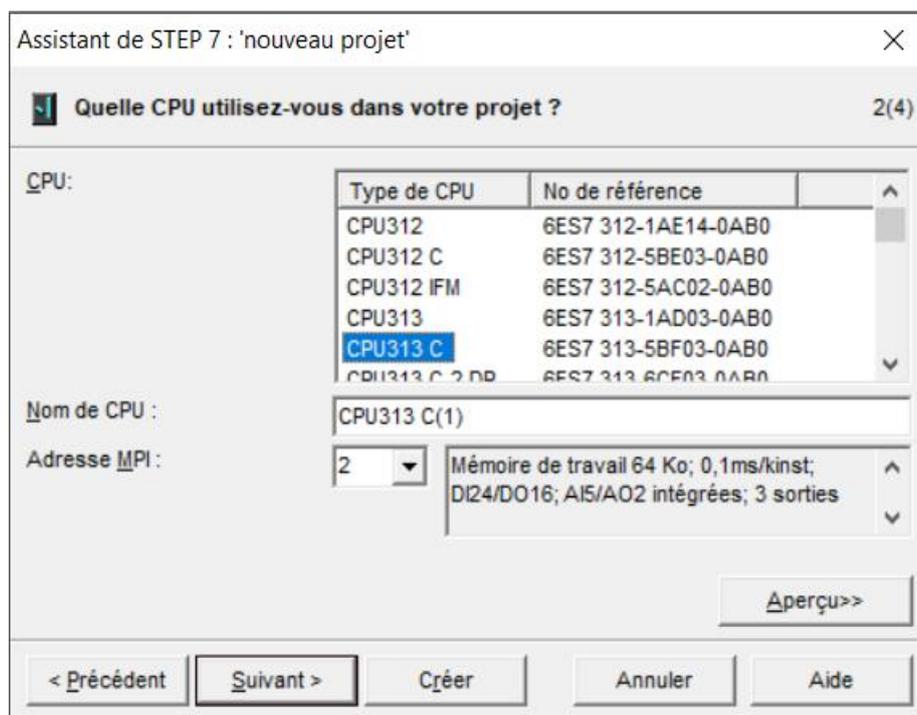


Figure III.2 Configuration du CPU.

### III.3.2 Configuration du bloc d'organisation

Dans cette étape, nous choisisons le bloc d'organisation avec le langage de programmation (nous choisisons le bloc OB1 et langage CONT). Puis cliquer sur le bouton suivant :

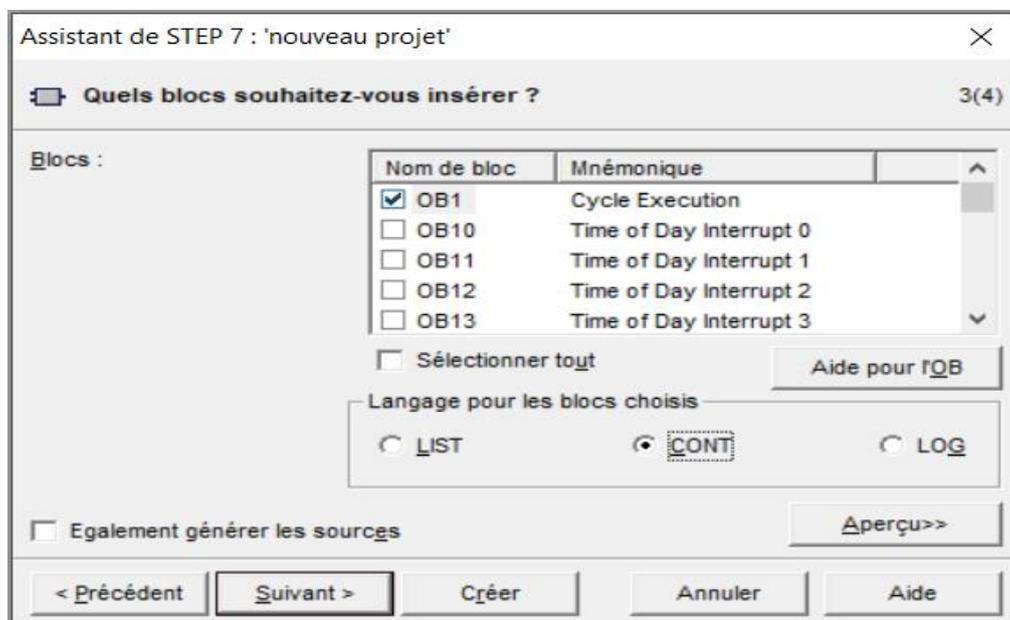


Figure III.3 Choix du bloc d'organisation et langage de programmation.

### III.3.3 Configuration du nom de Projet

A cette étape, nous choisisons le nom du projet, à partir de cette fenêtre, nous pouvons créer n'importe quel nom.

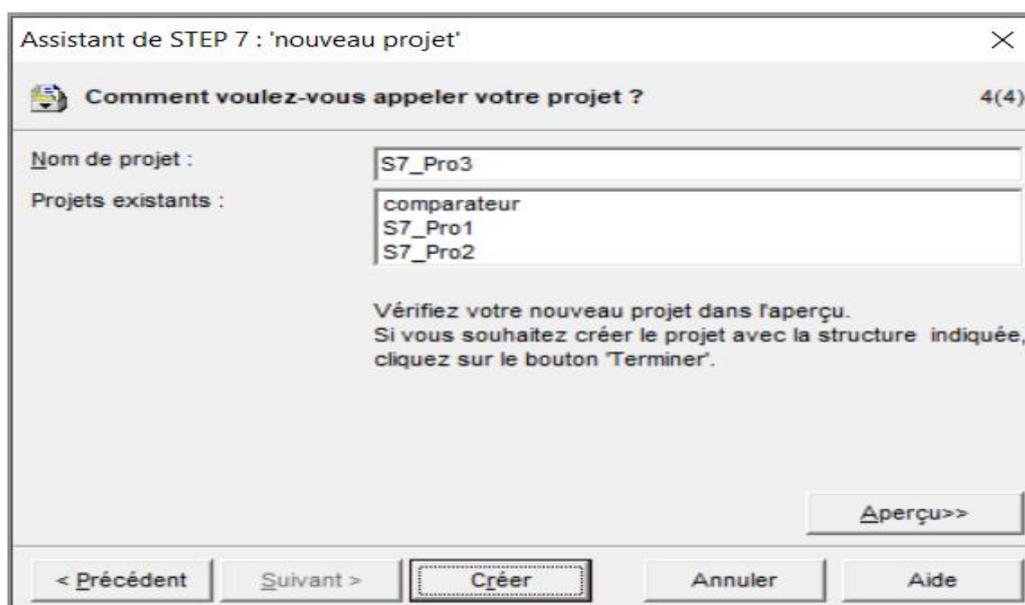


Figure III.4 Création du nom de projet.

### III.3.4 Configuration de matériel

Dans une table de configuration, vous définissez les modules que vous allez mettre en œuvre dans votre solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur. Vous pouvez en outre y paramétrer les caractéristiques des modules.

#### III.3.4.1 Choix du Rack

En prenant en considération les dimensions de l'armoire électronique et le nombre de modules d'entrée/sortie utilisés dans le projet d'automatique, il est important de choisir le rack approprié.

#### III.3.4.2 Sélection de l'alimentation

Dans nos cas on va choisir l'alimentation (PS307 10A).

#### III.3.4.3 Sélection de la CPU

Après on va choisir la CPU (313C dans notre cas).

#### III.3.4.4 Sélection des entrée /sortie

Les modules d'entrées et sorties analogiques seront sélectionnés en fonction du nombre qu'on possède.

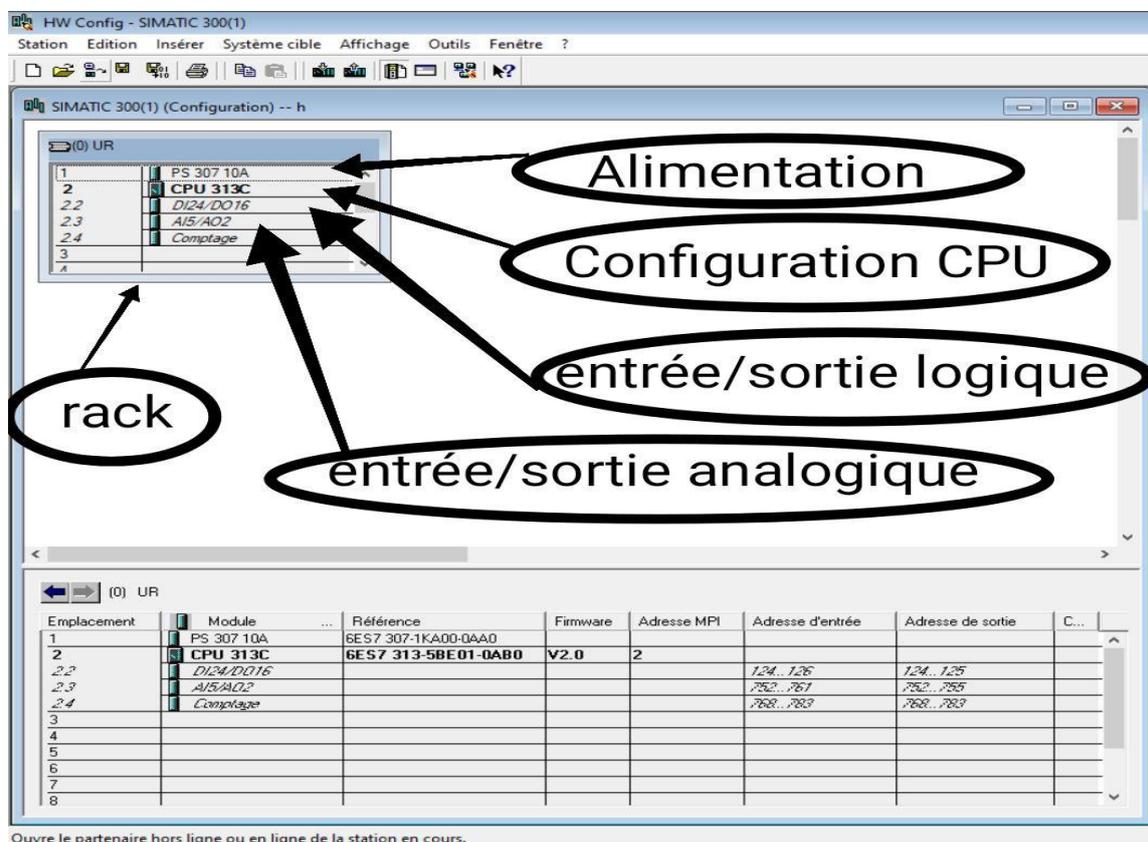


Figure III.5 Matériel de projet.

### III.3.5 Table des mnémoniques

Afin de faciliter la compréhension et la clarté de notre programme, nous avons opté pour l'utilisation de mnémoniques au lieu des adresses absolues. Dans le cadre de cala, Nous avons mis en place une table de mnémoniques dans laquelle nous avons établi un nom d'adresse pour chaque opérande utilisé.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		C.Hs	E 0.6	BOOL	
2		C.L	E 0.5	BOOL	
3		C.N1	E 0.0	BOOL	
4		C.N2	E 0.1	BOOL	
5		C.T	E 0.7	BOOL	
6		chauffage	A 0.7	BOOL	
7		EV	A 0.1	BOOL	
8		fenetre	A 0.6	BOOL	
9		LED	A 0.2	BOOL	
10		pompe	A 0.0	BOOL	
11		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
12		securite	E 0.2	BOOL	
13		ventilateur	A 0.5	BOOL	
14					

Figure III.6 Configuration des adresses.

### III.3.6 Chargement du programme

Pour charger le programme, nous cliquons sur bouton de chargement directement.

