



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département Maintenance en Instrumentation

## MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Génie industriel

**Spécialité :** Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

**Thème**

# Optimisation d'un système d'éclairage publique par un automate programmable industriel

Présenté et soutenu publiquement par :

**AKEB Mohammed Anis ET SAIDI Mohammed Sofiane**

Nom et Prénom	Grade	Établissement	Qualité
OTSMANI Zineb	MCA	IMSI / UNIV 2	Présidente
CHENOUI Mohamed	MCA	IMSI / UNIV 2.	Encadreur
MEKKI Ibrahim El Khallil	MCA	IMSI / UNIV 2	Examineur

Année 2020/2021

# Remerciements

Tous d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir accordé toute la détermination, la volonté et la force pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance pour notre encadreur Mr CHENOUI Mohamed qui nous a accompagnées par ses conseils et orientations tout au long de ce travail.

Nous remercions aussi le personnel de « SONATRACH GP1Z », de nous avoir acceptés au sein de leur organisme pour effectuer notre stage et leur aimable accueil et disponibilité durant notre séjour.

Nous remercions tout particulièrement les membres de cet honorable jury qui ont accepté d'évaluer notre travail ainsi que tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Enfin, N'oubliant pas de remercier nos aimables parents ainsi que nos amis et collègues qui nous ont soutenu et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Dédicace

Je tiens à dédier vivement ce modeste travail aux êtres les plus chers à mon cœur, mes parents qui ont fait preuve de beaucoup d'amour, compréhension et sacrifices durant mes études.

Je dédie aussi ce travail :

- À mes proches.
- À mon encadreur Mr CHENOUFI.
- À mon binôme SAIDI Mohammed Sofiane et à sa famille.
- À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet se réalise.

AKEB Mohammed Anis

# Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse réussir dans la vie. Que dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

Je dédie aussi ce travail :

- À ma famille, mes parents et mon frère Zakaria et mes 2 sœur Awatif et Bouchra et la proche ZIANI Ikram
- À mon encadreur Mr CHENOUI.
- À mon binôme AKEB Mohammed Anis et à sa famille.
- À Toute l'équipe instrumentation GP1Z spécialement Madjid et raïs Midou
- À Tous mes amis, mes collègues et tous ceux qui mon soutenue.

SAIDI Mohammed Sofiane



## **Abstract**

The trending demand of alternative sources of the energy is required to the growing demands of the people. It can be done in two ways; first one is to find alternative resource of energy and another one is by reducing the energy consumption of the present available resources. In this paper we discuss about the second one that is reduce the energy consumption. This is the study of streetlights with control lighting based on microcontroller. A smart street light system consists of a LED light, a brightness sensor, a motion sensor, a communication network. The lamps turn on before the vehicles come and turn off or reduce the brightness when no one is there. Conventional street lighting systems in areas with a low frequency of vehicles are online most of the night without purpose. The result is that a large amount of energy is wasted senselessly. Public lighting in streets, tunnels, ports etc. can account for about 30% of urban energy consumption. Based on environmental and economic factors, cities need smart lighting system which reduces energy consumption, maintenance cost and CO2 emission and it is the purpose of this project.

## **Résumé**

La demande tendancielle de sources alternatives d'énergie est nécessaire aux demandes croissantes de la population. Cela peut être fait de deux manières ; la première consiste à trouver des ressources énergétiques alternatives et une autre consiste à réduire la consommation d'énergie des ressources disponibles actuellement. Dans cet article, nous discutons du second qui est la réduction de la consommation d'énergie. Il s'agit essentiellement de l'étude des lampadaires avec un éclairage de contrôle basé sur un microcontrôleur. Un système d'éclairage public intelligent se compose d'un éclairage LED, d'un capteur de luminosité, d'un capteur de mouvement, d'un réseau de communication. Les lampes s'allument avant l'arrivée des véhicules et s'éteignent ou réduisent la luminosité lorsqu'il n'y a personne. Le résultat est qu'une grande quantité d'énergie est gaspillée sans raison. L'éclairage public dans les rues, les tunnels, les ports et les places, etc. peut représenter environ 30 % de la consommation énergétique urbaine. Sur la base de facteurs environnementaux et économiques, les villes ont besoin d'un système d'éclairage intelligent qui réduit la consommation d'énergie, les coûts de maintenance et les émissions de CO2 et c'est le but de ce projet.

# Table des matières

Remerciement

Dedicace

Abstract

Résumé

Liste de figures . . . . . 5

Liste de tableaux . . . . . 6

Introduction générale . . . . . 7

**CHAPITRE 1 : Éclairage public** . . . . . 8

**1 Introduction** . . . . . 8

**2 Histoire de l'éclairage** . . . . . 8

**3 Objectifs de l'éclairage public** . . . . . 9

**4 Type d'éclairage** . . . . . 9

4.1 Éclairage intérieur . . . . . 9

4.2 Éclairage extérieur . . . . . 9

**5 Domaine d'utilisation de l'éclairage** . . . . . 10

5.1 Usage industrielle . . . . . 10

5.2 Usage médicale et hospitalier . . . . . 10

5.3 Usage du secteur tertiaire . . . . . 11

5.4 Éclairage de sécurité . . . . . 11

5.5 Agriculture . . . . . 12

5.6 Musée et galerie d'art . . . . . 12

**6 Différentes sources d'éclairage** . . . . . 13

6.1 Les lampes à incandescence . . . . . 13

6.2 Les lampes halogènes . . . . . 14

6.3 Les lampes à décharge . . . . . 14

6.4 Les tubes fluorescents . . . . . 15

6.5 Les lampes à vapeur de mercure . . . . . 16

6.6 Les lampes de sodium basse pression . . . . . 16

6.7 Les lampes de sodium haute pression . . . . . 17

6.8 Les lampes électroluminescentes «LED» . . . . . 17

<b>7 Commande d'éclairage publique</b>	18
7.1 Description	18
7.2 Types de commandes d'éclairage	18
7.2.1 Allumage manuel	18
7.2.2 Cellule photosensible	18
7.2.3 Horloge simple	19
7.2.4 Calculateur astronomique	20
7.2.5 Les commandes centralisées	20
7.2.6 Commande par voie hertzienne	20
7.3 Les modes de fonctionnement	21
7.3.1 Fonctionnement permanent	21
7.3.2 Fonctionnement semi-permanent (coupure nocturne)	21
7.3.3 Fonctionnement pas régulation /réduction de puissance (régulation de tension)	21
<b>8 Conclusion</b>	21
<b>CHAPITRE 2 : Automate programmable industriel</b>	22
<b>1 Introduction</b>	22
1.1 Remplacement de la logique câblée par la logique programmée	22
1.2 La logique câblée	22
1.3 La logique programmée	23
<b>2 Les automates programmables industriels</b>	23
2.1 Historique	23
2.2 Définition générale	24
2.3 Environnement d'un automate programmable industriel	24
2.3.1 Partie opérative	25
2.3.2 Partie commande	25
2.4 Architecture des automates programmables industriels externe	25
2.5 Structure interne des automates programmables	26
2.5.1 Le processeur	27
2.5.2 Les interfaces	27
2.5.3 La mémoire	27
2.5.4 L'alimentation	27
2.6 La protection de l'automate	27
2.6.1 Les modules à sorties statiques	28
2.6.2 Les modules à relais électromagnétique	28
2.7 Fonctionnement d'un automate programmable	28
2.8 Domaines d'emplois des automates	28
2.9 Les formes de langages des API	29
2.9.1 Les langages graphiques	29
2.9.2 Les langages littéraires	32
2.9.3 Extension des langages aux besoins des API	32
2.10 Le langage de base des API	32

2.11 Extensions du langage de base . . . . .	33
2.12 Le langage séquentiel des API . . . . .	34
<b>3 Conclusion . . . . .</b>	<b>34</b>
<b>CHAPITRE 3 : Description du matériel . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>1 Introduction . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>2 Cahier de charge . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>3 Les sections principales de cette méthode . . . . .</b>	<b>36</b>
3.1 Section d'entrée . . . . .	36
3.1.1 Capteur de lumière (LDR) . . . . .	36
Principe de fonctionnement . . . . .	37
Application . . . . .	37
Les avantages . . . . .	38
3.1.2 Capteur infrarouge . . . . .	38
Principe de fonctionnement . . . . .	38
Application . . . . .	39
Avantages et inconvénients . . . . .	39
Les avantages : . . . . .	39
Les inconvénients : . . . . .	39
3.1.3 Relais . . . . .	39
Définition . . . . .	39
Principe de fonctionnement . . . . .	40
3.2 Section de contrôle . . . . .	40
3.3 Section de sortie . . . . .	40
3.3.1 Potentiomètre . . . . .	40
Définition . . . . .	40
Principe de fonctionnement . . . . .	41
3.3.2 Lampe LED . . . . .	42
<b>4 Optimisation d'éclairage ç l'aide d'un API . . . . .</b>	<b>42</b>
4.1 Étude de cas . . . . .	42
<b>5 Conclusion . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>CHAPITRE 4 : Programmation et réalisation . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>1 Introduction . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>2 Choix de l'API . . . . .</b>	<b>44</b>
2.1 Étude technologique et économique . . . . .	44

Étude technologique : . . . . .	44
Étude économique : . . . . .	44
<b>3 Automate industriel WAGO 750-841 . . . . .</b>	<b>45</b>
3.1 Introduction . . . . .	45
3.2 Présentation du CPU . . . . .	45
<b>4 CoDeSys . . . . .</b>	<b>46</b>
4.1 Définition de CoDeSys . . . . .	47
4.1.1 La norme CEI . . . . .	47
4.1.2 La structure d'un projet . . . . .	47
4.1.3 La réalisation d'un projet . . . . .	48
4.1.4 Composantes d'un projet . . . . .	48
4.2 Programmation . . . . .	49
4.2.1 La configuration matérielle sous CoDeSys . . . . .	50
4.2.2 Résumé du cahier de charge . . . . .	51
En mode AUTO : . . . . .	52
En mode MANU : . . . . .	52
4.2.3 Programme LADDER . . . . .	52
<b>5 Conclusion . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>Conclusion générale . . . . .</b>	<b>56</b>
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>57</b>

## Liste de figures

Éclairage public . . . . .	8
Histoire de l'éclairage . . . . .	8
Éclairage industriel . . . . .	10
Éclairage médical . . . . .	10
Éclairage tertiaire . . . . .	11
Éclairage de sécurité . . . . .	11
Éclairage d'agriculture . . . . .	12
Éclairage de musée . . . . .	12
Lampe à incandescence . . . . .	13
Lampes à halogène . . . . .	14
Lampe à décharge . . . . .	14
Lampe fluorescente . . . . .	15
Lampe à vapeur de mercure . . . . .	16
Lampe de sodium basse pression . . . . .	16
Lampe de sodium haute pression . . . . .	17
Lampe LED . . . . .	17
Lumendar . . . . .	18
Horloge classique . . . . .	19
Horloge astronomique . . . . .	20
Exemple de remplacement de la logique câblée par la logique programmée . . . . .	22
Environnement d'un Automate Programmable Industriel (API) . . . . .	24
Les types d'automates . . . . .	25
Structure interne d'un API . . . . .	26
Schéma d'un optocoupleur . . . . .	27
Exemple d'un réseau en langage LD . . . . .	29
Exemple de langage GRAFCET . . . . .	30
Exemple d'une boucle OU dans le langage GRAFCET . . . . .	31
Exemple d'une boucle ET dans le langage GRAFCET . . . . .	32
Tableau de représentation des opérateurs booléens . . . . .	33
Schéma du cahier de charge . . . . .	35
Module capteur de lumière LDR . . . . .	36
Symbole électrique d'une photo-résistance . . . . .	37
Capteur infrarouge . . . . .	38
Relais 5V . . . . .	39
Schéma intérieur d'un relais électromagnétique . . . . .	40
Potentiomètre 10KOhm . . . . .	41
Schéma de fonctionnement d'un potentiomètre . . . . .	41
Lampe LED 24V . . . . .	42
Fonctionnement des lampes sans API . . . . .	42
Fonctionnement des lampes en utilisant un API . . . . .	43
CPU du WAGO 750-841 . . . . .	45
Fenêtre du programme . . . . .	47
Sélectionner l'automate . . . . .	49
Activé la visualisation sur le Wab . . . . .	50
Choix du langage et du type du programme . . . . .	50
Configuration du matériel de l'automate . . . . .	51
Ajouter module entré / sortie . . . . .	51
Déclaration des variables . . . . .	52
Liste des variables de notre projet . . . . .	53
Réseaux de notre projet . . . . .	53
Tableau de commande . . . . .	54
Maquette d'une cité . . . . .	54

## Liste de tableaux

Données du système . . . . .	46
Données techniques . . . . .	46
Données technique générales . . . . .	46

# Introduction générale

Selon le scénario actuel, 19% de l'électricité est globalement utilisée à des fins d'éclairage. Ce 19% est plus que l'électricité qui est produite par la centrale hydroélectrique et nucléaire. L'éclairage est un domaine majeur de la consommation d'électricité. Le problème c'est qu'il sera sur ON même s'il n'y a aucune exigence de lumière et donc il provoque une perte de puissance. Un autre problème est que dans ces systèmes qui sont actionnés manuellement, lorsqu'un défaut se produit, nous pouvons ne pas être en mesure de connaître le défaut et par conséquent, ce problème ne sera pas corrigé.

Le problème du gaspillage d'électricité peut être résolu en utilisant les méthodes suivantes. Basculement vers des sources lumineuses plus efficaces telles que CFL, LED, etc. Éliminer les gaspillages dans l'utilisation de l'éclairage en éteignant les lumières lorsqu'elles ne sont pas nécessaires comprendre l'éclairage besoin de réduire l'excès de lumière. Mais le problème ne peut pas être résolu de cette manière également car les lumières sont allumées le soir tous les jours à 18h et éteindre à 8h car personne n'est présent à l'endroit pour éteindre la lumière. Cela provoque le gaspillage d'électricité. Le besoin réel en électricité se situe entre 18h à 23h quand il y a la plupart des gens sont présents.

Les principales considérations dans les technologies de terrain actuelles sont l'automatisation, L'automatisation est destinée à réduire la main-d'œuvre à l'aide d'intelligence Systèmes. L'économie d'énergie est la considération principale pour toujours car la source d'énergie devient diminuée pour diverses raisons. Comme nous le savons tous, la consommation d'énergie a augmenté jour après jour, pour surmonter ces conséquences, Ce projet propose une modal pour modifier l'éclairage des lampadaires en utilisant des capteurs à énergie électrique minimale consommation. Lorsque la présence est détectée, tous les lampadaires environnants brillent à leur mode le plus lumineux, sinon, ils restent en mode faible. Des ampoules LED doivent être mises en œuvre car elles sont meilleures que ampoules à incandescence conventionnelles dans tous les sens.



# CHAPITRE 1 : Éclairage public

## 1 Introduction



Figure 1. Éclairage public

La ville est considérée comme le plus important rassemblement humain, c'est un lieu de concertation de plusieurs activités, et un lieu de mobilité intense pour des individus afin d'assurer leurs besoins journaliers de jour comme de nuit, et c'est dans ce cadre qu'intervient l'éclairage public, permettant aux usagers de la voie publique de circuler de nuit avec une sécurité et un confort visuel aussi élevé que possible.

## 2 Histoire de l'éclairage

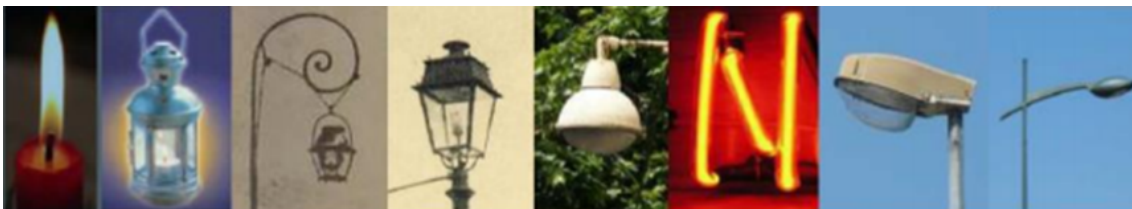


Figure 2. Histoire de l'éclairage

Le début de l'éclairage fut quand l'homme à découvert le feu qu'est une source de chaleur et aussi de lumière, l'homme créa d'abord les torches avec du bois et pour maintenir la

flemme il utilisa de la paille et de la graisse animale. Ensuite arriva les premières lampes « les lampes à l'huile » utilisant toutes sortes de graisse animale puis végétale, celui-ci durera une très longue période. Suite à cela fut l'arrivée des chandelles et des bougies à partir du moyen âge. Avec la découverte du pétrole et les recherches permettant de le distiller en kérosène qui est un très bon combustible les lampes à pétrole font leur apparition. Avec l'arrivée de l'électricité qui est une nouvelle source d'énergie, de nouvelles lampes ont vu le jour, les lampes à incandescence voraces en énergie, les lampes à décharges avec du gaz comprimé, les lampes à LED avec des diodes ainsi que de nombreuses autres sources d'éclairages alimentés par l'électricité.

### **3 Objectifs de l'éclairage public**

L'éclairage public est généralement un éclairage de chaussée, apportant une amélioration de la visibilité. Il est utilisé lorsque les piétons et les véhicules cohabitent fréquemment, c'est-à-dire principalement dans les villes, les zones de construction et le long des autoroutes. Il s'agit principalement de créer des conditions de sûreté et de confort dans ces espaces, permettant aux usagers de s'identifier rapidement. De plus, l'éclairage public doit donner aux gens un sentiment de sécurité et aider à prévenir des accidents (par exemple collisions aux intersections de véhicule et des piétons). [1];[2]

## **4 Type d'éclairage**

### **4.1 Éclairage intérieur**

C'est l'éclairage des endroits clos, comme les maisons, les bureaux de travail, les établissements de soins et de santé, tous les bâtiments construits par l'homme. Ils sont généralement commandés manuellement avec des interrupteurs placés à différents endroits qui sont activés ou désactivés selon le besoin des usages, mais ces derniers temps pour réduire la consommation d'électricité on se dirige vers les commandes automatiques, comme dans les maisons intelligentes qui offrent une luminosité variable selon les besoins, des minuteurs pour les bureaux de travail avec des heures fixes, l'éclairage d'ambiance pour les cinémas qui suivent l'action du film ainsi que différentes autres méthodes ou l'éclairage est contrôlé automatiquement par des ordinateurs. [1];[2]

### **4.2 Éclairage extérieur**

C'est l'éclairage des chaussées et des routes, il est généralement commandé par des détecteurs (cellule photoélectrique) permettant d'assurer l'éclairage de nuit, il peut aussi être commandé automatiquement avec des systèmes de commande informatisés et des capteurs. [1];[2]

## 5 Domaine d'utilisation de l'éclairage

### 5.1 Usage industrielle



Figure 3. Éclairage industriel

L'éclairage industriel doit être conforme aux normes d'éclairage des postes de travail. Ce type d'éclairage est particulièrement adapté aux endroits qui ont des contraintes de volume, de poussière et d'entretien particuliers. Dans les industries qui exécutent des tâches de machines fines et de machines de précision.

L'éclairage utilisé dans les lieux industriels est généralement de conception simple, avec une faible efficacité énergétique et une facilité d'utilisation, Certains secteurs industriels (notamment le secteur chimique) nécessitent l'utilisation d'équipements protégés. [2]

### 5.2 Usage médicale et hospitalier



Figure 4. Éclairage médical

- L'éclairage des locaux et des chambres de patients est essentiellement utilitaire avec

une certaine chaleur pour détendre et rassurer les patients.

- L'éclairage des salles d'opération, de certaines salles d'examen et de soins, ainsi que les salles de soins des cabinets dentaires utilise des appareils d'éclairage adaptés (forts niveaux d'éclairage, contrôle des luminances, spectre des températures de couleur, etc.). [2]

### 5.3 Usage du secteur tertiaire



Figure 5. Éclairage tertiaire

Les lampes fluorescentes sont majoritairement employées dans les luminaires Tertiaires de bureau. Décrites à tort comme froides, les lampes fluorescentes permettent de bien disposées une excellente uniformité d'éclairage. Apparent, suspendu ou encastré l'éclairage de bureau est souvent complété par des lampes d'appoint pour répondre au besoin de personnaliser. [2]

### 5.4 Éclairage de sécurité



Figure 6. Éclairage de sécurité



Dans les lieux de travail ou accueillant du public (magasin, hôtel, bureau, atelier), un éclairage dit de sécurité ou de secours est requis par la plupart des réglementations. Ils émettent une lumière relativement faible mais suffisante, placés aux endroits stratégiques (changement de direction, porte, escalier, porte de sortie), ils balisent le ou les itinéraires vers la ou les sorties de secours. [2]

## 5.5 Agriculture



Figure 7. Éclairage d'agriculture

Certains pays se sont fait une spécialité de la culture sous serre avec température et éclairage contrôlés afin d'accélérer le processus de maturation des plantes. Cette culture utilise des lampes émettant dans des longueurs d'ondes spécifiques aux plantes. De même, l'élevage intensif en batterie de la volaille utilise l'éclairage pour accélérer la croissance en raccourcissant le cycle diurne/nocturne. [2]

## 5.6 Musée et galerie d'art



Figure 8. Éclairage de musée

Pour un musée, lieu public de plaisir, de savoir, d'interrogation, l'éclairage est un élément important tout autant comme facteur d'interprétation, que du confort et du bien-être des visiteurs, on utilise généralement un éclairage ponctuel et discret, pouvant être élégamment intégrés à une vitrine de présentation, et offrant l'avantage de rayonner très peu d'infrarouge, limitant ainsi le risque d'élévation de température à l'intérieur de la vitrine, néfaste aux œuvres d'art. [2]

## 6 Différentes sources d'éclairage

Il existe plusieurs sortes de lampes mais essentiellement il y'a 3 types : les lampes à incandescence (classique et halogène), dans lesquelles un filament brûle, les lampes à décharge (néons, mercure, sodium) qui produisent de la lumière grâce à une décharge électrique dans un gaz, ainsi que les LED qui sont des diodes électroluminescentes. [2]

### 6.1 Les lampes à incandescence



Figure 9. Lampe à incandescence

Ce sont des lampes “classiques” pour l'éclairage intérieur (**Figure 9**). L'ampoule contient un filament de tungstène, qui quand il est parcouru par un courant électrique atteint une température d'environ 2500°C et émet une lumière. Habituellement, l'ampoule est remplie de gaz inerte, tel que l'argon ou le krypton, ce qui permet d'éviter d'endommager le filament. Le rendement lumineux de ces lampes est très faible car la majeure partie de l'énergie électrique est convertie en chaleur au lieu de la lumière.

- Puissance de 7 à 300 Watts.
- Flux lumineux de 21 à 4850 lumens.
- Duré de vie 1000 heures

## 6.2 Les lampes halogènes



Figure 10. Lampes à halogène

Il s'agit de lampes à incandescence au gaz halogène (Figure 10) ou à l'un de ses dérivés (comme  $I_2$ ,  $CH_3Br$  ou  $CH_2Br_2$ ). Ce gaz régénère le fil de tungstène (cycle halogène), augmentant ainsi considérablement sa durée de vie. Les lampes halogènes sont plus efficaces que les lampes à incandescence traditionnelles car elles fonctionnent à une température plus élevée (environ  $2900^\circ C$ ). L'ampoule doit être en matériau résistant aux hautes températures : quartz ou verre spécial (d'où le nom commun de lampe à quartz-iode). En raison de la température plus élevée, la lampe halogène émet plus de rayonnement ultraviolet sans être absorbée par le quartz de l'ampoule ; pour cette raison, une fenêtre en plastique ou en verre transparent est généralement placée devant la lampe pour absorber ces rayonnements nocifs.

- Puissance de 5 à 500 Watts.
- Flux lumineux de 60 à 10000 lumens.
- Durée de vie de 2000 à 4000 heures.

## 6.3 Les lampes à décharge



Figure 11. Lampe à décharge

Une lampe à décharge est une sorte de lampe électrique, qui est composée d'un tube ou d'une ampoule en verre rempli de gaz ou de vapeur métallique. Sous haute ou basse pression, le courant électrique passe à travers, et il suit la conversion des photons, donc de la lumière.

La couleur de la lumière émise par ces lampes dépend du gaz utilisé, parmi eux :

- L'hélium qui émet une lumière orange tirant vers le blanc.
- Le néon émet une lumière rouge orange.
- L'argon une lumière violet et bleu.
- Le krypton une lumière blanche légèrement grisé.
- Le xénon émet une lumière blanche a gris clair.
- Et le sodium une lumière jaune vif.

#### 6.4 Les tubes fluorescents



**Figure 12.** Lampe fluorescente

Appelés couramment ``néons" (**Figure 12**), ils renferment un mélange d'argon et de vapeur de mercure très raréfié ; une décharge électrique au travers de ce gaz, d'un bout à l'autre du tube, fait briller le mercure d'un rayonnement ultraviolet, qui excite une substance fluorescente (composés phosphorés) déposée sur la paroi interne du tube, cette substance émet en retour une lumière blanche.

Les lampes dites économiques, qui se substituent de plus en plus aux lampes à incandescence, sont également des tubes fluorescents, dits compacts.

- Puissance de 4 à 140 Watts.
- Flux lumineux de 120 à 8350 lumens.
- Duré de vie de 10000 à 20000 heures.



## 6.5 Les lampes à vapeur de mercure

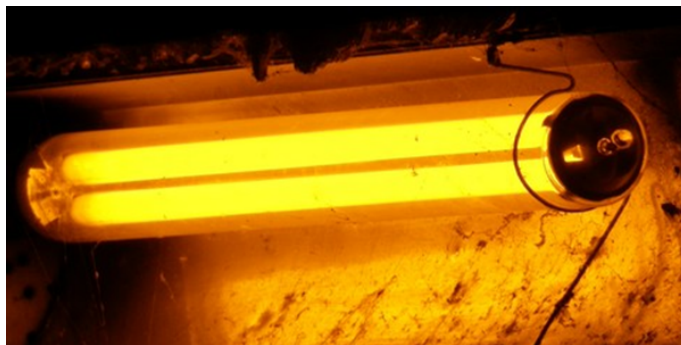


**Figure 13.** Lampe à vapeur de mercure

Autrefois largement utilisées dans l'éclairage public, elles sont de plus en plus remplacées par les lampes au sodium, qui ont un meilleur rendement lumineux. Ils produisent une lumière blanc bleuâtre due à une décharge électrique à travers la vapeur de mercure à haute pression (500 fois la pression des tubes fluorescents). En raison de cette pression plus élevée, ils émettent plus de lumière visible et les rayons ultraviolets sont inférieurs à ceux des tubes fluorescents. L'utilisation de ces feux est interdite dans ces zones qui réglemente l'éclairage car ils consomment beaucoup d'énergie.

- Puissance de 50 à 1000 Watts.
- Flux lumineux de 1100 à 58500 lumens.
- Duré de vie de 10000 à 20000 heures.