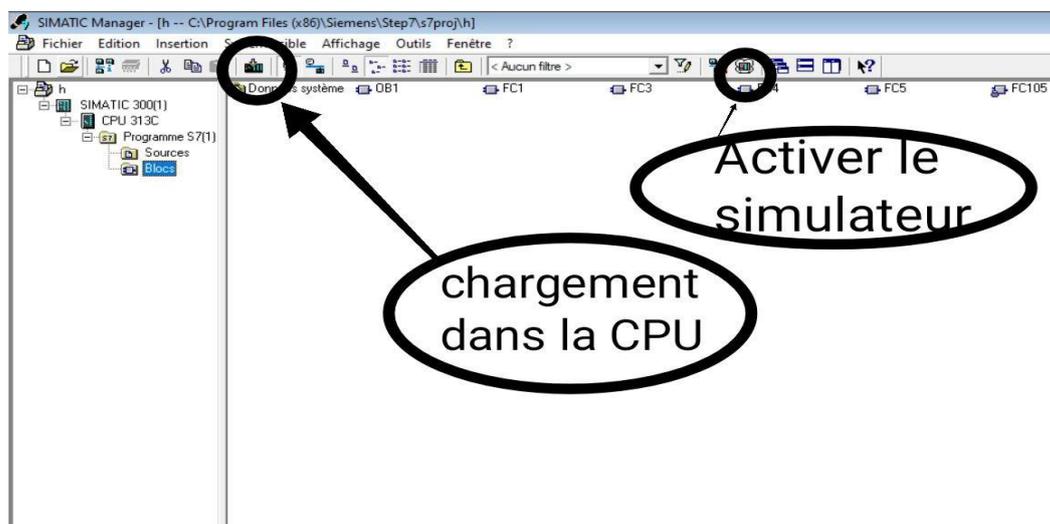


Figure III.7 Chargement avec activation de programme.

### III.3.7 Simulation

Le fonctionnement du programme STEP7 sera visualisé via le logiciel optionnel de simulation PLCSIM.

#### III.3.7.1 Présentation de PLCSIM

Le PLCSIM intégré dans l'atelier logiciel Step7 permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible.

Cette application dispose d'une interface simple nous permet de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant notre programme dans le CPU simulé, nous avons en outre la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, comme par exemple la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables [13].

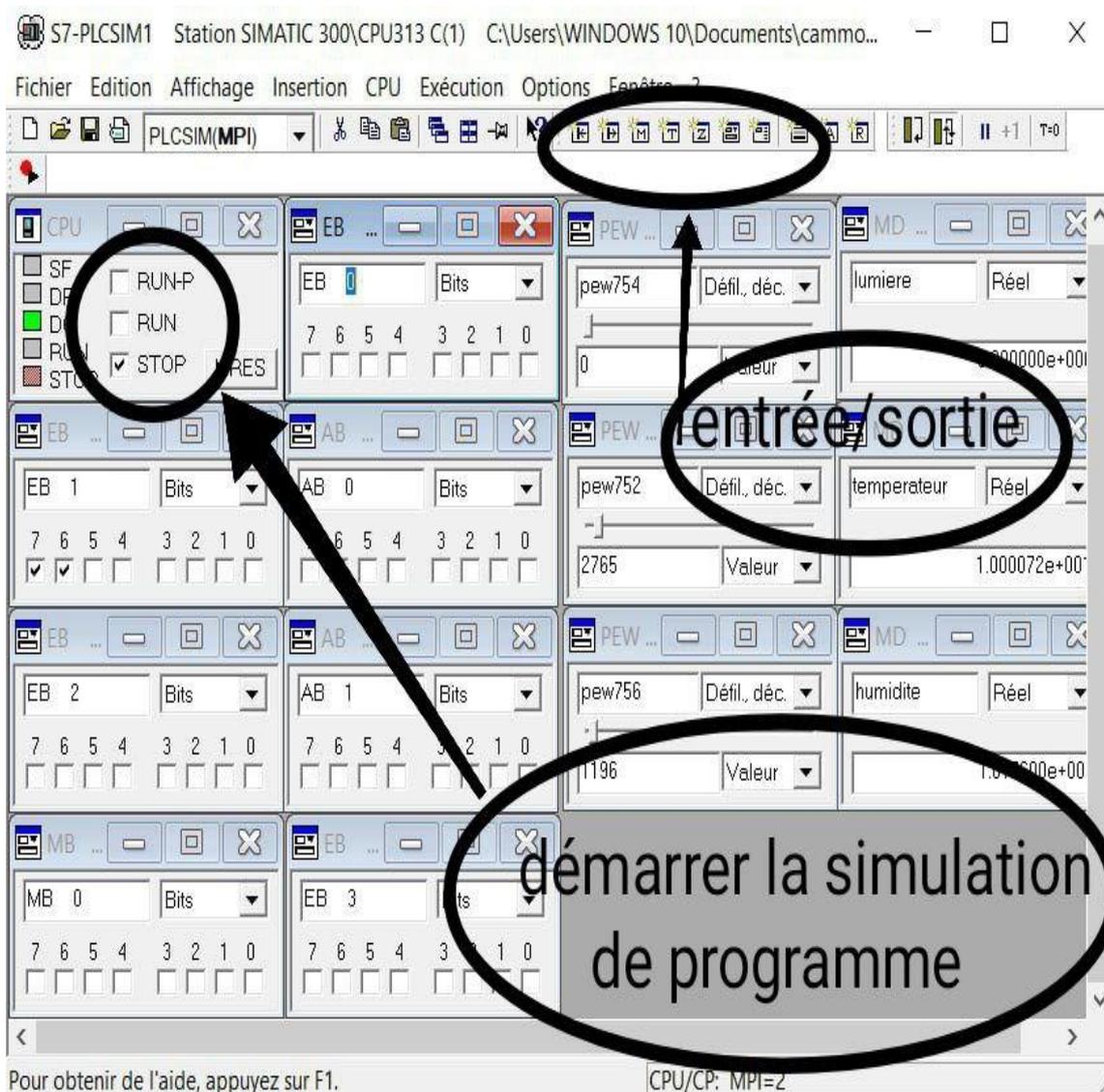


Figure III.8 PLCSIM.

### III.4 SIMATIC HMI

SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande. SIMATIC HMI vous permet de maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installations en état de marche.

Les systèmes SIMATIC HMI simples sont par exemple de petites consoles à écran tactile mises en œuvre sur site.

A l'autre extrémité de la gamme SIMATIC HMI se trouve des systèmes utilisés pour la conduite et la surveillance de chaînes de production. Il s'agira en l'occurrence des puissants systèmes client-serveur [14].



Figure III.9 HMI.

### III.5 SIMATIC WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants :

- Simplicité.
- Ouverture.
- Flexibilité.



**Figure III.10** Interface WinCC flexible.

### III.5.1 WinCC flexible intégré à SIMATIC STEP 7

Lors de l'installation de WinCC flexible, nous définissons s'il doit être intégré à SIMATIC STEP 7. L'intégration de SIMATIC STEP 7 à l'interface de configuration présente les avantages suivants :

- Sécurité accrue.
- Tâche de modification moindre.
- Tâche de configuration moindre.

Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques SIMATIC STEP 7, aux zones de données et aux systèmes d'automatisation de SIMATIC STEP 7. La table des mnémoniques contient la définition des points de données, (par exemple : adresses ou types de données) que nous avons paramétré lors de la création du programme de commande.

L'arborescence de WinCC flexible est reproduite dans celle de SIMATIC Manager, l'édition des objets s'effectue cependant dans une application WinCC flexible distincte avec l'interface originale de l'ES WinCC flexible.

L'intégration WinCC flexible - SIMATIC STEP 7 représente les avantages suivants :

- Accès direct aux mnémoniques de SIMATIC STEP 7 lors de la connexion au process
- Les textes et les attributs mémorisés lors de la configuration des messages sont importés de WinCC flexible.
- La tâche de configuration est réduite, grâce à l'utilisation commune de données de configuration.

### III.5.2 Ouverture de projets intégrés

Lorsque nous ouvrons un projet WinCC flexible d'une version antérieure pour la première fois dans WinCC flexible 2008, une conversion est lancée par défaut. La transformation peut nécessiter un certain temps et même plusieurs heures pour les très grands projets. Si nous ouvrons le projet directement à partir du SIMATIC Manager, la progression de la conversion est affichée. Dans le cas de très grands projets, celle-ci n'affiche pas la progression réelle. La charge du CPU de l'ordinateur permet alors de voir que la conversion se poursuit.

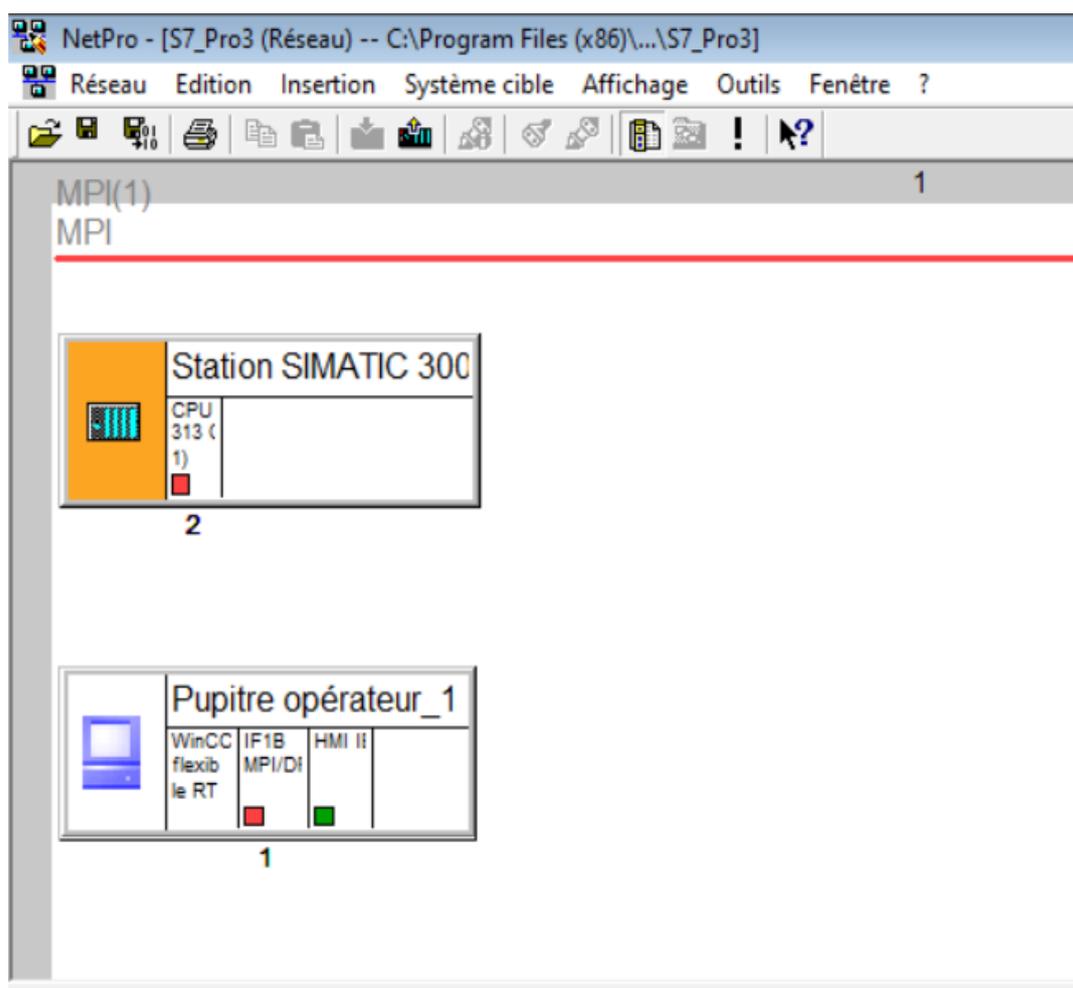


Figure III.11 Intégration logiciel.

### III.6 Supervision en WinCC

Afin d'effectuer la supervision sur WinCC Flexible, nous allons sélectionner un type de pupitre, dans notre projet nous choisissons (MP 277 10" Touch).

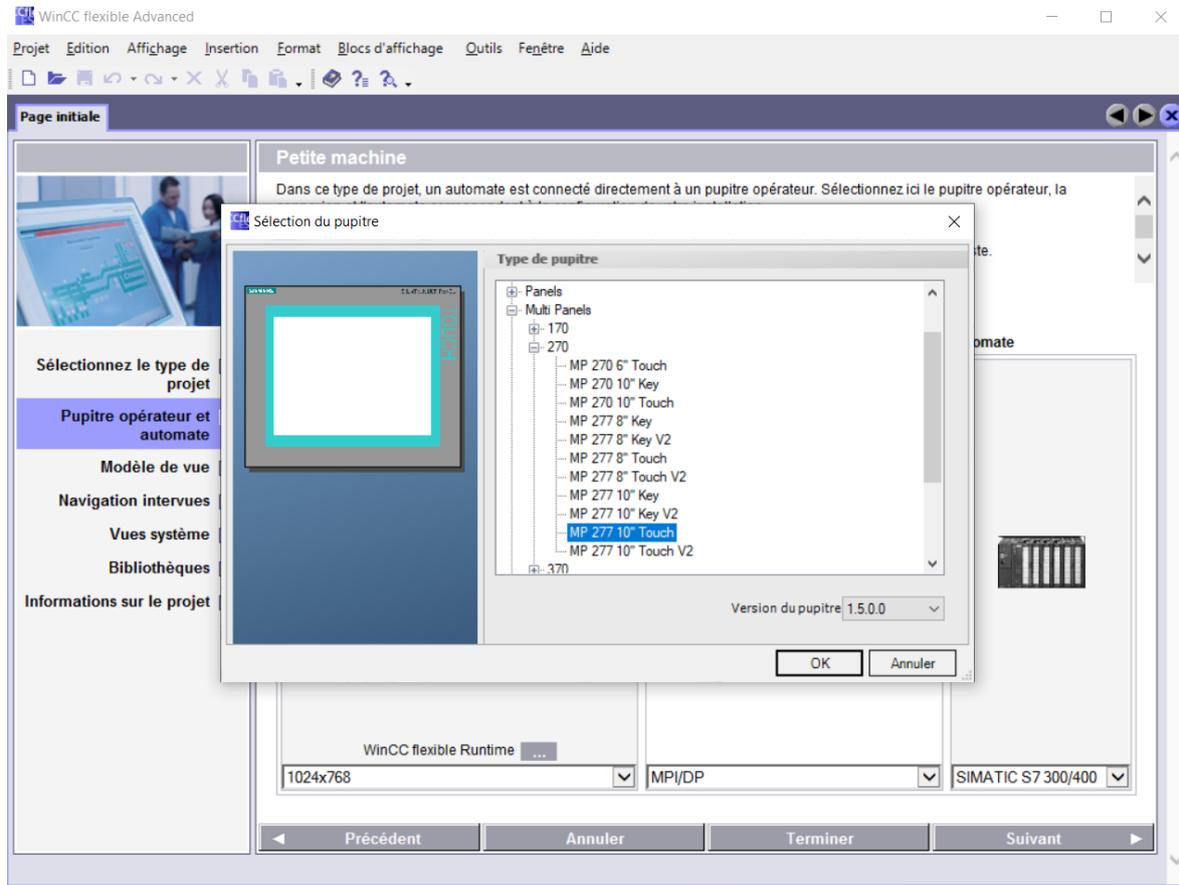


Figure III.12 Choisir HMI.

#### III.6.1 Eléments de Win CC flexible

##### III.6.1.1 Zone de travail

Il permet de configurer des vues de manière à ce qu'elles soient le plus facilement compréhensibles par l'utilisateur, tout en étant très facile à manipuler et à consulter les résultats.

##### III.6.1.2 Barre des menus

Dans la barre des menus, nous trouvons toutes les commandes indispensables pour utiliser WinCC flexible. On peut trouver les raccourcis disponibles en regard de la commande du menu.

##### III.6.1.3 Barre d'outils

La barre d'outils permet d'afficher toutes les informations nécessaires au programmeur.

### III.6.1.4 Boîte d'outils

L'onglet des outils offre une sélection d'objets simples ou complexes que l'on peut intégrer dans les vues.

### III.6.1.5 Fenêtre des propriétés

Lorsqu'un projet est choisi dans la zone de travail, les caractéristiques de l'objet en question peuvent être examinées dans la fenêtre des caractéristiques.

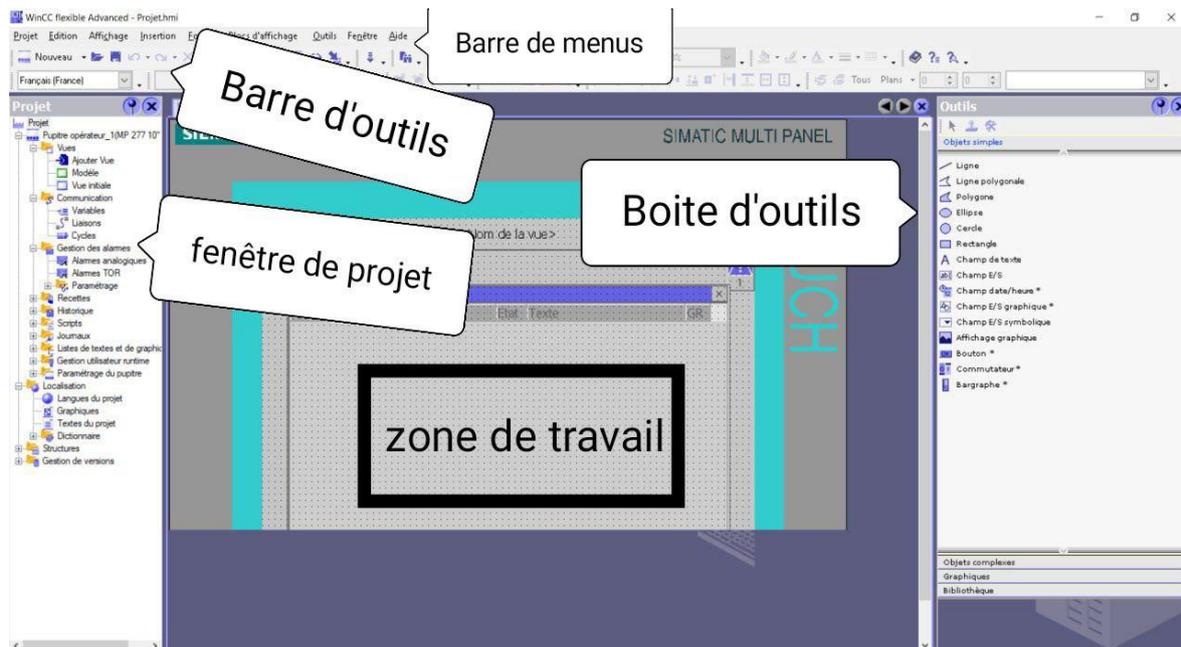


Figure III.13 Interface interne WinCC.

## III.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué et défini le logiciel de STEP 7 avec WINCC, dans le chapitre suivant nous allons présenter les résultats de la simulation avec la supervision.

## **CHAPITRE IV**

# **SIMULATION ET SUPERVISION**

**IV.1 Introduction**

Dans ce chapitre, nous expliquerons la simulation du projet selon le cahier de charge, qui déterminera à son tour les entrées et les sorties nécessaires dans notre projet, nous présenterons également la supervision de projet qui nous montrera toutes les étapes du système avec un contrôle total du projet.

**IV.2 Cahier de charge**

**IV.2.1 Problématique**

L'agriculture sous serre est confrontée à de nombreux problèmes, notamment le changement climatique et la gestion de l'eau pour l'irrigation, qui ont eu un impact négatif sur les rendements de production.

**IV.2.2 Solution proposée**

Afin de contrôler et d'optimiser le fonctionnement de la serre, un système de commande doit être installé pour contrôler les paramètres de la température, la lumière et l'irrigation.

**IV.2.3 Solution appliquée**

Système de contrôle par API S7-300 relié aux capteurs nécessaires pour un bon contrôle de la serre. Le tableau suivant explique le matériel du système étudié.

<b>Les entrées</b>	<b>Les sorties</b>	<b>API</b>
➤ Deux capteurs de niveaux du réservoir d'eau (CN 1, CN 2).	➤ Pompe 1	➤ S7-300
➤ Capteur de l'humidité du sol (CHs).	➤ Pompe 2.	➤ PS 307 10A
➤ Capteur de température (CT).	➤ Electrovanne.	➤ CPU 313C
➤ Capteur de la lumière (CL).	➤ Ventilateur.	➤ DI24/DO16
	➤ Chauffage.	➤ AI5/AO2
	➤ Vérin.	
	➤ LED.	

**Tableaux IV.1** Principaux Matériel utilisés.

### IV.2.3.1 Au niveau du réservoir d'eau

Nous disposons de deux capteurs de niveau, le premier capteur se trouve en bas et le deuxième en haut. (Si le niveau d'eau baisse et dépasse le premier capteur, la pompe 1 démarre, si le niveau d'eau augmente et dépasse le deuxième capteur, la pompe 1 s'arrête).

### IV.2.3.2 Pour le processus d'arrosage

Nous disposons d'un capteur d'humidité du sol. (Si l'humidité du sol est inférieure à consigne, la pompe 2 avec l'électrovanne démarre, si l'humidité du sol est supérieure à consigne, la pompe 2 avec l'électrovanne arrête).

### IV.2.3.3 Pour le contrôle des conditions climatiques

Nous disposons d'un capteur de température. (Si la température inférieure à  $10^{\circ}$  le chauffage doit démarrer tandis que la fenêtre doit se fermer et le ventilateur doit arrêter, si la température dépasse  $30^{\circ}$  la fenêtre doit s'ouvrir et le chauffage avec le ventilateur doit arrêter, si la température est supérieure à  $40^{\circ}$  la fenêtre et le ventilateur doivent démarrer par contre le chauffage doit s'arrêter).

### IV.2.3.4 Pour le contrôle de l'éclairage

Nous disposons d'un capteur de lumière. (Si la lumière est inférieure à celle de la consigne, le LED s'allume, sinon le LED s'éteint).

La figure suivante explique les entrées et les sorties du système étudié.

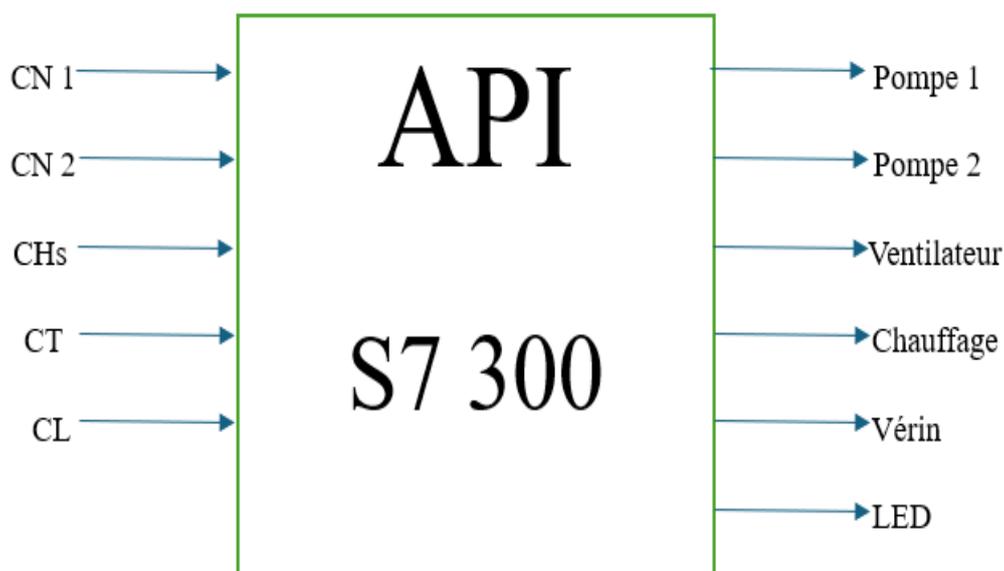


Figure IV.1 API (entrées / sorties).

### IV.3 Programmation

#### IV.3.1 Programmation des modes manuel et automatique

Dans notre projet, nous avons mis en place deux contrôles (automatique et manuel).

- Dans la commande automatique, l'automate est responsable de l'exécution des tâches et des commandes d'ouverture et de fermeture.
- Dans le cas de la commande manuelle, l'homme est chargé d'exécuter les tâches par l'intermédiaire du panneau de commande (les bouton poussoir).

Le contrôle automatique nécessite la connexion d'un ensemble de capteurs au contrôleur, qui envoie à son tour les informations nécessaires sous forme de tension ou de courant, qui seront ensuite analysés par l'API et donc convertis en commandes de contrôle.

Les actionnaires sont connectés individuellement à un bouton de commande (marche/arrêt), pour la commande manuellement. Cette programmation permettra un contrôle complet et précis du projet en toutes circonstances.

#### IV.3.2 Langage de programmation

Le langage de programmation ladder est le plus couramment utilisé pour la programmation d'automates, Le langage ladder est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main, nous l'avons donc utilisé pour programmer notre API.