## 6.6 Les lampes de sodium basse pression



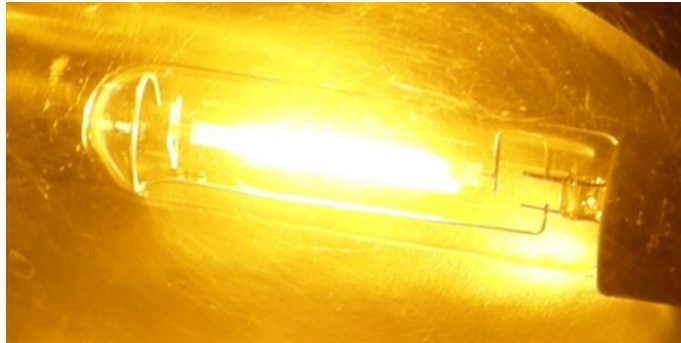
**Figure 14.** Lampe de sodium basse pression

Le tube est rempli d'un mélange de particules de néon (**Figure 14**), d'argon et de sodium. Une décharge d'électricité dans ce mélange fournit une lumière orange monochromatique. Les néons, avec sa couleur rouge caractéristique est utilisée pour initier la décharge et

chauffer le sodium. Ces lumières sont principalement utilisées pour l'éclairage routier.

- Puissance de 18 à 185 Watts.
- Flux lumineux de 1800 à 3200 lumens.
- Duré de vie d'à-peu-près 16000 heures.

## 6.7 Les lampes de sodium haute pression

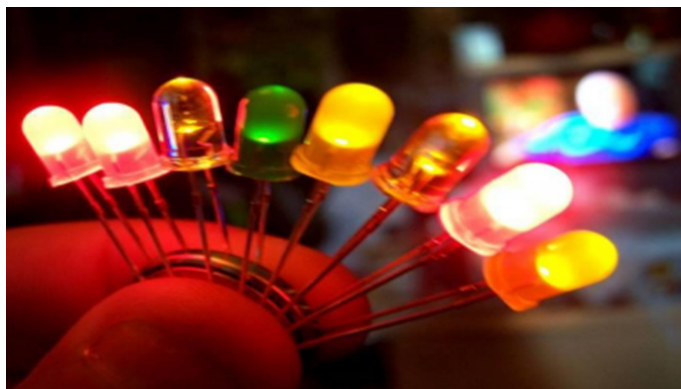


**Figure 15.** Lampe de sodium haute pression

Faites également partie des lampes à décharge, elles émettent une lumière jaune orangé, plus éblouissante que les lampes au sodium à basse pression, et leur rendu des couleurs est légèrement meilleur que ces dernières (mais ce genre de rayonnement est plus difficile à filtrer dans une bande spectrale plus large pour l'observation astronomique). Actuellement, ce type de lampe est le plus couramment utilisé pour l'éclairage public, bien que son efficacité lumineuse soit inférieure à celle des lampes sodium basse pression.

- Puissance de 35 à 1000 Watts.
- Flux lumineux de 3400 à 130000 lumens.
- Duré de vie d'à-peu-près 30000 heures.

## 6.8 Les lampes électroluminescentes « LED »



**Figure 16.** Lampe LED

C'est une diode électroluminescente (**Figure 16**) (en abrégé LED, de l'anglais : light-Emitting Diode ou DEL en français) est un dispositif photoélectrique qui peut émettre de la lumière lorsqu'un courant le traverse. Lorsqu'il est traversé par un courant, un rayonnement polychromatique est généré en raison de la conversion de l'énergie électrique.

Ce composant électronique est en train de faire sa place dans le domaine des sources d'éclairage pour ses nombreux avantages, parmi eux une consommation basse d'énergie comparer avec les anciennes lampes à incandescences, ainsi qu'une large gamme de couleur.

## 7 Commande d'éclairage publique

### 7.1 Description

L'un des moyens les plus simples d'économiser de l'énergie est d'éteindre les lumières dans les pièces inoccupées, ce qui est parfois un défi à résoudre. L'éclairage public peut être contrôlé de plusieurs manières, que ce soit au moyen de simples commutateurs locaux, d'horloges programmables, de détecteurs de luminosité à cellules photoélectriques ou de systèmes de contrôle d'éclairage plus complexes pouvant être intégrés au système d'éclairage. Le contrôle automatique implique l'installation de machines et la sécurité des bâtiments. [3]

### 7.2 Types de commandes d'éclairage

#### 7.2.1 Allumage manuel

C'est le mode de contrôle le plus primitif. L'éclairage est activé par un simple interrupteur, qui peut être activé sur demande. Les produits obsolètes sont à éviter en premier lieu car ils sont très anciens et sont donc produits sur place en dehors des réglementations en vigueur. Ne dispose pas de dispositif de protection (pas de fusible, pas de disjoncteur). [3]

#### 7.2.2 Cellule photosensible



Figure 17. Lumendar

Ce système est généralement appelé “Lumandar (**Figure 17**)”. Communément appelé “commande par cellule photoélectrique” ou “interrupteur crépusculaire”. Le principe est de contrôler la fermeture du contacteur, qui est commandée par l'état de sortie d'une cellule photoélectrique. Il existe différentes techniques, mais toutes sont plus ou moins efficaces et sensible à dérive dans le temps (vieillesse) ou en fonction de la température. Cela entraîne des fluctuations considérables des heures de fonctionnement chaque année. Par conséquent, l'équipement doit être réglé régulièrement, sinon le temps d'allumage et d'extinction n'est pas optimal. [3]

### 7.2.3 Horloge simple



**Figure 18.** Horloge classique

Horloge “classique” intégrée (**Figure 18**), qui peut contrôler l'allumage et l'extinction des lumières.

C'est parfois le cas lors du diagnostic des armoires éclairage publique dans certains résidences privés ou immeubles anciens, où les promoteurs ont considérablement réduit leur investissement mais disposent d'un approvisionnement en électricité prise en charge par la collectivité, si le réseau routier n'est pas intégré à l'espace public, il est totalement illégal.

Les heures de bascule de l'horloge doivent être régulièrement modifiées. Cette restriction signifie que le responsable qui la prend en charge doit la changer à mesure que les jours s'allongent ou se raccourcissent, de ce fait pour espaces ses interventions dans l'armoire de commande il a tendance à anticiper largement l'allumage, donc ce retard d'intervention fait qu'on omet parfois de retarder l'allumage quand les jours sont allongés. En plein jour, les lumières restent parfois allumées longtemps, ce qui entraîne une perte annuelle de plus de 5 000 heures. [3]

#### 7.2.4 Calculateur astronomique



Figure 19. Horloge astronomique

Aussi appelée horloge astronomique (**Figure 19**). Il s'agit d'un système construit dans les années 90. Il se compose d'un boîtier modulaire installé dans un boîtier de commande d'éclairage avec une antenne interne, qui peut parfois être utilisé pour la remise à l'heure automatique quotidienne pour compenser la dérive minimale du quartz de l'appareil. ...Pas de capteurs externes. L'appareil calcule le temps d'ouverture et de fermeture en fonction des éléments qui ont été initialisés à l'installation. Il s'agit principalement de la date et de l'heure ainsi que de la latitude et de la longitude du lieu (coordonnées géographiques). L'algorithme de calcul permet de connaître l'heure exacte du lever et du lever du soleil chaque jour, afin de contrôler plus précisément l'interrupteur. [3]

#### 7.2.5 Les commandes centralisées

Bien entendu, la commande centrale reprend les fonctions de base de l'équipement de commande d'éclairage public. L'interrupteur crépusculaire peut être utilisé avec des horloges de précision ou des horloges astronomiques radio-commandées. Ces dispositifs permettent de piloter des contrôleurs d'éclairage public équipés de modules récepteurs via des systèmes radio ou des systèmes téléphoniques GSM. La commande centrale vise à optimiser le temps de fonctionnement, et surtout, à synchroniser tous les temps d'allumage. Il peut également être utilisé pour régler l'éclairage public de certaines pièces. [3];[4]

#### 7.2.6 Commande par voie hertzienne

Le principe est basé sur l'émission de commandes marche/arrêt à partir d'un émetteur sur le plan de contrôle central, qui est généralement attribuée à un calculateur astronomique connecté à une cellule photoélectrique. La commande passée est acceptée par le destinataire au niveau de chaque point d'énergie électrique. [3];[4]

## **7.3 Les modes de fonctionnement**

Associés à ces commandes différents modes de fonctionnement sont possibles favorisant plus ou moins la maîtrise de l'énergie : [4].

- Fonctionnement permanent.
- Fonctionnement semi-permanent.
- Fonctionnement par régulation / réduction de puissance.

### **7.3.1 Fonctionnement permanent**

C'est le mode de fonctionnement le plus courant : allumé la nuit, éteint le matin. L'interrupteur crépusculaire est suffisant pour assurer ce mode de fonctionnement. En réglant correctement l'interrupteur marche/arrêt, ce mode de fonctionnement peut fournir une durée d'utilisation annuelle d'environ 4100 heures. [4]

### **7.3.2 Fonctionnement semi-permanent (coupure nocturne)**

Le type de contrôle de l'énergie le plus basique est aussi le plus efficace ! Il est très populaire à la campagne, mais pas dans les villes. C'est aussi le contrôle le plus fondamental de la pollution lumineuse. Le coût d'une horloge simple est très faible, quelle que soit la quantité d'appareils, la durée du retour sur investissement est très courte, cet équipement peut économiser plus de 8% d'énergie par heure. Les restrictions d'utilisation de cet appareil sont liées à des réclamations en cas d'absence d'éclairage. L'insécurité due au manque d'éclairage (dans la rue ou pour les biens et les personnes) est une cause fréquemment évoquée et une source de débat. Le temps d'arrêt double le nombre de fois où la lampe est allumée à pleine puissance. Les lampes s'usent plus rapidement lors de ces démarrages, donc les coupures de courant excessives la nuit ne sont pas recommandées. [4]

### **7.3.3 Fonctionnement pas régulation /réduction de puissance (régulation de tension)**

Il s'agit de réduire strictement l'éclairage à certaines heures de la nuit. Cette régulation de la tension de l'armoire offre de nombreux avantages importants, notamment la réduction de la consommation électrique en limitant la puissance pendant les heures creuses. La suppression des surtensions permet à la source de fonctionner avec une efficacité maximale. Gardez l'éclairage la nuit au lieu de l'éteindre comme pour le fonctionnement semi-permanent, en réponse au désir de continuer à éclairer toute la nuit. Maintenir la durée de vie de l'ampoule en éliminant les surtensions, et pour certains modèles, en augmentant progressivement la tension pour limiter la surintensité qui se produit lorsque l'appareil est connecté au réseau. [4]

## **8 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons offert un aperçu sur l'éclairage public son histoire ses objectifs les différents types d'éclairage, les différentes sources et les différents types de commande. L'objectif de ce chapitre est de simplifier la compréhension de l'éclairage public pour tirer parti des idées à la construction de notre projet.

# CHAPITRE 2 : Automate programmable industriel

## 1 Introduction

Le sens du mot automatisation est auto-dédié dérivé de la littérature grecque. L'automatisation contribue à améliorer la productivité en modernisant et en augmentant l'efficacité du travail. C'est le processus selon lequel les machines suivent une séquence d'opérations prédéterminée avec ou sans intervention humaine dans un processus de fabrication. Les principaux objectifs de l'automatisation sont l'intégration des processus de fabrication, l'augmentation du niveau de sécurité de l'opérateur ainsi que la pièce à usiner pour augmenter la productivité, améliorer la qualité, l'efficacité et réduire les coûts de main-d'œuvre ainsi que les erreurs humaines. Pour l'automatisation d'un processus, les exigences de base sont à savoir, une source d'alimentation, des entrées et des sorties appropriées, une rétroaction et des commandes appropriées. L'automatisation actuelle a pris une série de transformations de la logique des relais et des contacteurs, du contrôleur logique programmable (PLC), du contrôle de supervision et de l'acquisition de données (SCADA). Le choix de la méthode spécifique va avec le problème et le domaine d'application. Le gain et l'augmentation du rendement sont très remarquables après l'installation d'automatismes intégrant des techniques adaptées. Actuellement, l'automatisation utilisant des automates programmables augmente rapidement dans tous les secteurs pour prouver l'efficacité et le profit. Le MODICON 084 a été le premier automate programmable au monde produit commercialement par les associés de Bedford.

### 1.1 Remplacement de la logique câblée par la logique programmée

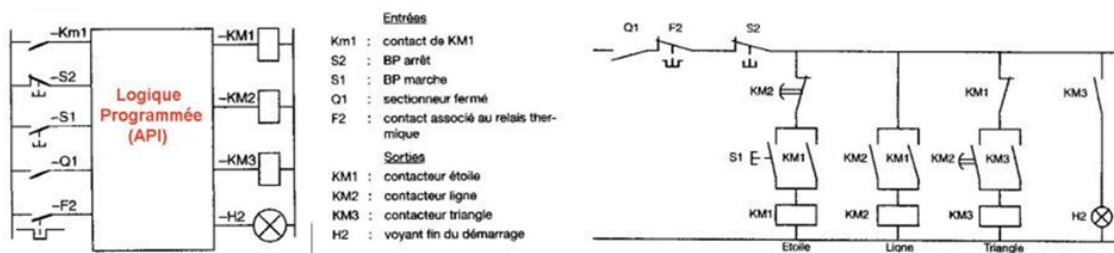


Figure 20. Exemple de remplacement de la logique câblée par la logique programmée

### 1.2 La logique câblée

La logique du relais et du contacteur utilise un relais qui est un interrupteur électromagnétique qui ouvre et ferme les contacts pour contrôler le circuit électrique. La bobine sous tension avec une alimentation appropriée contrôle le circuit. Un simple circuit RC est généralement installé sur la bobine pour dissiper et absorber les pointes de tension qui peuvent endommager l'enroulement de la bobine. De manière similaire, un contacteur est un interrupteur à commande électrique utilisé pour commuter un circuit d'alimentation activé par une entrée de commande. Contrairement à un disjoncteur, les contacteurs ne

sont pas destinés à interrompre un courant de court-circuit. Un contacteur se compose généralement de contacts de puissance, de contacts auxiliaires et de ressorts de contact, etc. Généralement, il est enfermé dans un boîtier constitué de matériaux isolants. L'inconvénient majeur de la logique des relais et des contacteurs est qu'elle nécessite une rectification immédiate en cas de panne et qu'elle ne possède pas de système redondant. [5];[6]

### 1.3 La logique programmée

L'idée de la logique programmée est d'utiliser uniquement un ensemble d'opérateurs de base (qui seront appelés unités logiques). Afin d'implémenter une fonction logique donnée, telle que la fonction représentée sur la (**Figure 20**), nous utiliserons cet ensemble unique pour calculer en continu les différents termes de la fonction et les combiner pour atteindre progressivement le résultat souhaité.