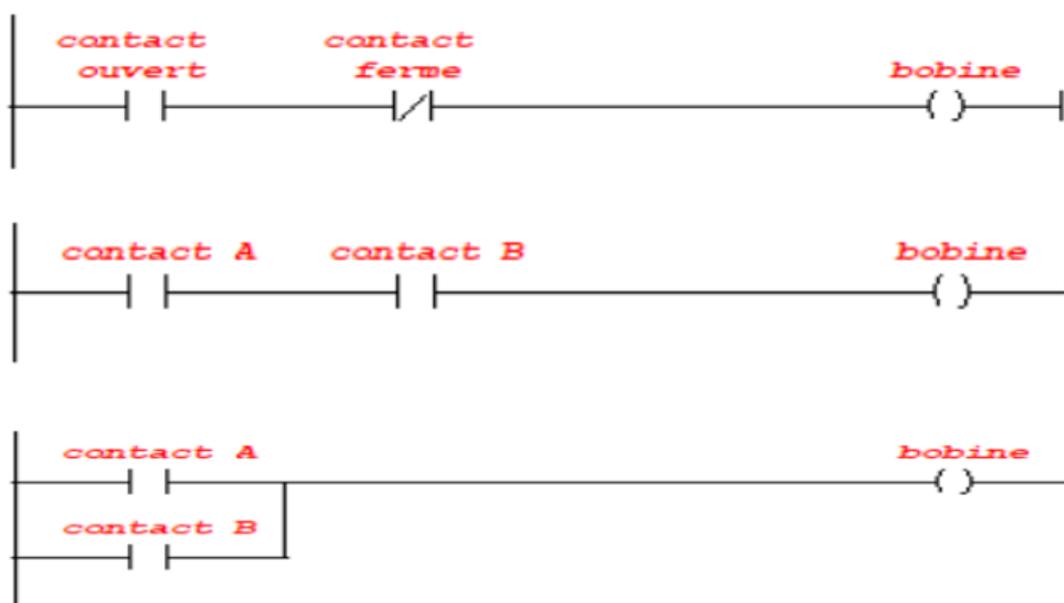


Figure IV.2 Programmation LADDER.

#### IV.4 Mise à l'échelle

Pour les entres analogique nous effectuons une mise à l'échelle, cette mise à l'échelle nous donnera la valeur numérique de l'entrée physique.

$$Y = \frac{(Y2 - Y1)}{(X2 - X1)} (X - X1) + Y1.$$

X : valeur de la consigne à convertir.

Y : valeur numérique après la mise à l'échelle.

Y1 : valeur numérique minimale.

Y2 : valeur numérique maximale.

X1 : valeur consigne minimale.

X2 : valeur consigne maximale.

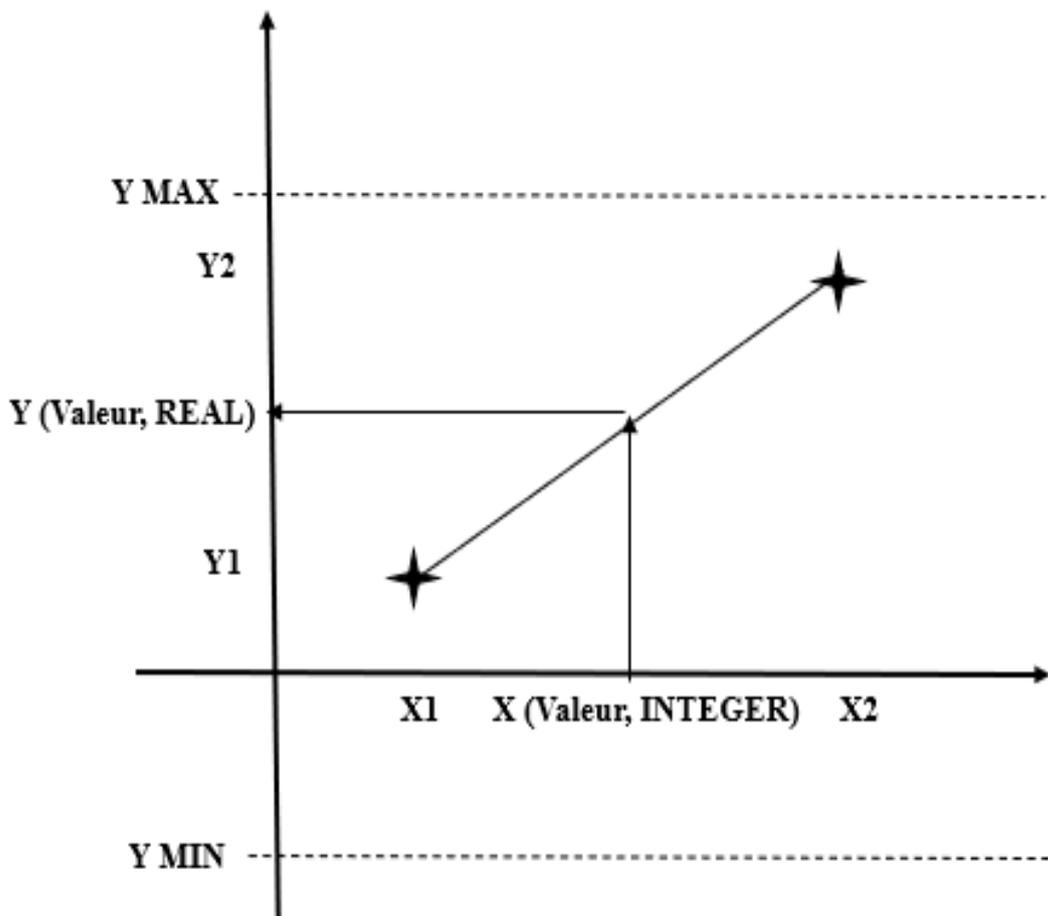


Figure IV.3 Mise à l'échelle.

IV.4.1 SCALE

Pour réaliser la mise à l'échelle des entrées analogique au niveau du logiciel STEP 7, nous utilisons une fonction SCALE, que nous avons trouvée dans la bibliothèque de logiciel.

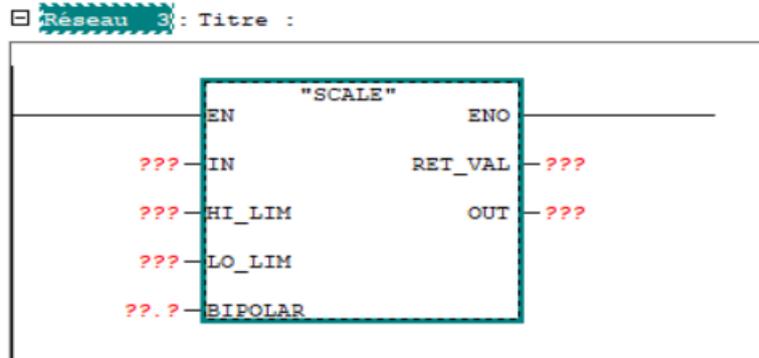


Figure IV.4 SCALE.

IV.4.2 Principe de Fonctionnement (SCALE)

Le dispositif de transmission transforme le signal physique (0°C comme valeur minimal « LO\_LIM » et 100°C comme valeur maximale « HI\_LIM ») en un signal électrique soit un courant (4-20mA) ou en une tension (0-10V).

La fonction de conversion numérique permet de convertir le courant de (4-20 mA) en (0 "valeur minimale" et 27648 "valeur maximale" afin de les envoyer à l'API).

La fonction d'échelle permet de convertir la tension (0-10 V) en numérique (0 "valeur minimale" et 27648 "valeur maximale" afin de les envoyer à l'API).

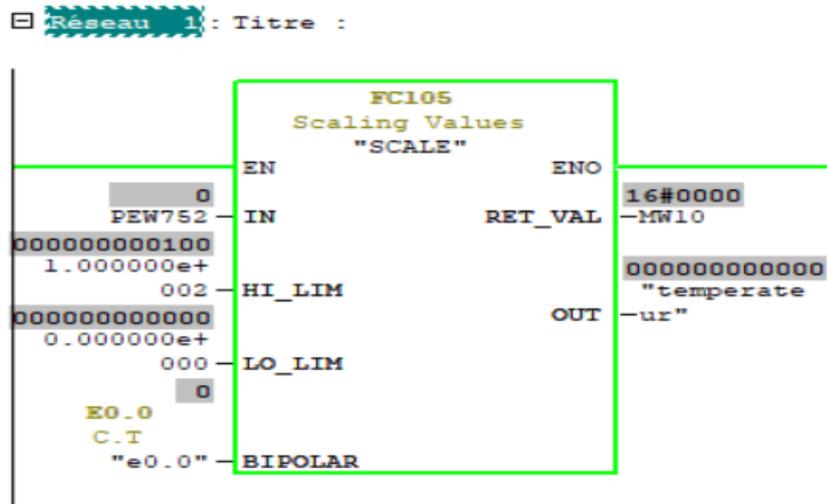


Figure IV.5 SCALE du capteur analogique de la température CT.

IV.5 Organigramme pour le réglage de la température

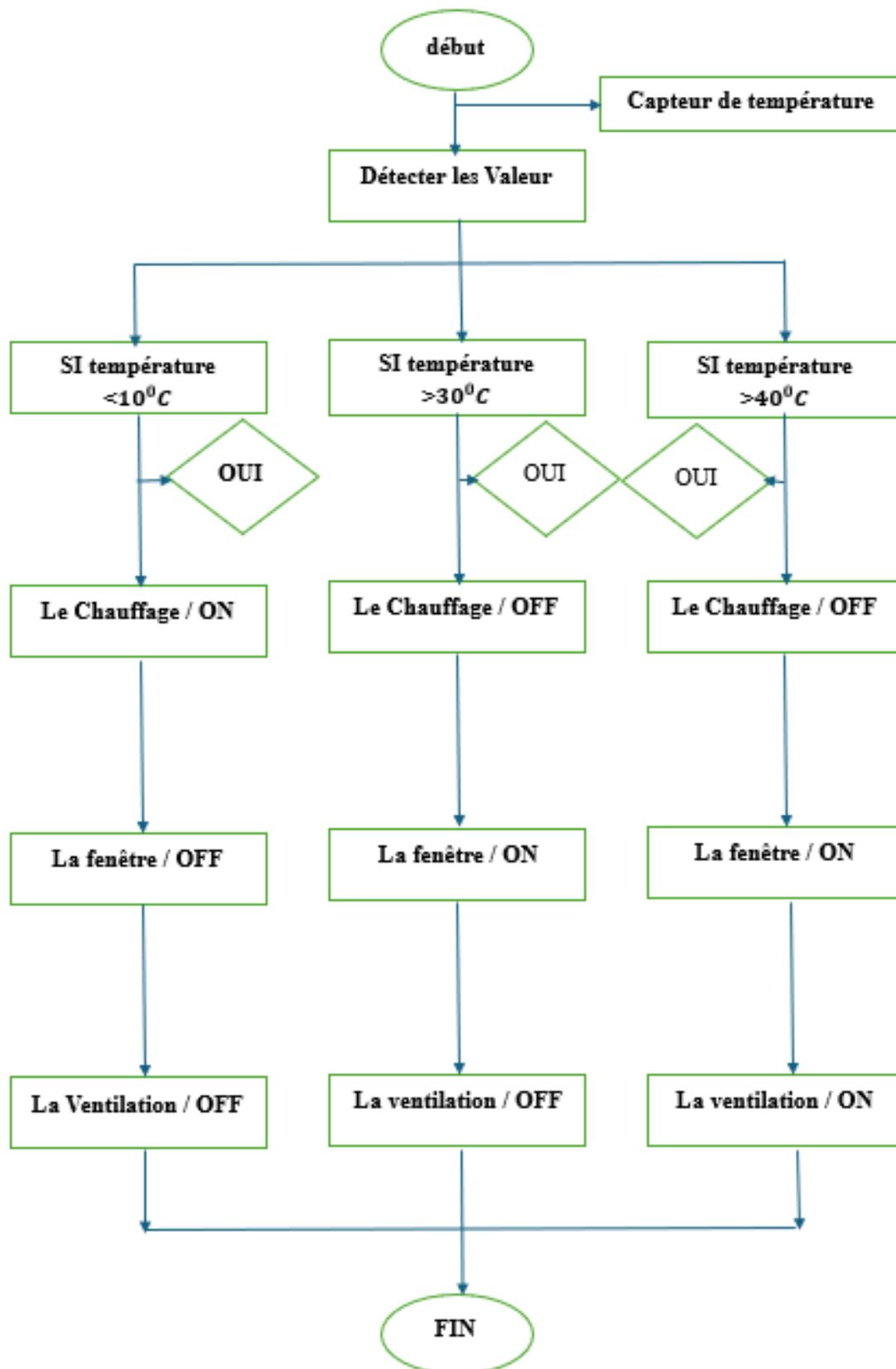


Figure IV.6 Organigramme du réglage de la température.

IV.5.1 Comparateur de la température

Ce comparateur va comparer la valeur qui s'affiche sur la sortie de SCALE et celle de la consigne pour allumer ou éteindre le chauffage, ouvrir ou fermer la fenêtre ainsi que la marche et l'arrêt de la température.

IV.5.2 Allumer ou éteindre le chauffage

- Si la valeur de la sortie du SCALE est inférieure à la valeur de la consigne, le chauffage doit démarrer pour augmenter la température.
- Si la valeur de la sortie de SCALE est supérieure à la valeur de la consigne, le chauffage doit s'arrêter.

La figure suivante explique le fonctionnement du comparateur de température.

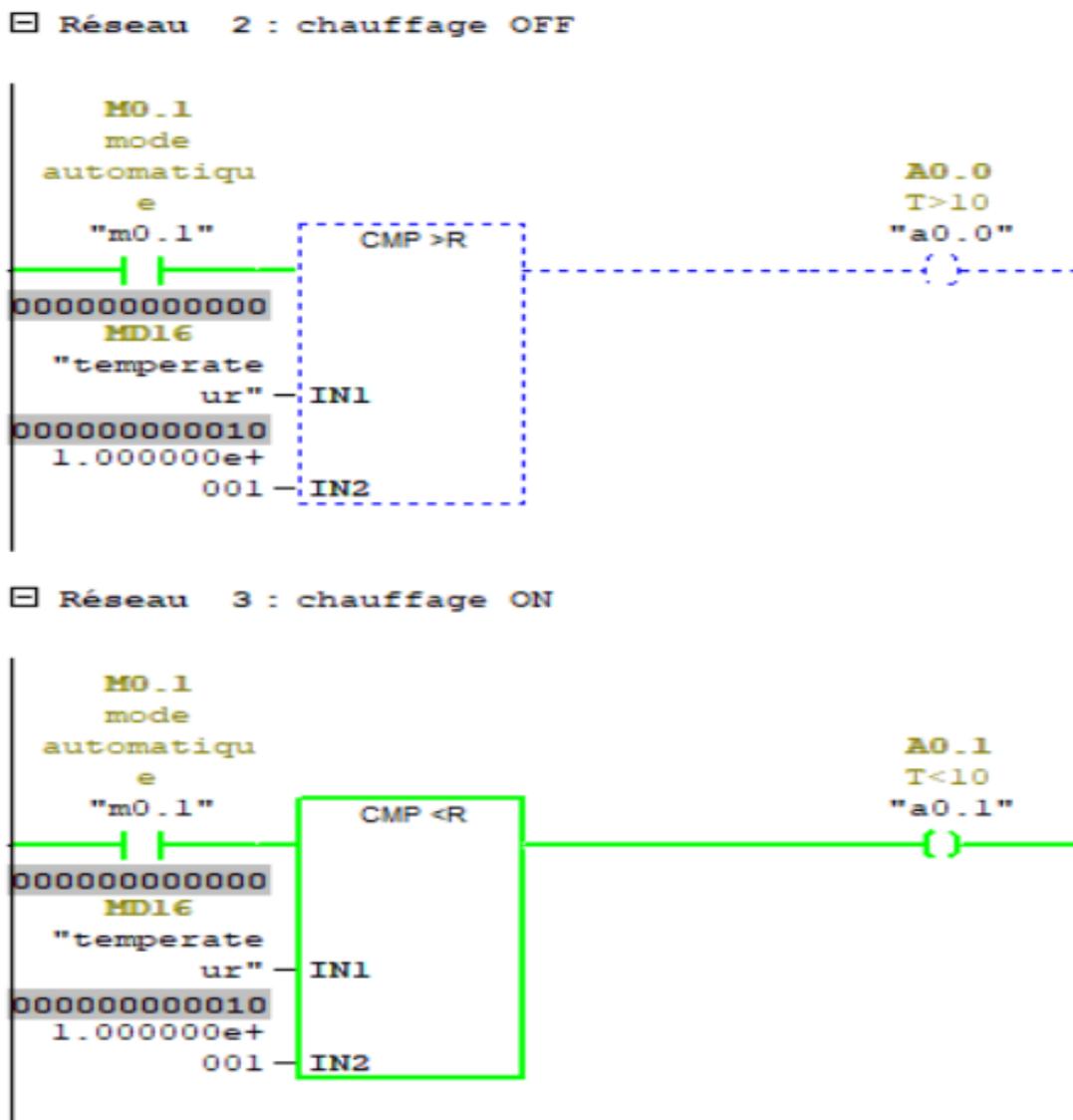


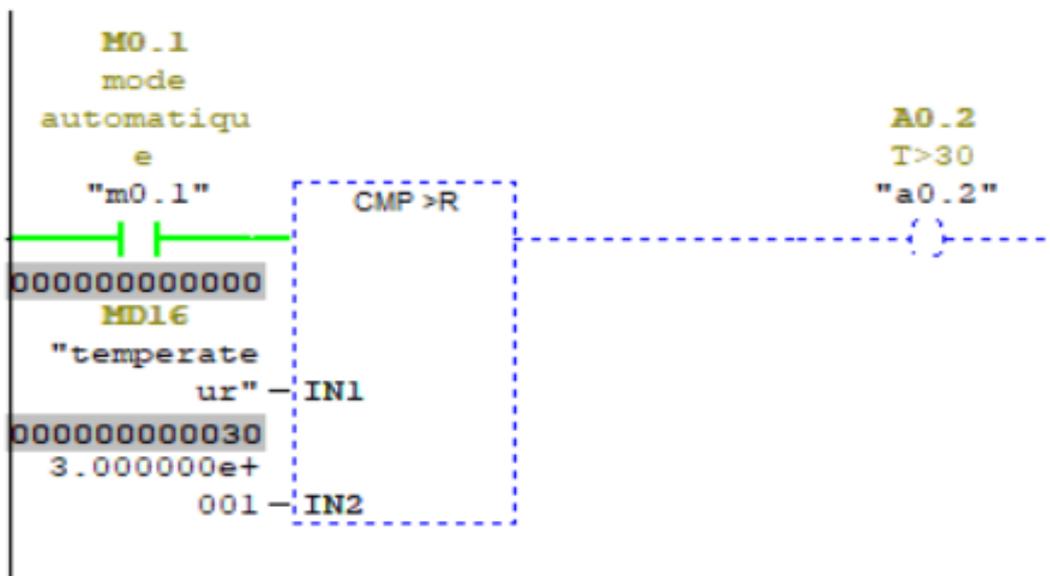
Figure IV.7 Comparateur de température <10° >.

IV.5.3 Ouvrir ou fermer la fenêtre

- Si la valeur de la sortie du SCALE est inférieure à la valeur de la consigne la fenêtre doit se fermer.
- Si la valeur de la sortie du SCALE est supérieure à la valeur de la consigne la fenêtre doit s'ouvrir.

La figure suivante explique le fonctionnement du comparateur de température.

☐ Réseau 4 : fenetre ouverte



☐ Réseau 5 : fenetre fermer

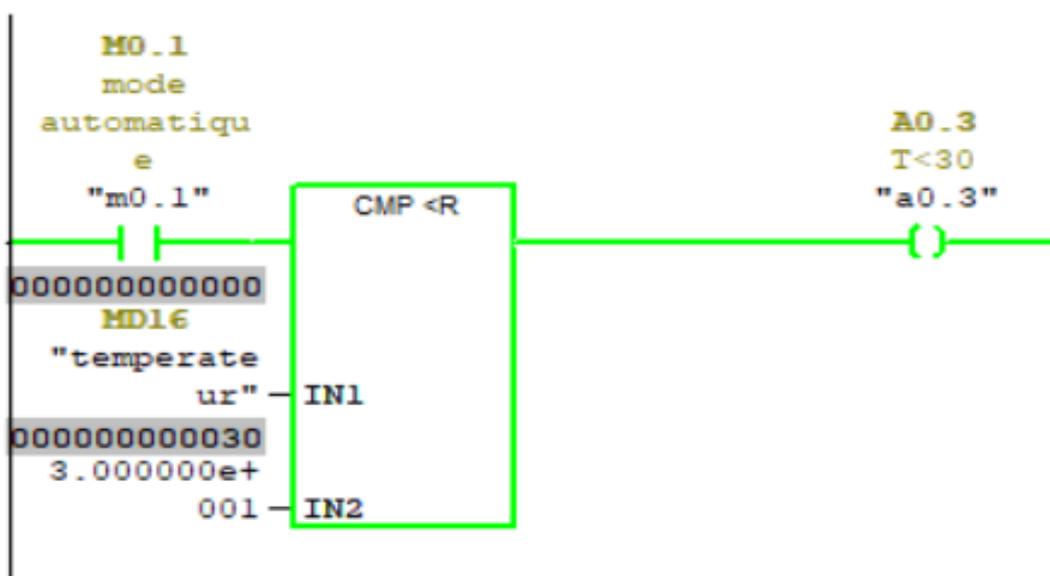


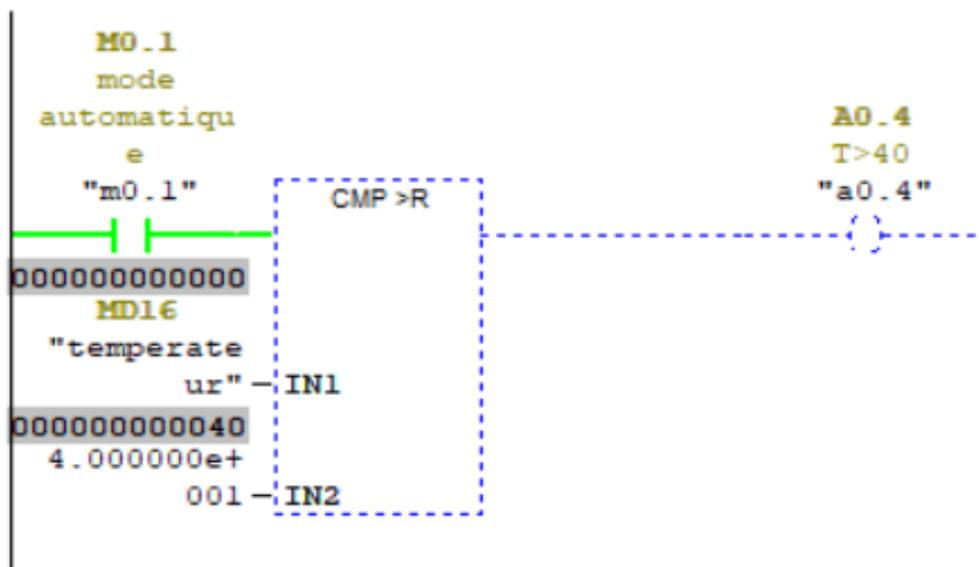
Figure IV.8 Comparateur de température <30° >.

IV.5.4 Marche/arrêt du ventilateur

- Si la valeur de la sortie du SCALE est inférieure à la valeur de la consigne le ventilateur va s'arrêter.
- Si la valeur de la sortie du SCALE est supérieure à la valeur de la consigne le ventilateur va démarrer.

La figure suivante explique le fonctionnement du comparateur de température.

▣ Réseau 6 : ventilateur ON



▣ Réseau 7 : ventilateur OFF

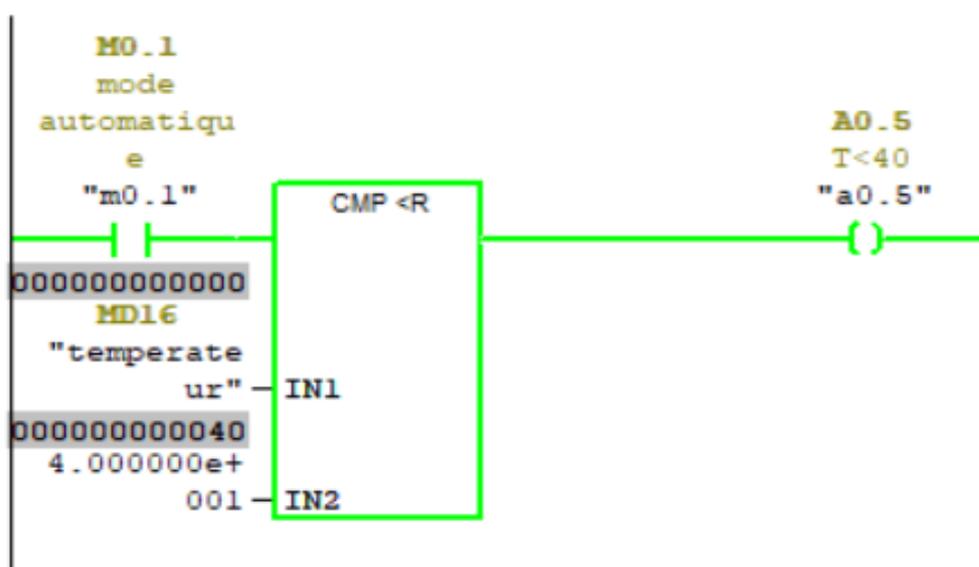


Figure IV.9 Comparateur de température <40°>.