Par conséquent, nous sommes ici pour travailler sur le « balayage ». Évidemment, si on le compare à la dynamique du signal, ce balayage est répété assez vite, ce qui est évidemment une condition très nécessaire, et les gens auront l'impression d'un fonctionnement parallèle similaire à la logique câblée.

En pratique, on essaie généralement de rendre les cadences de répétition et les temps de basculement du relais dans le même ordre de grandeur (de quelques millisecondes à des dizaines de millisecondes).

La manière d'effectuer le balayage en question est décrite par une série d'instructions qui sont stockées en mémoire et constituent ce que l'on appelle un programme. [5];[6]

## 2 Les automates programmables industriels

### 2.1 Historique

Les automates programmables industriels sont apparus aux États-Unis à la fin des années 1960, en réponse aux exigences de l'industrie automobile américaine (dirigée par General Motors), et ont mis en avant des exigences plus élevées pour l'adaptabilité de son système de commande. Ils ne sont apparus en France qu'en 1971.

Dans les années 1970, la demande industrielle d'automatisation, de flexibilité et d'évolutivité des systèmes de production automatisés (SAP) a explosé. Siemens AG est un groupe allemand. Elle a été fondée par Werner Von Siemens en 1847 pour fabriquer des équipements électroniques et électriques. Basée à Munich, c'est l'une des plus grandes entreprises d'Europe.

Dans le cadre de l'expansion, Siemens a créé le Consortium Uni data le 28 janvier 1972. Ce projet européen a conduit à l'émergence d'une grande industrie informatique européenne dans les années 1970. Réunit les compétences des trois participants. La gestion du projet, l'architecture de la machine et les logiciels ont été confiés à l'International Informatics Corporation (CII), la technologie électronique appartenait à Philips et Siemens était responsable des périphériques mécaniques.



1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord Unidata, CII fusionne avec Honeywell-Bull, Philips abandonne l'informatique, Siemens rejoint Fujitsu, devenant aujourd'hui l'un des plus grands fabricants mondiaux.

## 2.2 Définition générale

Un automate programmable industriel (API) ou (PLC) en anglais, est un dispositif électronique programmable conçu à piloter des procédés ou parties opératives, et adaptable à un maximum d'applications, du point de vue traitement, composant, langage. Les APIs remplacent progressivement les équipements câbles, et grâce à leur structure, ils permettent de modifier simplement les séquences d'un processus, sans introduire de restrictions de câblages. [8]

Selon la norme française EN 61131-1, l'automate programmable est :

"Des systèmes électroniques à commande numérique sont conçus pour être utilisés dans des environnements industriels. Il utilise une mémoire programmable pour stocker en interne des instructions orientées utilisé pour réaliser des fonctions spécifiques, telles que des fonctions logiques, de mise en séquence de temporisation, de comptage, et de calcul Arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties tout ou rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable les périphériques associés sont conçus pour s'intégrer facilement dans les systèmes d'automatisation industrielle et réaliser facilement toutes leurs fonctions attendues". [7]

## 2.3 Environnement d'un automate programmable industriel

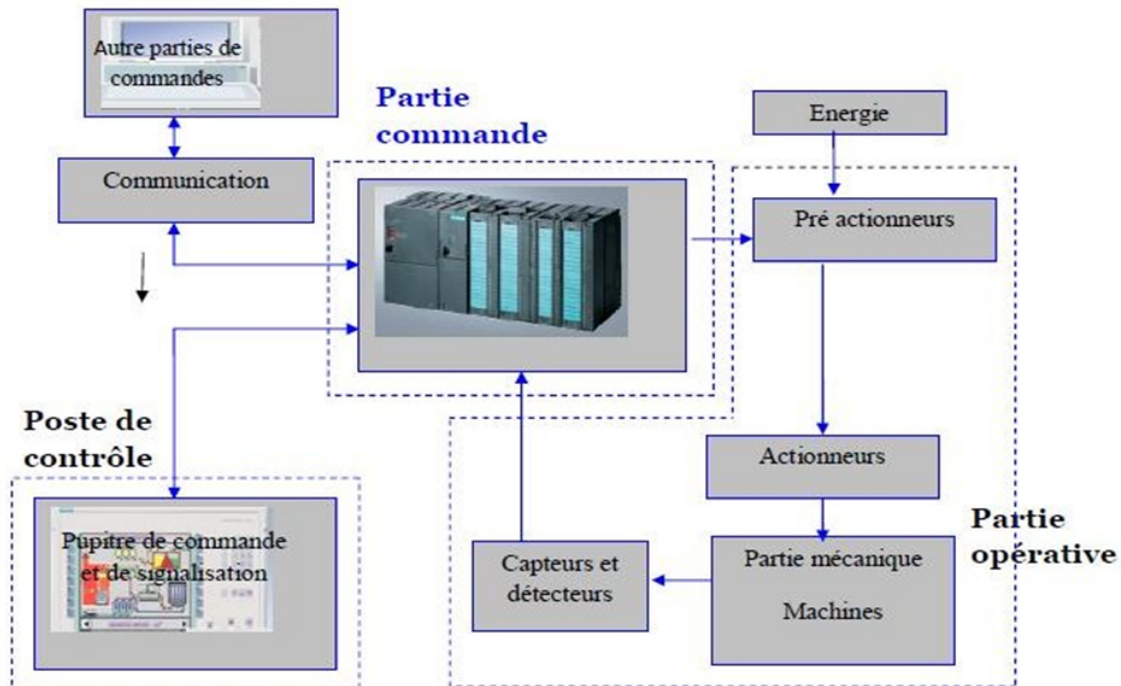


Figure 21. Environnement d'un Automate Programmable Industriel (API)

L'environnement d'un automate programmable, est composé de : Poste de contrôle, Partie opérative et Partie commande. [8]

### 2.3.1 Partie opérative

Elle rassemble tous les opérateurs techniques, tels que les actionneurs et les capteurs, qui assurent et contrôlent la production d'effets utiles dans la conception des systèmes d'automatisation. Elle consomme de l'énergie.

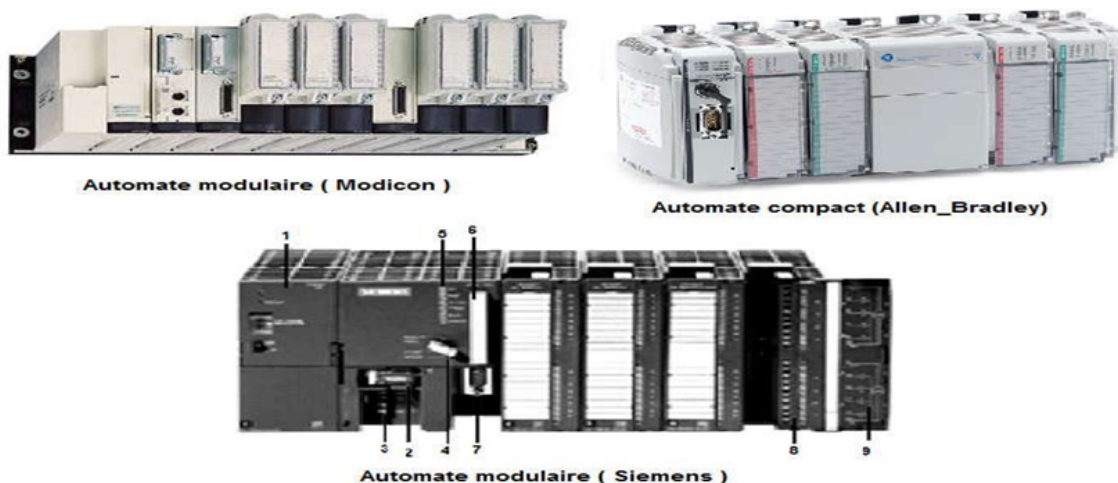
### 2.3.2 Partie commande

Elle prépare des commandes à partir des informations transmises par la partie opératrice du capteur (dialogue à la machine) ou des instructions données par l'opérateur (dialogue homme-machine).

## 2.4 Architecture des automates programmables industriels externe

Les automates peuvent être de types compact ou modulaire (**Figure 22**) : [9]

- De type compact, on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Grouzet...) des micros automates. Il intègre un processeur, une alimentation, des entrées et des sorties. Selon le modèle et le fabricant, il peut assurer certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, entrées/sorties analogiques, etc.) et recevoir des extensions. Ces automates simples sont généralement utilisés pour commander de petits automatismes.
- De type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrée/sortie résident dans des unités séparées (modules) et sont fixés sur un ou plusieurs racks qui contiennent des « fonds de panier » (bus plus connecteurs). L'intégration de ces automates dans des automatismes complexes ou de puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.



**Figure 22.** Les types d'automates

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

## 2.5 Structure interne des automates programmables

La structure matérielle interne de l'API est illustrée dans la figure ci-dessous. Expliquez en détail chaque composant qui apparaît dans ce schéma à tour de rôle. [10]

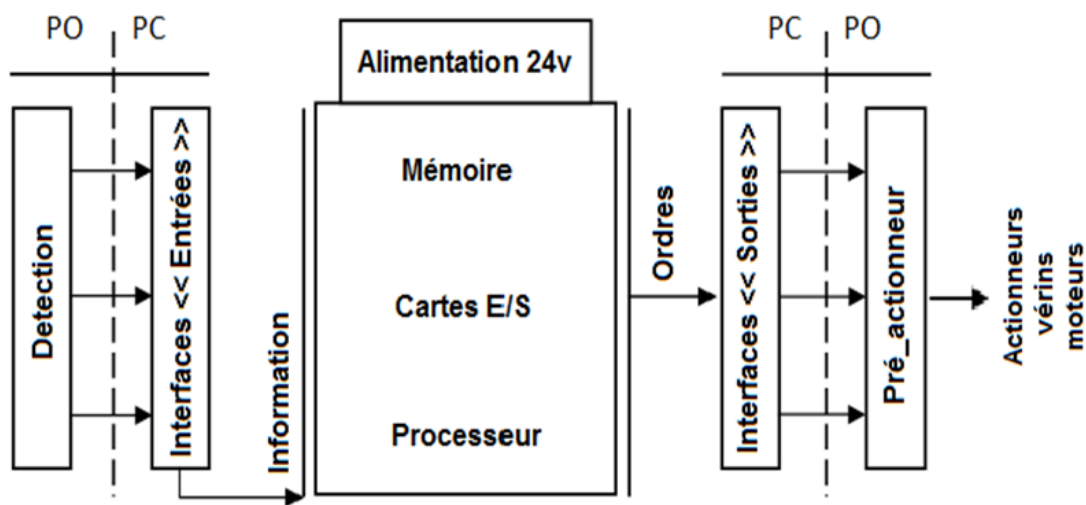


Figure 23. Structure interne d'un API

1. Une mémoire.
2. Un processeur.
3. Des interfaces d'Entrées/Sorties.
4. Une alimentation (240Vac-24Vcc).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câblé autorisant le passage de l'information entre ces quatre secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate (**Figure 23**).

### 2.5.1 Le processeur

Son rôle est d'organiser les différentes relations entre la zone mémoire et l'interface d'E/S d'une part, et de gérer les instructions du programme d'autre part.

### 2.5.2 Les interfaces

- L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié.
- L'interface de sortie comporte des adresses de sorties, une pour chaque actionneur.
- Le nombre de d'E/S varie suivant le type d'automate.
- Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0-24Vcc.

### 2.5.3 La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer et stocker des informations provenant de différents secteurs du système. Ces secteurs sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur qui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations du capteur.

### 2.5.4 L'alimentation

Sa fonction est de fournir la tension continue requise pour les composants avec de bonnes performances, en particulier lors de petites coupures dans le réseau électrique qui constitue la principale source d'énergie. La tension d'alimentation peut être de 5V, 12V ou 24V.

Les racks d'extension et les modules d'E/S peuvent nécessiter des alimentations supplémentaires.

Un onduleur est nécessaire pour éviter des risques de coupure inacceptables.

## 2.6 La protection de l'automate

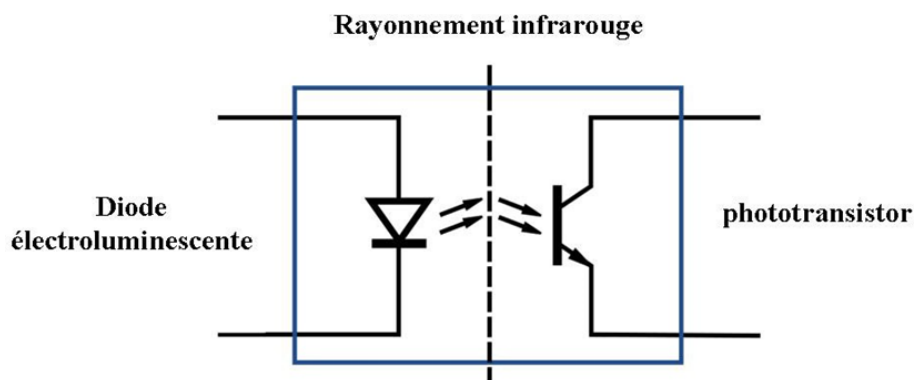


Figure 24. Schéma d'un optocoupleur

La protection du circuit d'entrée contre le bruit électrique est généralement résolue par un découplage optocoupleur. (**figure 24**). Lorsque la diode électroluminescente est traversée par une impulsion numérique, elle produit un rayonnement infrarouge.