## IV.6 Organigramme pour le réglage de l'éclairage

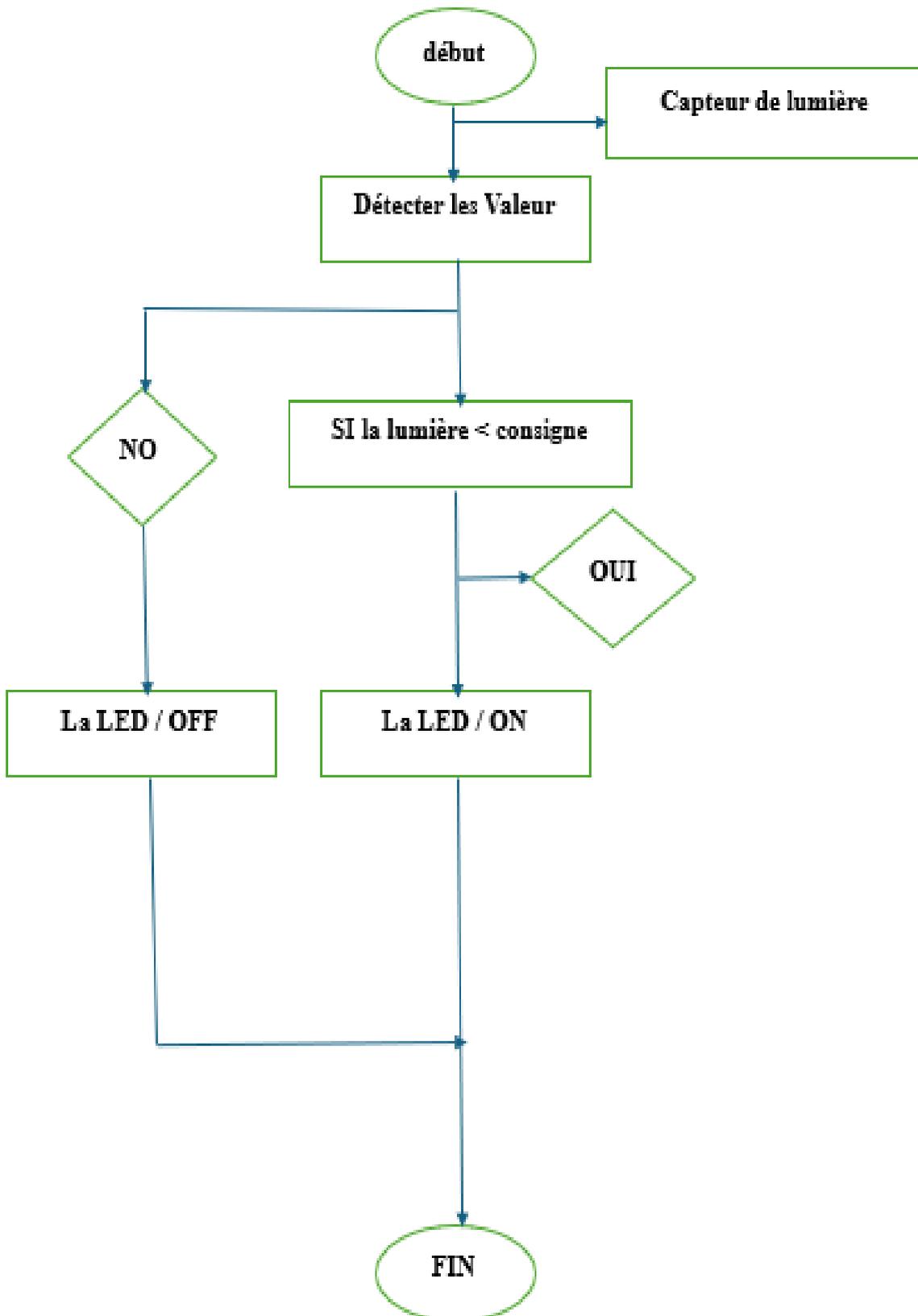


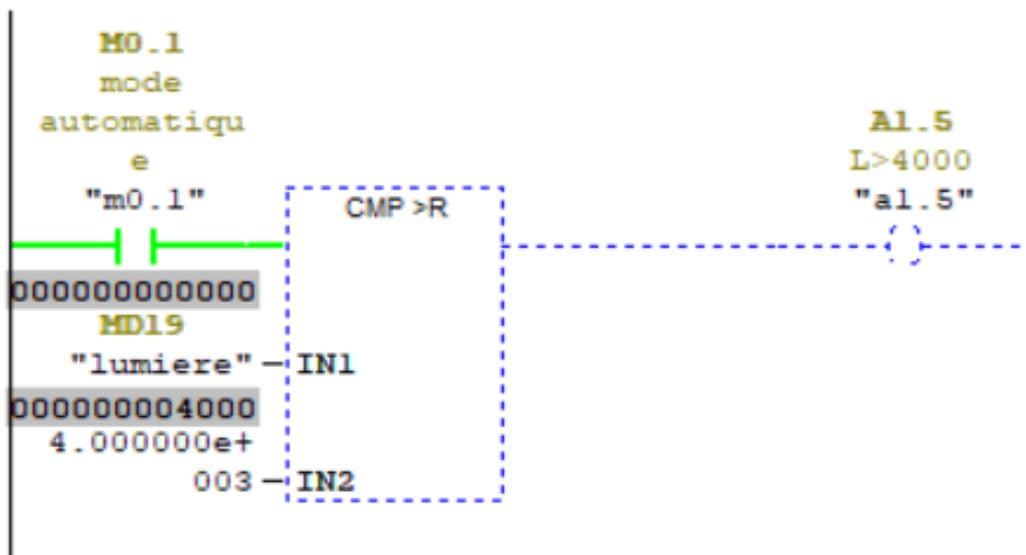
Figure IV.10 Organigramme pour le réglage de l'éclairage.

IV.6.1 Comparateur de la lumière

- Si la valeur de la sortie du SCALE est inférieure à la valeur de la consigne de la lumière le LED s’allume.
- Si la valeur de la sortie du SCALE est supérieure à la valeur de la consigne de la lumière le LED s’éteint.

La figure suivante explique le fonctionnement du comparateur de la lumière.

☐ Réseau 2 : LED OFF



☐ Réseau 3 : LED ON

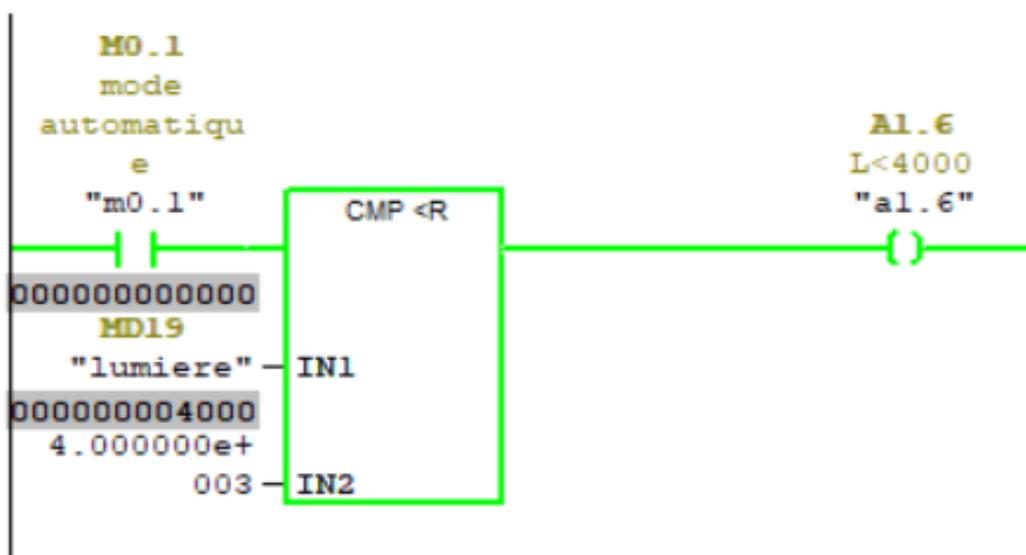


Figure IV.11 Comparateur de la lumière < 4000 >.

## IV.7 Organigramme pour le réglage de l'irrigation

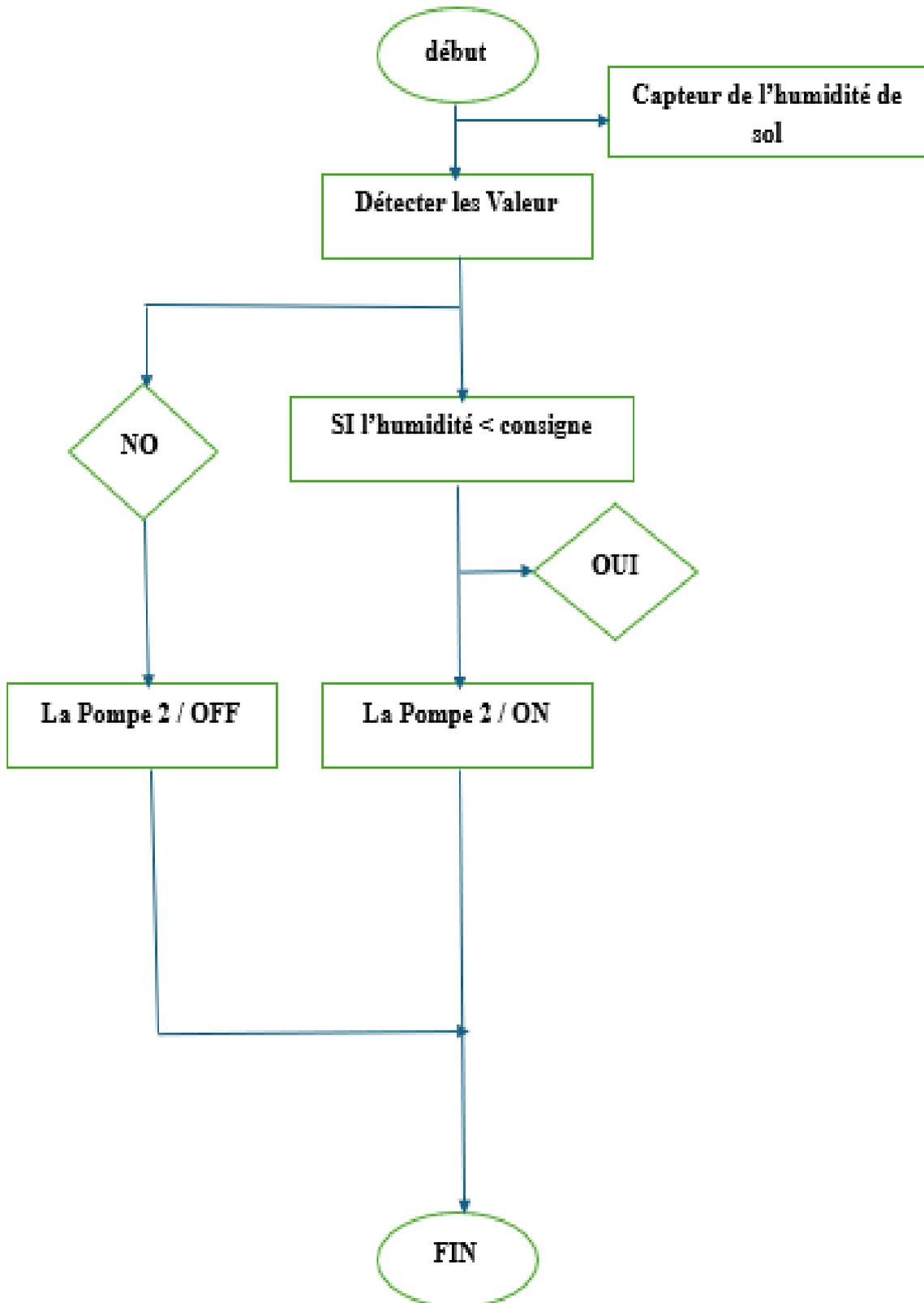


Figure IV.12 Organigramme pour le réglage de l'irrigation.

IV.7.1 Comparateur de la pompe 2

- Si la valeur de la sortie du SCALE est inférieure à la valeur de la consigne de l'humidité de sol la pompe 2 va démarrer.
- Si la valeur de la sortie du SCALE est supérieure à la valeur de la consigne la pompe 2 va s'arrêter.

La figure suivante explique le fonctionnement du comparateur de l'humidité de sol.

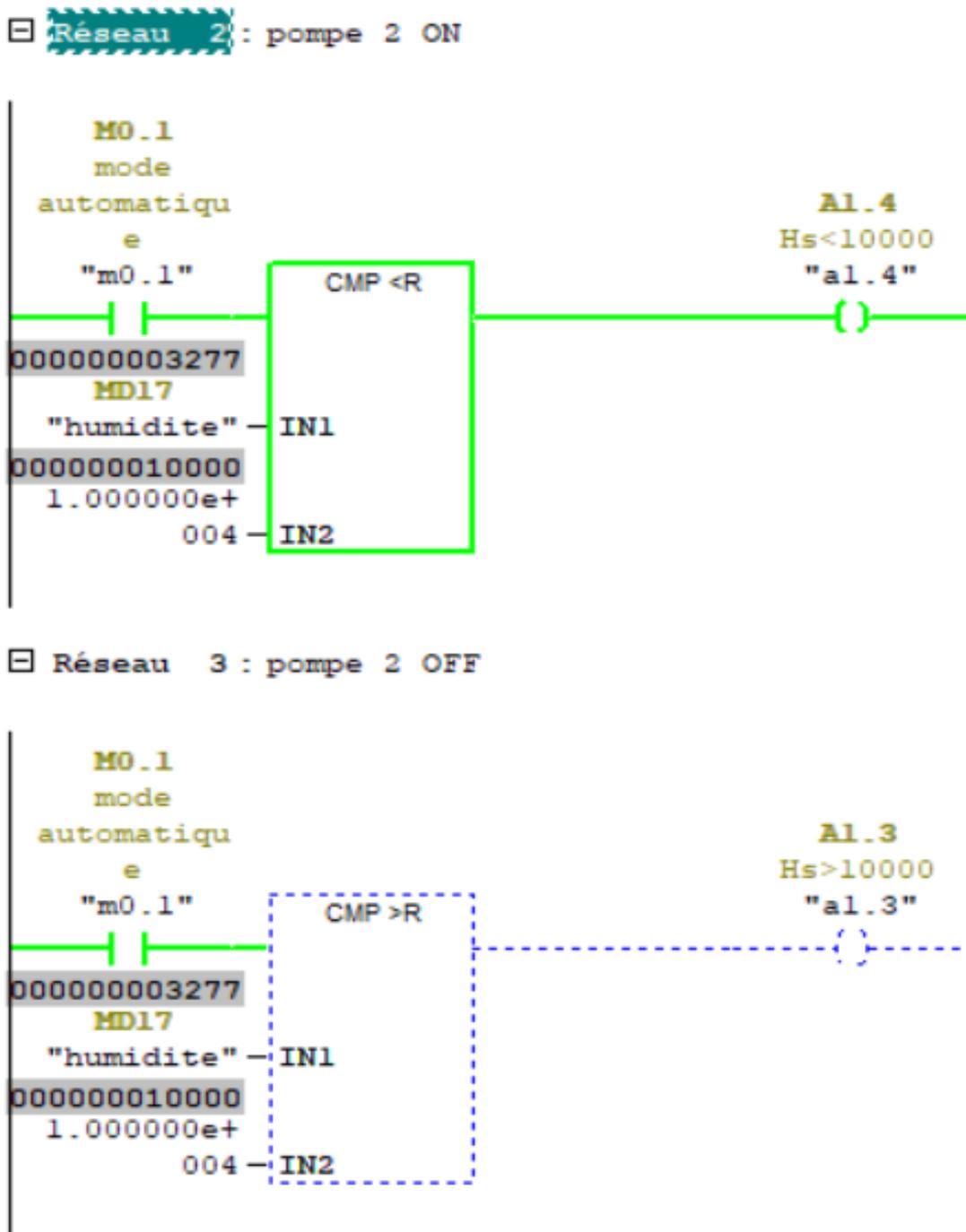


Figure IV.13 Comparateur de l'humidité du sol<10000>.

## IV.8 La supervision

Dans cette supervision, nous vous présenterons tous les changements et événements liés à notre projet.

Notre supervision est de faire fonctionner le système automatiquement ou manuellement, pour ce faire on dispose de deux boutons de lecture : Le bleu est le bouton du mode manuel tandis que le vert est le bouton du mode automatique voire (Figure IV.14). Notre système se dispose aussi d'un arrêt d'urgence assuré par le bouton jaune (Figure IV.14). Les boutons rouge et vert à droite (Figure IV.14) sont associés au mode de contrôle manuel et ne fonctionnent que dans cette condition et nécessitent une intervention humaine pour être activé.

En haut à gauche (Figure IV.14), trois cases indiquent la température, l'humidité du sol et l'intensité lumineuse. Ces valeurs sont liées aux sorties des capteurs placés dans le système à contrôler dont la date et l'heure sont affichées (Figure IV.14).

En ce qui concerne les composantes de notre projet :

- La pompe 1 sert à remplir le réservoir qui est équipé de deux capteurs de niveau,
- La pompe 2 sert à l'arrosage et est relié à un capteur de l'humidité du sol.
- Le chauffage, la fenêtre et le ventilateur sont reliés avec le capteur de température.
- L'éclairage est relié avec le capteur de lumière.

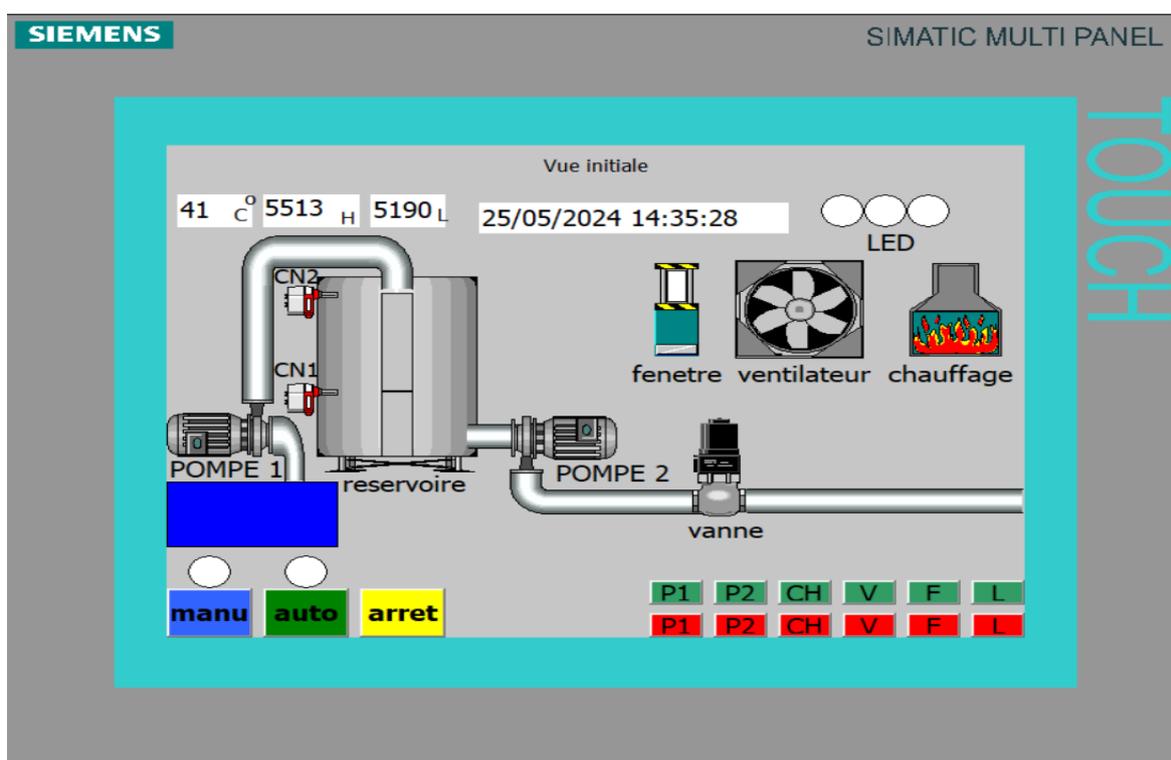


Figure IV.14 Supervision mode arrêt.

IV.8.1 Mode manuel

Lorsque le programme est réglé sur le mode de contrôle manuel (Figure IV.15), dans ce cas, les commandes d'arrêt et de démarrage sont manipulés par l'être humain, qui est responsable du bon fonctionnement du système en contrôlant ce qui doit être fait.

Dans cette situation, les ordres de l'homme deviennent la base et ne peuvent être désobéis à moins qu'il ne le fasse au moyen de boutons poussoir marche/arrêt ou bouton arrêt d'urgence qui est au niveau de HMI.

Pour plus de clarté, nous avons activé des couleurs pour l'état de fonctionnement des éléments, (les pompes, la vanne, le ventilateur, et la fenêtr sont colorés en vert lorsqu'ils fonctionnent en état marche ainsi qu'un capteur de niveau, avec LED en jaune et le chauffage en rouge, en plus de la couleur bleue représente la circulation de l'eau).

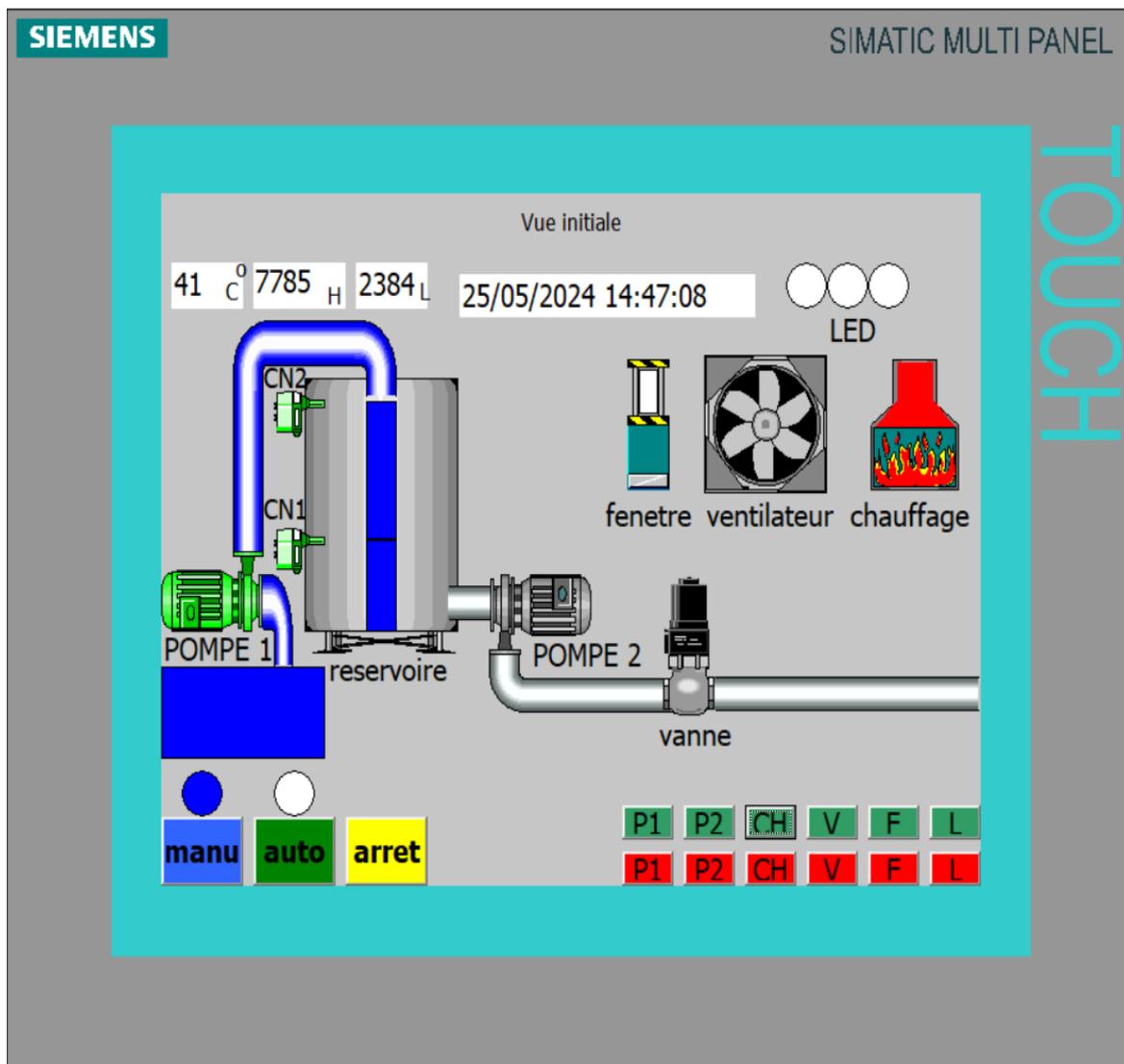


Figure IV.15 Supervision en mode manuel.