Ce rayonnement est détecté par le photo-transistor, qui fait naître une tension dans son circuit. L'espace qui sépare la LED et le photo-transistor crée une isolation électrique, mais une impulsion numérique dans le premier circuit permet néanmoins de produire une impulsion numérique dans le second circuit. [11]

En sortie, il faut assurer le même type de protection, mais en amplification de puissance, et au final utiliser du DC ou du AC selon la situation.

Deux types de cartes électroniques sont utilisés :

### **2.6.1 Les modules à sorties statiques**

Les relais statiques contiennent des composants spéciaux : transistors bipolaires et thyristors. Ces composants ne présentent aucune usure mécanique et leurs caractéristiques de commutation resteront inchangées dans le temps.

### **2.6.2 Les modules à relais électromagnétique**

Le découplage est provoqué par l'existence de deux circuits (bobine d'excitation, circuit de puissance). Les avantages de ces relais électromagnétiques sont une faible résistance de contact, une faible capacité de sortie et, surtout, un faible coût, mais ils ont une longue durée de vie, une petite quantité de commutation et une vitesse plus rapide que la sortie statique.

## **2.7 Fonctionnement d'un automate programmable**

Lorsque le programme est entré dans la mémoire de l'automate à l'aide de la console de programmation ou du PC, la phase d'exécution peut commencer. Elle est généralement obtenue après avoir mis l'automate en RUN (la commande peut être logicielle ou matérielle). [12]

## **2.8 Domaines d'emplois des automates**

L'évolution des techniques s'est traduite pour l'automatisation par :

- Développement à grande échelle .
- Des solutions de plus en plus globales aux problèmes .
- Intégration dès la conception de l'installation.

Par conséquent, nous sommes passés du stade des machines automatisées au stade des systèmes de production automatisés, et tous les domaines industriels utilisent des API pour la commande des machines (convoyage, emballage...) ou chaîne de production (automobile, agro-alimentaire...), il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, industrie chimique...).

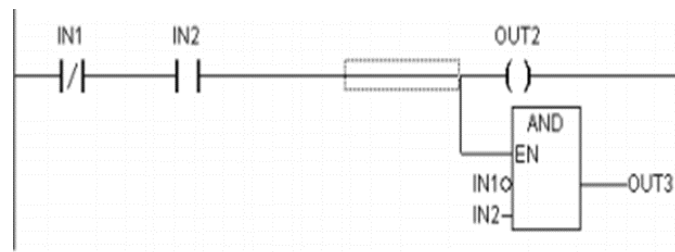
Il est de plus en plus utilisé dans le secteur du bâtiment (tertiaire et industrie) pour contrôler le chauffage, l'éclairage, la sécurité ou les alarmes. [12]

## 2.9 Les formes de langages des API

Les principaux types de langages rencontrés sur les A.P.I. sont : [13]

### 2.9.1 Les langages graphiques

#### A) Le langage à contact (LD)



**Figure 25.** Exemple d'un réseau en langage LD

Le Langage à contacts est également un langage de programmation graphique, qui se rapproche du principe des schémas électriques. D'une part, le langage LD est adapté à la construction de dispositifs de commutation logique et d'autre part, il permet de réaliser des réseaux, comme dans le langage FBD. Par conséquent le langage LD peut parfaitement être utilisé pour commander l'appel d'autres modules. Le langage LD est constitué d'une succession de réseaux. Un réseau LD est délimité sur sa gauche par une barre d'alimentation verticale gauche et sur sa droite par une barre d'alimentation verticale droite. Entre les deux barres d'alimentation se trouve un schéma comprenant des contacts, des bobinages et des éléments de liaison. La partie gauche de chaque réseau est constituée d'une succession de contacts, qui transmettent de gauche à droite l'état "ON" ou "OFF" ; ces états correspondent aux valeurs booléennes TRUE et FALSE. À chaque contact correspond une variable booléenne. Si cette variable a comme valeur TRUE, alors l'état est transmis de la gauche vers la droite le long de l'élément de liaison. Dans le cas contraire, la liaison de droite prend la valeur OFF.

## B) Le GRAFCET

GRAFCET est un outil de description du cahier des charges de l'automatisation séquentielle, il décompose le fonctionnement du système en plusieurs étapes. Une étape correspond à un état système bien défini et à un état stable de sa commande.

L'évolution du système d'une étape à l'autre n'est validée que si une transition logique est assurée.

Par conséquent, GRAFCET est un modèle de représentation graphique du fonctionnement de la partie commande et de la partie exploitation d'un système de production automatisé.

### B.1) GRAFCET à séquence unique

Le GRAFCET à séquence unique est composé d'une série d'étapes qui sont toujours exécutées dans le même ordre. Il n'y a qu'une seule séquence qui, partant de l'étape initiale, permet d'y retourner.

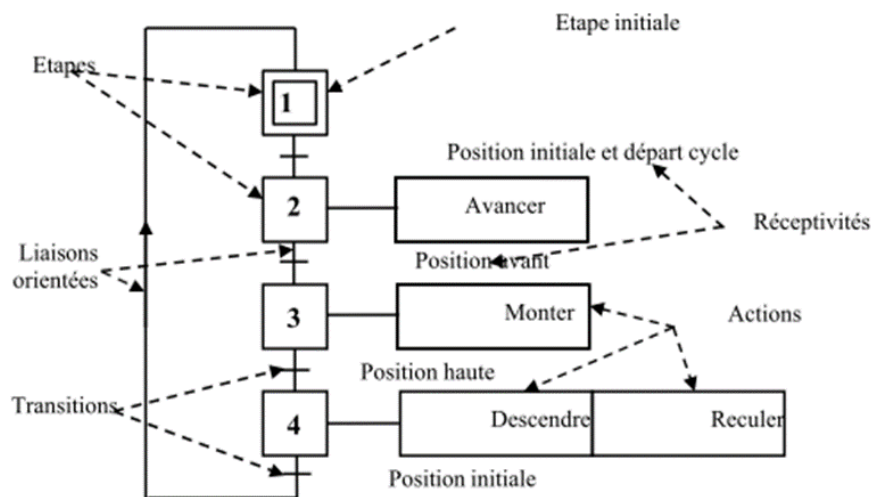


Figure 26. Exemple de langage GRAFCET

- Les étapes : Elles représentent les différentes phases du cycle de fonctionnement d'un système automatisé.
- Les transitions : Il y a toujours une et une seule transition entre deux étapes. Une transition est validée lorsque l'étape (ou les étapes) immédiatement précédente est active.
- Les réceptivités : Associées aux transitions, elles permettent de franchir la transition si celle-ci est validée. Elles sont de forme booléenne
- Les liaisons orientées : Elles relient toujours les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Le sens d'évolution se fait toujours de haut en bas ; si le cas contraire

s'impose, une flèche sur la liaison orientée indique le sens de parcours.

- Les actions : Une ou plusieurs actions sont généralement associées à chaque étape. Ils indiquent ce qui doit être réalisé à l'étape concernée lorsque celle-ci est active

### B.2) GRAFCET avec séquence multiple

Le GRAFCET à séquences multiples, contrairement au GRAFCET linéaire, comporte plusieurs séquences ; la sélection de ces séquences se fera par des aiguillages appelés divergence en OÙ (figure 27) ou en ET (figure 28).

C'est-à-dire que deux séquences peuvent être décrites :

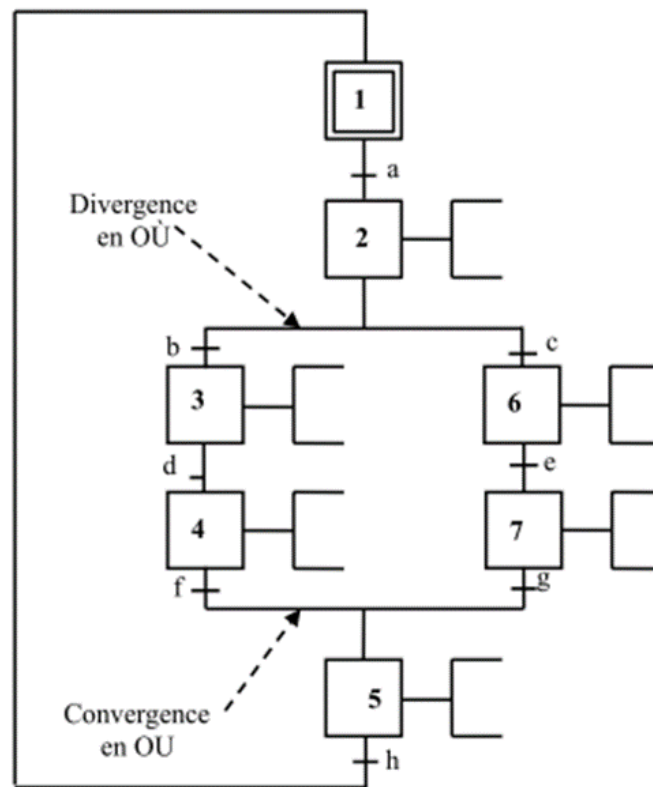


Figure 27. Exemple d'une boucle OU dans le langage GRAFCET

- Séquence 1 2 3 4 5.
- Séquence 1 2 6 7 5.

Le choix est fait par les réceptivités b et c qui permettent de franchir soit la transition 2-3, soit la transition 2-6. Lorsque l'étape 2 est active, il doit être impossible d'obtenir simultanément les informations b et c.

C'est-à-dire il est possible de représenter des séquences se déroulant en même temps :



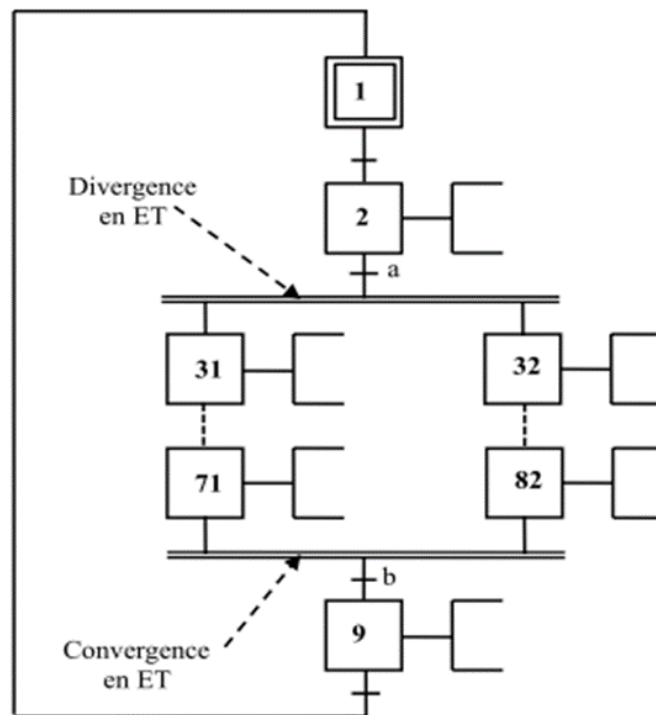


Figure 28. Exemple d'une boucle ET dans le langage GRAFCET

Si l'étape 2 est active et si la réceptivité a est vraie, les étapes 31 et 32 s'activent simultanément et l'étape 2 est désactivée. À partir de ce moment, les séquences 31 à 71 et 32 à 82 se déroulent indépendamment l'une de l'autre. Pour activer l'étape 9, il faudra que les étapes 71 et 82 soient actives et que la réceptivité b soit vraie. L'activation de l'étape 9 provoque la désactivation des étapes 71 et 82.

### 2.9.2 Les langages littéraux

On désigne ainsi un ensemble de langages dont les instructions s'écrivent sous la forme littérale.

- Langages booléens : Ils permettent de transcrire des équations booléennes directement sous forme de texte.
- Les langages mnémoniques : Ils utilisent le formalisme des langages d'assemblage, largement répandus dans le domaine informatique.
- Langage informatique : (par exemple : PASCAL, FORTRAN...).



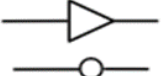
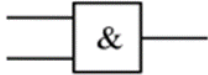

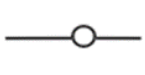
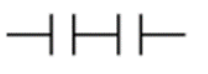


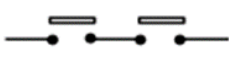

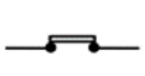
### 2.9.3 Extension des langages aux besoins des API

Les langages précédents, graphique ou littéraux, ne permettent généralement pas de mettre en œuvre, sous la forme qui vient d'être exposée, tous les outils de l'A.P.I. les langages sont donc complétés de façon à utiliser simplement toutes les fonctions de l'A.P.I. (tel que : les compteurs, les temporisateurs...).

### 2.10 Le langage de base des API

Il s'agit du « vocabulaire » et de la « grammaire » qui permettent au programmeur de s'adresser à l'A.P.I. pour lui faire exécuter des fonctions. Pour les instructions logiques, les

opérations logiques de base doivent permettre d'exprimer les trois opérations booléennes élémentaire : ET, OU, Complément. En effet, ces opérateurs permettent de résoudre l'ensemble des problèmes de logique. La **figure 29** indique les différentes conventions retenues pour les représenter. [13]

Opérateur booléen	ET	OU	PAS, NON, Complément
Langage Mathématique	Intersection	Union	Complément
Symbolique mathématique	$\cap, \wedge$	$\cup, \vee$	$\bar{a}, /a$
Symbolique booléen	$\cdot$	$+$	$\bar{a}, /a$
Symbolique logique norme CEI			
Convention française norme NFC 95821-95832			
Convention américaine norme NEMA			
Convention française (relais) norme NFC 46255			

**Figure 29.** Tableau de représentation des opérateurs booléens

Il y a aussi d'autre instruction dans le langage de base comme :

- Les identificateurs.
- Les instructions d'affectation et d'initialisation.
- Les instructions d'entrée/sortie.
- Les instructions de gestion du cycle.