### IV.8.2 Mode automatique

Lorsque le programme est réglé sur le mode de contrôle automatique (Figure IV.16), le changement d'événements dans le système est lié aux informations fournies par les capteurs, à l'API qui donne les ordres d'ouverture et de fermeture après avoir analysé les informations et les avoir comparées aux conditions programmées.

Dans ce mode automatisé, on n'a pas besoin d'une intervention humaine.

- Si on veut l'arrêt complet du système, nous devons appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.
- Si on veut ajouter une action marche/arrêt à un élément du système sans arrêter complètement le système, nous devons passer directement en mode manuel.

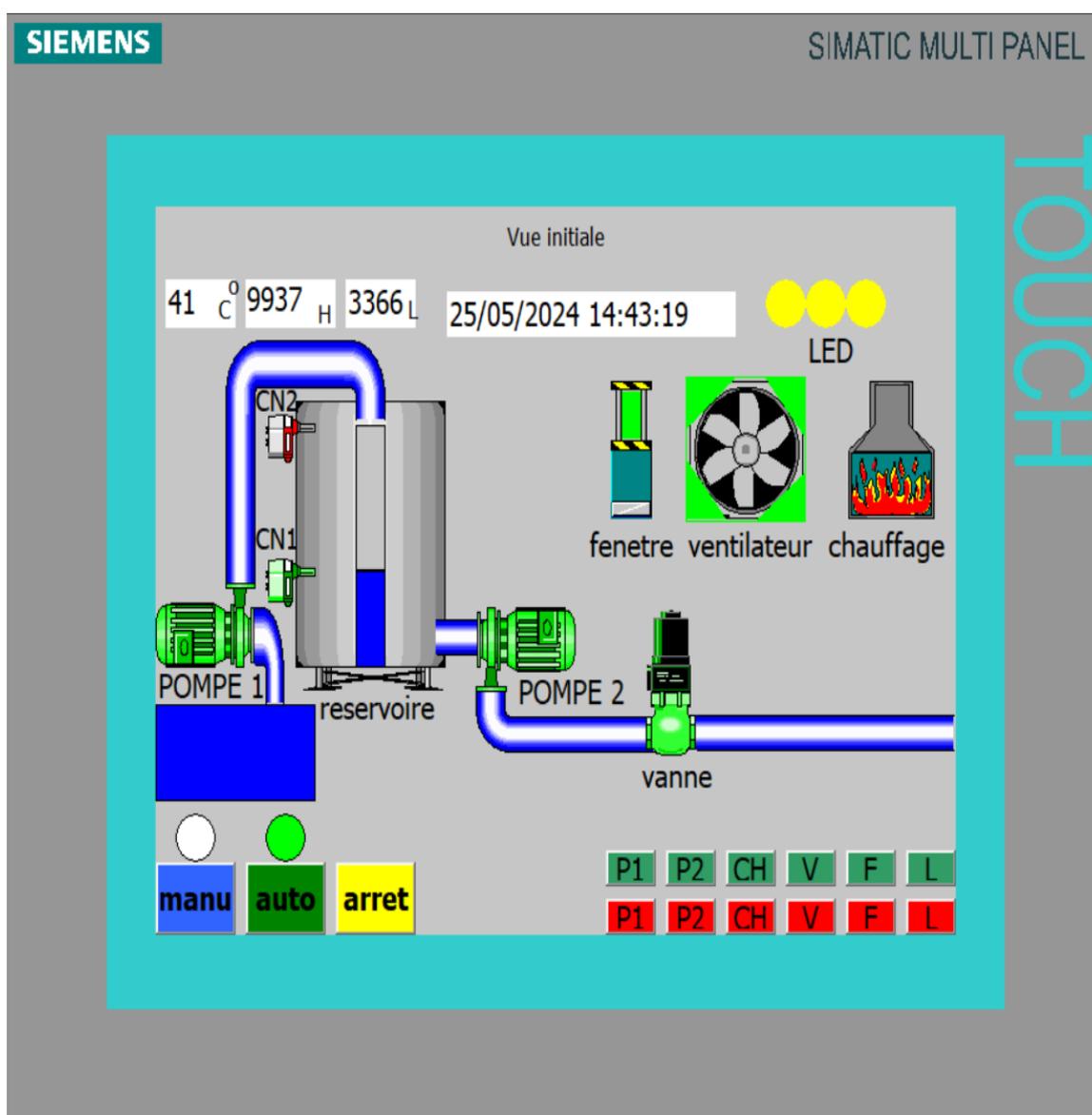


Figure IV.16 Supervision en mode automatique.

**IV.9 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté tous les résultats obtenus dans notre projet par le biais de la simulation avec la supervision.

# **CONCLUSION GENERALE**

**Conclusion générale :**

Arrivant à la fin de notre projet de fin d'étude, nous avons expliqué et représenté le système de contrôle automatique intelligent d'une serre agricole en utilisant un (API) avec une (HMI) en plus des capteurs nécessaires afin de collecter des informations pour un bon contrôle des variables à l'intérieur de la serre.

Tout d'abord nous avons commencé par des généralités sur les serres agricoles, puis une explication des mécanismes du contrôle automatique de la serre. Ensuite une présentation des logiciels de programmation utilisés pour programmer notre système de contrôle. Les logiciels sont le STEP 7 et le WINCC le logiciel de la supervision de projet. Finalement présentation des résultats obtenus par la simulation et la supervision du projet étudié.

L'objectif de notre travail était l'étude et réalisation de l'automatisation d'une serre agricole intelligente prototype par un automate programmable Siemens S7-300, ce pour développer les technologies de contrôle agricole et de maximiser la productivité dans ce domaine.

Ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances acquises durant notre cursus d'études universitaire.

Enfin, nous espérons que notre travail sera utile à toutes personnes intéressées par ce domaine.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHI**

- [1] : SAMIA TOUATI, « Système Intelligent Pour Gestion Des Serres Agricoles », Mémoire de Master, univ Mohamed Khider– BISKRA,2022.
- [2] :<https://www.fao.org/climatechange/epic/notre-action/definition-de-lagriculture-intelligente-face-au-climat/fr/>
- [3] : <https://www.artigianferfrance.fr/serres-multi-chapelles/>
- [4] : RATSIZAFY Ismaël Andrandrae, « Conception d'une serre contrôlable à distance », Mémoire de Master, école supérieure polytechnique d'antananarivo, 2018.
- [5] : Zahra Dafri, « Réalisation d'un système basé sur Internet des Objets pour le contrôle des serres intelligentes ». Mémoire de Master univ 8 Mai 1945 – Guelma,2019.
- [6] : OKBA Hamza, MILOUDI Abderrahmane, HAMEL Ziyad, « Étude et simulation par Automate Siemens S7-300 D'un procédé potabilisateur ». Mémoire de Master univ Kasdi Merbah Ouargla, 2021.
- [7] : Abderrazak TAHMI, Zakaria SAADI « Automatisation d'une chaîne de gainage de câble téléphonique à base d'automate SIEMENS ». Mémoire d'ingénieur d'état Ecole Nationale Polytechnique, 2017.
- [8] : G. MICHEL, « Architecture et application des automates programmables industriels », édition DUNOD ,1999.
- [9] : Kebane farid, « Etude d'un système de protection incendie dans la turbine à gaz à base de l'automate S7-300 », Mémoire de Master univ Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou 2017.
- [10] : CHIROUAL Aissa, ZERROUKI Ouahiba, « Etude et Automatisation d'une station de lavage : Programmation sous STEP7 », Mémoire de Master univ, A. MIRA-BEJAIA,2020
- [11] : DJEGHAIBEL Asmaa, MAARADJI Sofiane, « Automatisation intelligente d'une serre basée sur un système d'internet des objets en utilisant Arduino ». Mémoire de Master univ IBN-KHALDOUN DE TIARET, 2020.
- [12] : OMARA Boubakr, BENASKEUR Yasser, « Réalisation d'une serre agricole intelligente ». Mémoire de Master univ BOUSSOUF Abdelhafid -Mila, 2023.
- [13] : SIMENS SIMATIC Programmer avec STEP 7 Manuel « 6ES7810-4CA10-8CW0 ». 05 /2010.

[14] : SIEMENS SIMATIC HMI WinCC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced  
Manuel d'utilisation « 6AV6691-1AB01-3AC0 ». 07/2008.

# **Annexes**

Tableau de Mnémonique STEP7

Mnémonique	oéprande	Type de do	Commentaire
a0.0	A 0.0	BOOL	T>10
a0.1	A 0.1	BOOL	T<10
a0.2	A 0.2	BOOL	T>30
a0.3	A 0.3	BOOL	T<30
a0.4	A 0.4	BOOL	T>40
a0.5	A 0.5	BOOL	T<40
a0.6	A 0.6	BOOL	chauffage
a0.7	A 0.7	BOOL	ventilateur
a1.0	A 1.0	BOOL	fenetre
a1.1	A 1.1	BOOL	pompe 2
a1.2	A 1.2	BOOL	pompe1
a1.3	A 1.3	BOOL	Hs>10000
a1.4	A 1.4	BOOL	Hs<10000
a1.5	A 1.5	BOOL	L>4000
a1.6	A 1.6	BOOL	L<4000
a1.7	A 1.7	BOOL	LED
BT 10	E 0.5	BOOL	arret ventilateur
BT 11	E 0.6	BOOL	marche fenetre
BT 12	E 0.7	BOOL	arret fenetre
BT 13	E 2.4	BOOL	marche LED
BT 14	E 2.5	BOOL	arret LED
BT 3	E 0.2	BOOL	arret d'urgence
BT1	E 1.0	BOOL	marche pompe 1
BT15	E 3.0	BOOL	marche EV
BT16	E 3.1	BOOL	arret EV
BT2	E 1.1	BOOL	arret pompe 1

BT4	E 1.3	BOOL	marche pompe 2
BT5	E 1.4	BOOL	arret pompe 2
BT6	E 0.1	BOOL	marche chauffage
BT7	E 0.3	BOOL	arret chauffage
BT8	E 0.4	BOOL	marche ventilateur
CN1	E 1.7	BOOL	
CN2	E 1.6	BOOL	
Cycle Execution	OB 1	OB 1	
e0.0	E 0.0	BOOL	C.T
e2.0	E 2.0	BOOL	C.Hs
e2.1	E 2.1	BOOL	selecteur mode auto
e2.2	E 2.2	BOOL	selecteur mode manuel
e2.3	E 2.3	BOOL	defauts systeme
e2.6	E 2.6	BOOL	C.L
F1	E 1.2	BOOL	defaut pompe 1
F2	E 1.5	BOOL	defaut pompe 2
humidite	MD 17	REAL	
lumiere	MD 19	REAL	
m0.0	M 0.0	BOOL	mode manuel
m0.1	M 0.1	BOOL	mode automatique
m0.2	M 0.2	BOOL	start pompe 1
m0.3	M 0.3	BOOL	start pompe 2
m0.4	M 0.4	BOOL	stop pompe 1
m0.5	M 0.5	BOOL	stop pompe 2
m0.6	M 0.6	BOOL	EV
m0.7	M 0.7	BOOL	start EV
m1.0	M 1.0	BOOL	start chauffage

m1.1	M 1.1	BOOL	stop chauffage
m1.3	M 1.3	BOOL	start ventilateur
m1.4	M 1.4	BOOL	stop ventilateur
m1.5	M 1.5	BOOL	stop EV
pew752	PEW 752	INT	
pew754	PEW 754	INT	
pew756	PEW 756	INT	
SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
temperature	MD 30	REAL	

### Les différents types de variables que nous utilisées dans le STEP7

Groupe	Type de donnée	Signification
Type de donnée binaries	BOOL, WORD, DWORD	Les données de ce type 1 bit, 8bits (1 octet), 16bits (2octets),32bits (4octets)
Type de données numérique	INTEGER, REAL	Les données de ce type permettent de traiter la valeur numérique