## 2.11 Extensions du langage de base

C'est pour mettre en œuvre tous les outils de l'A.P.I. tels que : [13]

- Les temporisateurs.
- Les compteurs.
- Auto-maintiens, relais à accrochage.
- Répétition, indexation.

## 2.12 Le langage séquentiel des API

Mis à part les compteurs, les temporisateurs, quelques A.P.I. offrent des opérations typiquement séquentielles : [13]

- La fonction PAS à PAS.
- Le registre à décalage.
- Les piles.
- Bibliothèque de fonction.

## 3 Conclusion

L'automate est un bon produit, facile à programmer, à connecter, adapté aux conditions industrielles. L'expansion considérable de ses possibilités, et celle corrélative de son marché, le prouvent. Il ne faut pas vouloir en faire une solution miracle. Dans tous les cas :

- Une bonne analyse du problème à résoudre.
- Le respect des règles d'installation.
- Un léger sur dimensionnement pour préserver des marges de modification.

Sont les conditions d'une implantation réussie, dont la durée de vie dépassera largement celles

Habituelles dans le monde informatique, dont l'API est pour partie issu.

La plupart des grands fabricants d'automates programmables fournissent les logiciels de configuration et de programmation des langages SFC, LD, FBD, ST et IL.

Le choix de la langue est basé sur la complexité de l'application et de la tâche de commande.

Il est préférable d'utiliser des langages graphiques (SFC, LD et FBD) pour réaliser

Programme de commande séquentielle. SFC est une implémentations directe de GRAFCET

De commande, les langages LD et FBD sont destinés aux opérations combinées au niveau du bit ou mot.

Les langages textuels sont bien meilleurs pour gérer les variables continu ou analogique et pour la commande des systèmes continus. Les programmes en « IL » sont un peu fastidieux à mettre en œuvre, mais connaît une optimisation optimale pour le temps de traitement et l'occupation de la mémoire. ST est une langue exceptionnelle, Il est très utile pour les utilisateurs qui comprennent les langages de haut niveau (comme PASCAL).

# CHAPITRE 3 : Description du matériel

## 1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons le cahier des charges, les outils techniques utilisés ainsi qu'une étude de cas.

## 2 Cahier de charge

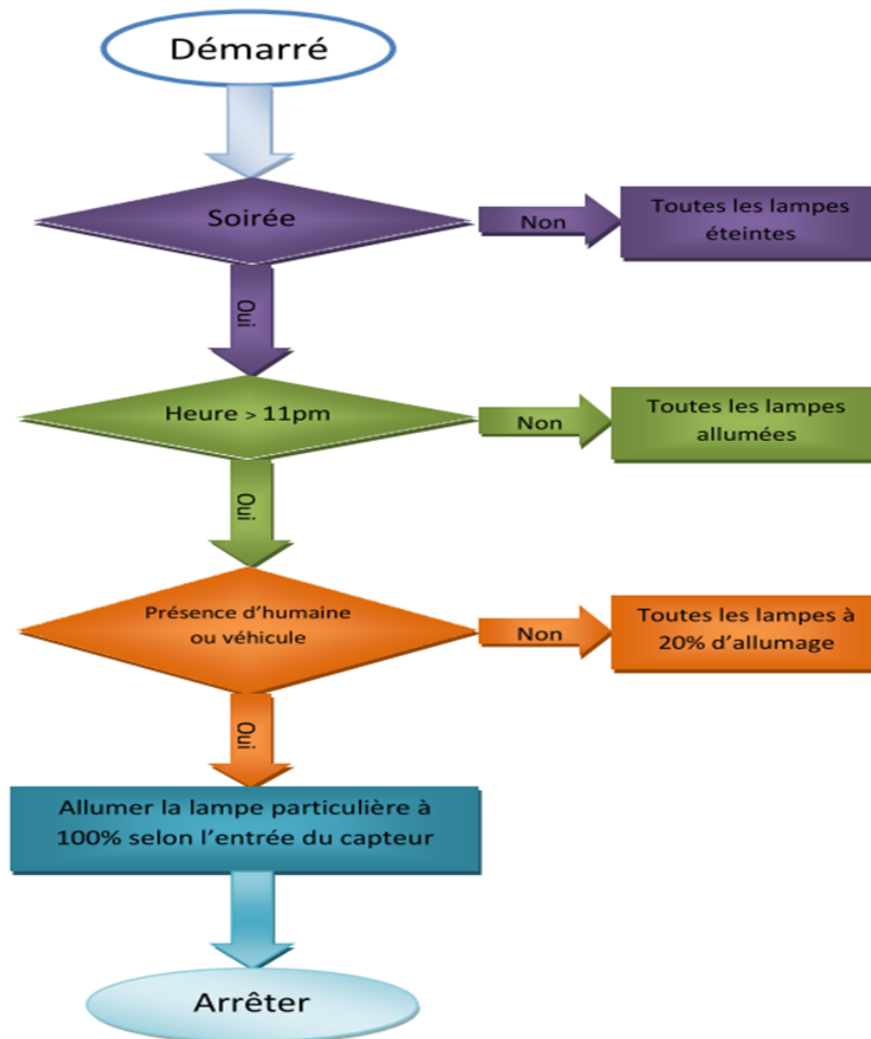


Figure 30. Schéma du cahier de charge

Au début, le capteur de lumière détectera la condition, que ce soit le jour ou la nuit.

C'est à l'heure du soir que le capteur de lumière donnera une sortie et les lumières s'allumeront.

Les lumières seront allumées en continuité jusqu'à 23h car il y a moins de personnes présentes après 23h les lampes ne sont pas nécessaires ON en permanence. Donc à partir de 23h la lumière s'allumera en utilisant un l'automate.

Lorsque le système AUTO est allumé, toutes les lampes seront d'abord à 20% d'allumage, les lampes ont 2 entré une entré relié à un relais avec un potentiomètre réglé pour que la lampe s'allume a 20% et une autre entré parallèle reliev à un relais et réglé pour que la lampe s'allume a 100%, Chaque fois qu'une personne se trouve à portée du capteur, Le capteur détectera l'humain et donnera une sortie à l'automate.

Lorsque l'automate reçoit une entrée de capteur, il la traite et envoie une à la lampe liée à cette sortie pour qu'elle soit allumé a 100%, la lampe s'allumera pendant un certain temps Cette durée peut être calculée à partir du temps nécessaire à une personne moyenne pour atteindre à la seconde lumière. Lorsque la personne atteint la deuxième lumière, le processus ci-dessus se reproduira et se répétera. Ce processus continu Toute la nuit jusqu'au matin. Lorsque le jour se lève, le capteur de lumière le détecte et tout le système est éteint.

### 3 Les sections principales de cette méthode

Il y a 3 sections principales :

- Section d'entrée .
- Section de control.
- Section de sortie.

#### 3.1 Section d'entée

La section d'entrée se compose de capteurs (de lumière et de mouvement) et de dispositifs de commutation. Nous utilisons un capteur de de lumière LDR qui est connecté à la section d'entrée de l'API pour la détection du jour/nuit. Et un capteur infrarouge de proximité PIR qui génère un signal de commande à l'API dans les conditions où le mouvement est détecté. Mouvement tel que véhicule en mouvement ou tout corps humain. Ces capteurs peuvent être utilisés à divers endroits tels que poteau, porte de maison, entrée d'immeuble etc.

##### 3.1.1 Capteur de lumière (LDR)



Figure 31. Module capteur de lumière LDR

Une photo-résistance est un composant électronique dont la résistivité dépend de la quantité de lumière incidente. Il peut également être appelé résistance photo-dépendante (Light-dependent resistor LDR) ou cellule photo-conductrice. [1];[3]

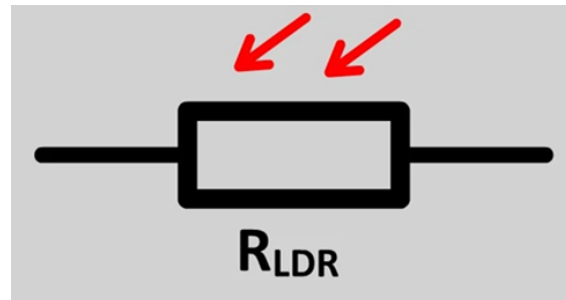


Figure 32. Symbole électrique d'une photo-résistance

Ce composant est principalement utilisé pour détecter la présence ou l'absence de lumière, et la quantification du flux est possible, mais elle est moins utilisée. La figure 3-3 montre le symbole d'une photo-résistance utilisée dans de nombreux circuits électrique. [1];[3]

### Principe de fonctionnement

Les photo-résistances sont composées de semi-conducteurs homogène polycristallins ou monocristallin, intrinsèque (purs) ou extrinsèques (dopés) à haute résistivité. Si la fréquence de la lumière incidente est suffisamment élevée, les photons absorbés par le semi-conducteur donneront aux électrons liés suffisamment d'énergie pour entrer dans la bande de conduction, c'est-à-dire les électrons libres (et leurs trous d'électrons), de sorte que la diminution résultante de la résistance de la phrase incidente a une fréquence suffisamment élevée pour que les photons soient absorbés par le semi-conducteur. [14]

### Application

Les photo-résistances sont principalement utilisées pour détecter les différences de flux, plutôt que pour mesurer avec précision le niveau de flux reçu (comme les impulsions lumineuses, les changements d'éclairage). La mesure photo-métrique nécessite une détermination précise et un débit stable. Cependant, le type de rayonnement détecté dépendra du type de semi-conducteur utilisé dans la photo-résistance ; par exemple, les photo-résistances CdSe (séléniure de cadmium) peuvent détecter le rayonnement proche de l'infrarouge. Les utilisations de ce type de détecteur sont très diverses.

- Le récepteur infrarouge peut réaliser une communication sans contact entre deux appareils. L'un des appareils est équipé d'un radiateur infrarouge et l'autre d'une photo-résistance.
- L'allumage des lumières lorsque la luminosité diminue (éclairage public ou domestique).
- La mesure de la luminosité extérieure dans les appareils photographiques ou les ordinateurs.

Par conséquent, l'application de ce composant dans l'industrie et les ménages est très diversifiée, car il est économique et abordable, et il représente un bon rapport qualité pour les fabricants qui souhaitent les intégrer au système.

## Les avantages

- Faible coût.
- Facilité de mise en œuvre.
- Sensibilité élevée.
- Larges gammes spectrales.
- Rapport de transfert statique.

### 3.1.2 Capteur infrarouge



**Figure 33.** Capteur infrarouge

Les capteurs infrarouges (PIR) (**figure 33**) sont fréquemment utilisés dans la vie quotidienne. Ils constituent un élément clé de la détection de mouvement et peuvent être utilisés pour les systèmes de sécurité, les portes automatiques ou l'éclairage automatique. Une application commune est la détection humaine. Par exemple, lorsque quelqu'un est détecté dans une zone spécifiée, ces capteurs peuvent être utilisés pour déclencher une alarme ou allumer l'éclairage.[1];[3]

#### Principe de fonctionnement

Les capteurs infrarouges détectent l'énergie des rayonnements sur la gamme des longueurs d'ondes qui s'échelonnent de l'ultraviolet aux infrarouges. Les technologies utilisées pour détecter la présence d'une personne, reposent essentiellement sur deux méthodes fondamentales, communément qualifiées de détection active ou passive :

**Détection active :** utilise un émetteur IR et un récepteur lequel détectera la coupure du faisceau infrarouge lors du passage de l'objet à détecter ou bien détectera les radiations réfléchies par la cible spécifique à détecter.

**Détection passive :** fait appel au rayonnement thermique naturel émis par les objets. Ce système repose sur des phénomènes d'absorption radiative directement émis par la source et ce, dans un champ de vision. Le détecteur générera un signal électrique de sortie relatif aux variations infrarouges intrinsèques de la cible. [14]

## Application

Les capteurs infrarouges actifs sont largement utilisés dans l'industrie pour détecter des obstacles, visualiser des scènes thermiques et même caractériser des défauts sous la surface des objets.

Bien que les efficacités obtenues avec les systèmes actifs aient été largement prouvées, identifiant des intersections pouvant atteindre 150 mètres, cette approche peut entraîner des complications dans certains cas, qui sont très compliquées, coûteuses et peu attrayantes. Il est préférable de choisir un système de détection passive. De plus, nous pensons qu'en termes d'installation, le système de détection « doit être adapté aux conditions de l'habitat, quelle que soit sa configuration, et non l'inverse.

## Avantages et inconvénients

### Les avantages :

- Faisceaux invisibles.
- Pas de réflexion.
- Insensibilité aux bruits.

### Les inconvénients :

- Sensibilité aux variations rapides de températures.
- Sensibilité à la présence d'animaux.

### 3.1.3 Relais



Figure 34. Relais 5V

Des relais sont également nécessaires pour connecter des appareils fonctionnant à des tensions autres que la tension de l'API. [14]

### Définition

Le relais est un interrupteur à commande électrique. De nombreux relais utilisent des électro-aimants pour actionner mécaniquement les commutateurs, mais d'autres principes de fonctionnement sont également utilisés, tels que les relais à semi-conducteurs. Les relais sont utilisés là où il est nécessaire de contrôler un circuit par un signal séparé de faible puissance, ou lorsque plusieurs circuits doivent être contrôlés par un seul signal. [14]



## Principe de fonctionnement

Le relais n'est rien d'autre qu'un interrupteur. La différence avec l'interrupteur classique est sa maniabilité. Il ne s'active pas au toucher, mais ferme le circuit sur l'ordre d'un appareil (module, sonde, etc.). Le relais est un pré-actionneur, comprenant au moins :

- Un électro-aimant (bobine + circuit ferromagnétique).
- Plateau mobile pour 1 contact variateur.
- Contact fixe.
- Ressort de rappel du contact mobile.

Lorsque la bobine est alimentée, le contact mobile se déplace pour fermer le contact électrique, lorsqu'il n'y a pas de courant dans la bobine, le ressort de rappel maintient le contact ouvert. [14]

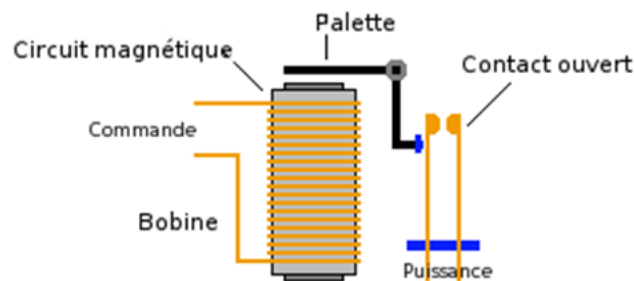


Figure 35. Schéma intérieur d'un relais électromagnétique

## 3.2 Section de contrôle

- TIMER de retard TON – Ce TIMER retarde essentiellement nécessaire pour l'heure de mise en marche. En d'autres termes, après que notre capteur (entrée) s'allume, nous attendons quelque temps avant d'activer la sortie. C'est le TIMER le plus courant.
- TIMER de retard TOF et le TIMER de retard ON est opposées. Ce TIMER retarde simplement la rotation désactivée. Lorsque l'objet est détecté, un signal est généré pour allumer la lampe. Lorsque le capteur ne détecte plus la cible, nous maintenons la lampe pendant x secondes avant de l'éteindre. C'est ce qu'on appelle un TIMER de retard, il est moins courant que le TIMER de retard ON.

## 3.3 Section de sortie

Sortie générée par l'API donnée au pilote de relais qui active la bobine de relais qui, lorsqu'elle est allumée ou éteinte, la lumière Selon les signaux provient de TIMER pour un intervalle de temps particulier.

### 3.3.1 Potentiomètre

#### Définition



Figure 36. Potentiomètre 10KOhm

Également connu sous le nom de «résistance variable» et parfois de rhéostat. Un potentiomètre peut être considéré comme une résistance dont la valeur ohmique peut être modifiée entre deux points par simple action mécanique sur un axe rotatif ou rectiligne. Il se compose d'une piste résistive où vous touchez un pointeur mobile qui peut se déplacer d'un bout à l'autre de la piste.

Les potentiomètres sont couramment utilisés dans les circuits électroniques, ils sont utilisés, par exemple, pour contrôler le volume d'une radio ou l'intensité d'une lampe. Les potentiomètres peuvent également être utilisés comme transducteurs car ils convertissent la position en tension. Ce type de dispositif se retrouve dans les joysticks.

### Principe de fonctionnement

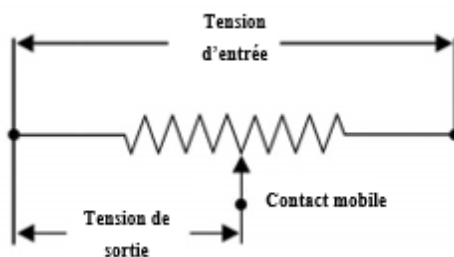


Figure 37. Schéma de fonctionnement d'un potentiomètre

Dans un potentiomètre, la tension d'entrée est appliquée sur toute la longueur de la résistance, et la tension de sortie est la chute de tension entre le contact fixe et le contact mobile. Cela signifie que, contrairement aux rhéostats, où un fil fixe et un fil coulissant sont connectés au circuit, les deux extrémités fixes de la résistance du potentiomètre sont connectées aux fils d'alimentation. Pour régler la tension de sortie, le contact mobile se déplace à travers une résistance.

### 3.3.2 Lampe LED



Figure 38. Lampe LED 24V

La lampe électroluminescente dite lampe LED (Light-Emitting-Diode), est un type de lampe électrique qui utilise de l'électroluminescence, phénomène opto-électronique issu de la technologie des diodes électroluminescentes.

Elle est caractérisée par une très longue durée de vie, un rendement élevé, ainsi qu'une faible consommation d'Énergie comparé ou autre lampe due à la faible production de chaleur donc presque pas de perte d'Énergie, tout en ayant une efficacité lumineuse élevée.

## 4 Optimisation d'éclairage ç l'aide d'un API

### 4.1 Étude de cas

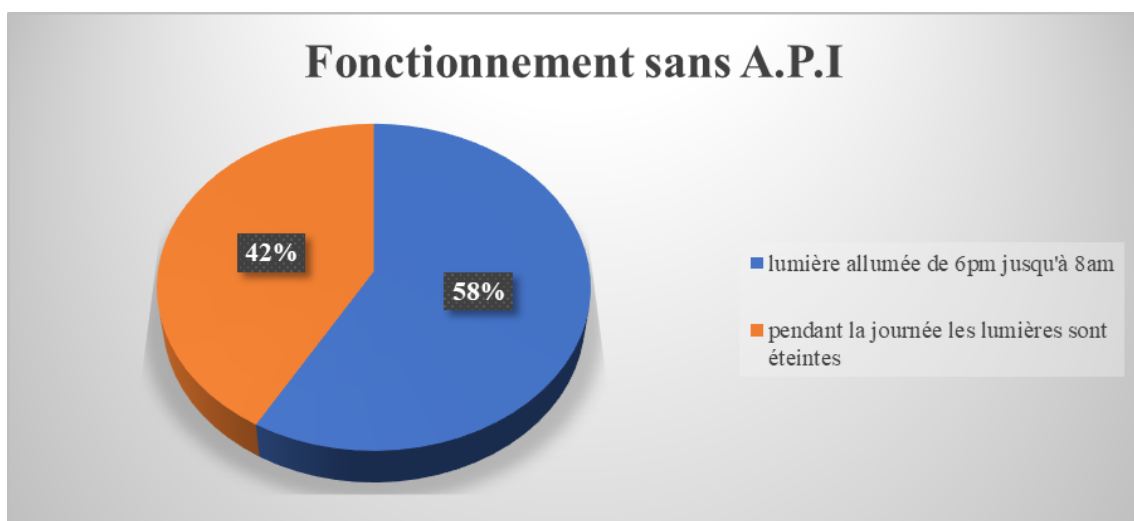
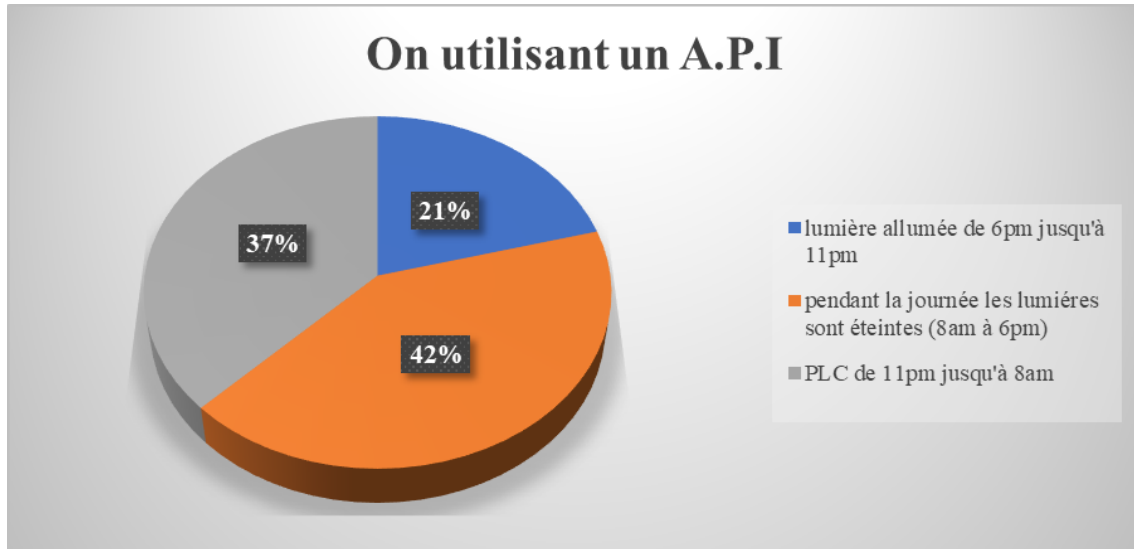


Figure 39. Fonctionnement des lampes sans API



**Figure 40.** Fonctionnement des lampes en utilisant un API

Une étude de cas sur le remplacement de 500 lampes au sodium haute pression (HPS) par des lampes LED avec un système intelligent :

Supposons 500 lampes HPS de 400w, fonctionnant de 6.00PM à 8:00AM (Le cas d'hiver) :

$$400w \times 14 \text{ heures} \times 500 \text{ lampes} = 2800kw$$

Le prix du kW on Algérie 4,472 DA

$$2800Kw \times 4,472 = 12521,6 \text{ DA}$$

12521,6 DA par jour

Supposons 500 lampes LED (180w) équivalentes des lampes HPS et en utilisant un API l'éclairage sera considéré comme un éclairage simple pendant 5h (car il y a trop de personnes du 6 PM a 11PM) et du 11PM a 8AM il va être éclairage intelligent on va assumer qu'il va être allumé pendant 3h à 100% et 6h à 20%, Donc les lampes fonctionnent à 100% (180w) pendant 8h et à 20% (36w) pendant 6h :

$$180w \times 8h \times 500 \text{ lamps} = 720kw$$

$$36w \times 6h \times 500 \text{ lamps} = 108KW$$

$$\text{Total} = 720 + 108 = 828 \text{ KW}$$

$$828 \times 4,472 = 3702,8 \text{ DA}$$

$$12521,6 \text{ DA} - 3702,8 \text{ DA} = 8818,8 \text{ DA}$$

Donc on peut économiser 8818,8 DA par jour

3236499,5 DA par an (pour 500 lampes) si on utilise des lampes LED et l'éclairage intelligent.

## 5 Conclusion

On a vu dans ce chapitre les différents composants utilisés et une étude de cas, Grâce à l'étude de cas faite on a pu voir l'optimisation d'énergie et d'argent théoriquement.

# CHAPITRE 4 : Programmation et réalisation

## 1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons la programmation en utilisant un automate WAGO 750-841, Nous citerons les caractéristiques et les composants de cet automate ensuite présenterons la configuration des éléments. Enfin, une simulation sera présentée à l'aide du logiciel CoDeSys2.3.

## 2 Choix de l'API

Le choix des automates programmables repose sur la détermination des spécifications du système automatisé en tenant compte de nombreux critères importants :

- La puissance de traitement du processeur (vitesse, données, opération, temps réel, etc.).
- Type et nombre d'entrées/sorties.
- Le coût de l'automate.
- Le logiciel de configuration est simple et facile à utiliser.
- Qualité du service après-vente.

### 2.1 Étude technologique et économique

#### Étude technologique :

Notre installation dispose des capteurs électroniques de type binaire (TOR). L'automate WAGO 750-841 propose une grande variété d'E/S tout ou rien, qui a la particularité d'assurer la fiabilité des échanges d'informations.

#### Étude économique :

Les critères économiques sont déterminants dans le choix d'une solution. En effet, le choix de ces derniers dépend non seulement des impératifs techniques, mais aussi des différents coûts d'étude de développement et de maintenance.

La disponibilité des équipements (API) sur le marché algérien, l'existence d'une documentation, et l'expertise du personnel de l'entreprise en matière d'équipements, ont parfaitement contribué au choix de WAGO 750-841.

## 3 Automate industriel WAGO 750-841

### 3.1 Introduction

Automate ouvert-flexible-compact L'automate WAGO est programmé selon la norme IEC 61131-3, adapté à de nombreuses tâches d'automatisation, et présente tous les avantages d'un automate classique, tels que la robustesse, la stabilité, la sécurité et la disponibilité. La connexion directe avec divers modules d'E/S du WAGO-I/O-SYSTEM 750 permet de multiples applications. WAGO PLC a les performances et les fonctions d'un simple contrôleur Ethernet à un puissant PC industriel (I/O-IPC), qui peut fournir une taille de mémoire et un temps d'exécution...

Nous avons utilisé WAGO 750-841 dans ce projet. [15]

### 3.2 Présentation du CPU

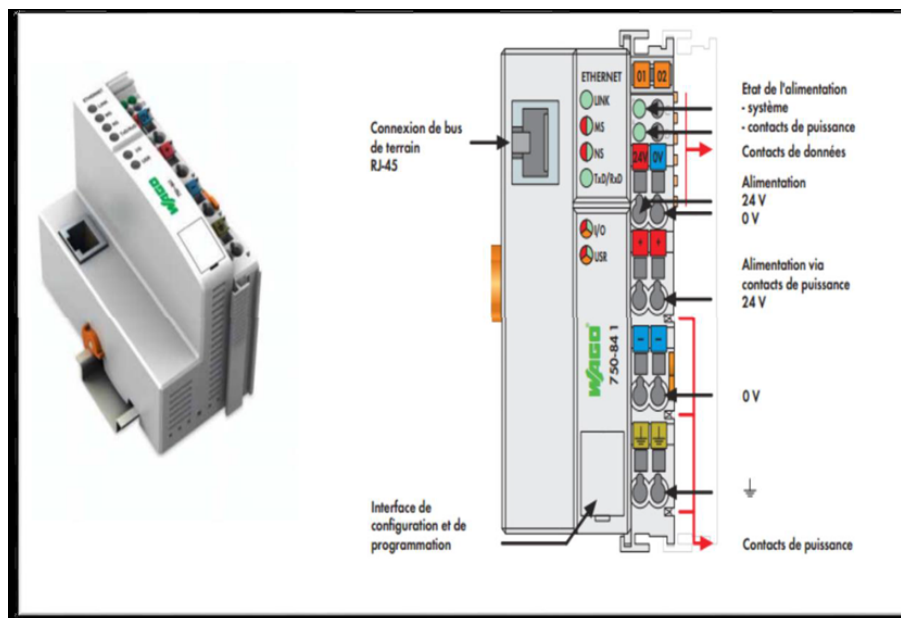


Figure 41. CPU du WAGO 750-841

Ce contrôleur permet de connecter le module WAGO-I / O-SYSTEM au réseau ETHERNET.

Le contrôleur reconnaît automatiquement toutes les bornes d'E/S et crée une table image correspondant aux E/S. Le bornier peut-être composé de modules analogiques.

(Échange de données mot- Word) Et des modules numériques (échange de données au niveau du bit). Il prend en charge des vitesses de transmission de 10 Mbits/s et 100 Mbits/s, et peut être programmé conformément à la norme IEC 61131-3. Il a 512 Ko de mémoire de programme, 256 Ko de mémoire de données et 24 Ko de mémoire de sauvegarde. Il est multitâche, dispose d'une horloge de sauvegarde en temps réel et est basé sur un processeur 32 bits.

L'API prend en charge une série de protocoles (MODBUS TCP, ETHERNET IP) pour l'échange de données de commande et de contrôle. [15]

Nombre de contrôleurs connectés au réseau	Limité par la spécification ETHERNET
Moyen de transmission	Paire de conducteurs torsadés S-UTP 100 $\Omega$ Cat 5
Connexion au bus	RJ 45
Longueur max. du segment de bus	100 m entre le nœud de réseau et le 750-841, Longueur max du réseau limité par spécifications ETHERNET
Vitesse de transmission	10 /100 Mbits /s
Programmation	CoDeSysV 2.3
CEI 61131-3	IL, LD, FDB, ST, SFC, GRAFCET

**Tableau 1.** Données du système

Nombre de bornes d'E/S	64
Variables d'entrées max	512 bytes
Variables de sorties max	512 bytes
Possibilité de configuration	Par PC
Mémoire programme	512 bytes
Mémoire de données	256 bytes
Mémoire sauvegardée	24 Kbytes (16 kbytesretain, 8 kbytesdrapeau)
Alimentation	DC 24 V (- 25 % ... + 30 %)
Courant d'entrée max	500 mA avec 24 V
Rendement du bloc d'alimentation	87 %
Consommation interne de courant	300 mA avec 5 V
Courant total pour bornes de bus	1700 mA avec 5 V
Séparation galvanique	500 V (système /alimentation)
Tension sur contacts de puissance	DC 24 V (- 25 % ... +30 %)
Courant max sur contacts de puissance	DC 10 A

**Tableau 2.** Données techniques

Température de fonctionnement	0 °C ... +55 °C
Type de connexion	CAGE CLAMP®
Sections	0,08 mm <sup>2</sup> ... 2,5 mm <sup>2</sup> , AWG 28 ... 14
Longueurs de dénudage	8 ... 9 mm / 0.33 in
Dimensions (mm) La x H x Prof.	51 x 65 x 100 (Hauteur à partir du niveau supérieur du rail)
Poids	184 g
Température de stockage	-25 °C ... +85 °C
Humidité relative	95 % sans condensation

**Tableau 3.** Données technique générales

## 4 CoDeSys

Le programme de commande déployé dans l'automate doit être écrit sur le logiciel CoDeSys. [16]

## 4.1 Définition de CoDeSys

CoDeSys est un environnement de développement complet destiné à votre automate (CoDeSys signifie : Controller Development System).

CoDeSys permet aux programmeurs d'automates d'utiliser facilement de puissants outils de langage CEI. L'utilisation des fonctions d'édition et de débogage s'inspire de l'environnement de développement complexe des langages de programmation de haut niveau (tels que Visual C++).

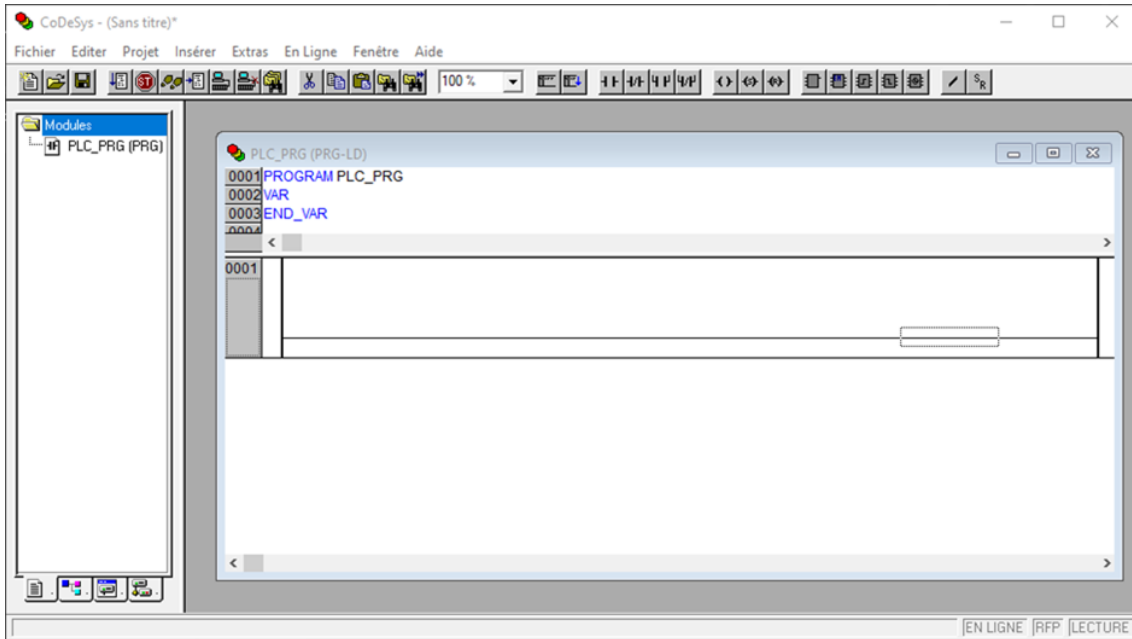


Figure 42. Fenêtre du programme

### 4.1.1 La norme CEI

CEI 661131-3 est une norme internationale pour le langage de programmation des automates programmables.

Les langages de programmation mis en œuvre dans le cadre de CoDeSys sont conformes aux exigences de cette norme.

Selon la norme, le programme comprend les éléments suivants : [16]

- Structures.
- Modules.
- Variables globales.

### 4.1.2 La structure d'un projet

Un projet est enregistré dans un fichier portant le même nom que le projet. Le premier module à créer dans le projet est automatiquement nommé PLC\_PRG. C'est le point de départ de l'exécution (correspondant à la fonction ``main" du programme C), situé à D'autres blocs (programmes, blocs fonction et fonctions) peuvent être appelés à partir de celui-ci.



L'exécution du projet peut être contrôlée non seulement par le programme spécial PLC\_PRG, mais également par le gestionnaire de tâches. [16]

### 4.1.3 La réalisation d'un projet

Il faut d'abord configurer l'automate afin de pouvoir vérifier l'exactitude des adresses utilisées dans le projet.

Ensuite, nous pouvons créer les blocs nécessaires à notre projet.

Enfin, nous pouvons programmer les blocs dont nous avons besoin dans le langage que nous voulons.

Après avoir terminé la programmation, nous pouvons compiler le projet et supprimer les erreurs indiquées (le cas échéant). [16]

### 4.1.4 Composantes d'un projet

Le projet contient tous les objets liés au programme d'automatisation. Le projet est stocké dans un fichier avec le nom de projet spécifié. Un projet se compose des objets suivants : [16]

A) Module : Les fonctions, blocs fonctionnels et programmes sont des modules qui peuvent être complétés par des actions. Chaque module se compose d'une partie déclaration et d'un corps. Le corps principal est écrit dans l'un des langages de programmation CEI, à savoir IL, ST, SFC, FBD LD ou CFC.

CoDeSys prend en charge tous les modules standards CEI. Pour utiliser ces modules dans votre projet, vous devez intégrer la bibliothèque standard.lib dans votre projet.

B) Fonction : Une fonction est un module. Son exécution produit un seul élément de données (elle peut être constituée de plusieurs éléments, tels que des champs ou des structures). Et qui peut apparaître sous forme d'opérateurs dans des expressions, s'il est appelé dans des langages littéraux.

C) Bloc fonctionnel : Un bloc fonction est un module dont l'exécution produira une ou plusieurs valeurs. Contrairement aux fonctions, les blocs fonctionnels ne produisent pas de valeurs de renvoyée. La déclaration du bloc fonction commence par le mot clé `FUNCTION_BLOCK` et se termine par le mot clé `END_FUNCTION_BLOCK`.

D) Instance de blocs fonctionnels : On peut créer une copie d'un bloc fonction, appelée instance (copie). Chaque instance a son propre identifiant (nom d'instance) et une structure de données qui contient les entrées, les sorties et les variables internes liées à l'instance. L'instance est déclarée comme les variable locale ou globale, et le nom du bloc fonction est utilisé comme type d'identifiant.

E) Appel d'un bloc fonctionnel : Nous pouvons accéder aux variables d'entrée et de sortie d'un bloc fonction à partir d'un autre module en créant une instance du bloc fonction et en spécifiant les variables requises.

- F) Programme : Un programme est un module qui produit une ou plusieurs valeurs lors de son exécution. Ces procédures sont largement connues tout au long du projet. Toutes les valeurs sont conservées entre deux exécutions consécutives du même programme.
- G) PLC\_PRG : PLC\_PRG est un module prédéfini spécial. Chaque projet doit inclure ce programme spécifique. Ce module n'est appelé qu'une fois par cycle de régulation. Lorsque vous exécutez "Projet" et "Insérer objet" pour la première fois après avoir créé un nouveau projet, la pré-affectation dans la boîte de dialogue du module est un module nommé PLC\_PRG de type programme.
- H) Action : Vous pouvez définir des actions liées aux blocs fonctionnels et aux programmes. L'action est une implémentations supplémentaire, et elle peut même être créée dans un langage différent de l'implémentations "normale". Chaque action est désignée par un nom.
- I) Ressource : Nous avons besoin de ressources pour configurer et organiser notre projet et pour suivre l'évolution des valeurs des variables.
- J) Bibliothèques : Dans notre projet, nous pouvons intégrer une série de bibliothèques comme des éléments définis directement dans le projet, et utiliser les modules, types de données et variables globales correspondants.
- K) Types de données : En plus des types de données standard, les utilisateurs peuvent également définir leurs propres types de données. Vous pouvez créer des structures, des types énumérés et des références.

## 4.2 Programmation

- On démarre logiciel CoDeSys V2.3.
- On clique sur Nouveau en haut à gauche après on sélectionne WAGO 750-841... [FW12-...].

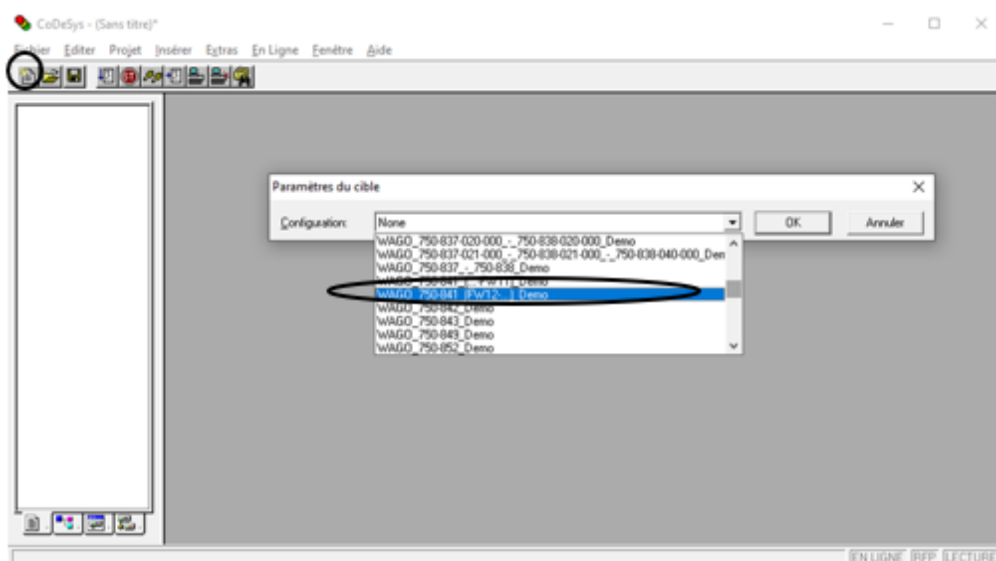
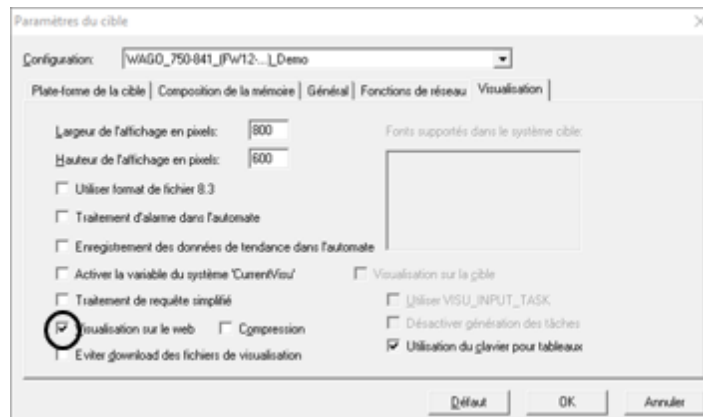


Figure 43. Sélectionner l'automate

Une nouvelle fenêtre apparaît et on coche la visualisation sur le web.



**Figure 44.** Activé la visualisation sur le Wab

La fenêtre suivante apparaît :

Le programme principal doit s'appeler PLC\_PRG. S'il n'y a pas de PLC\_PRG dans le projet, un message d'erreur apparaîtra lors de la compilation

3 types de modules

6 langages de programmation différents. Cette diversité permet à l'utilisateur de choisir le langage approprié à son besoin.

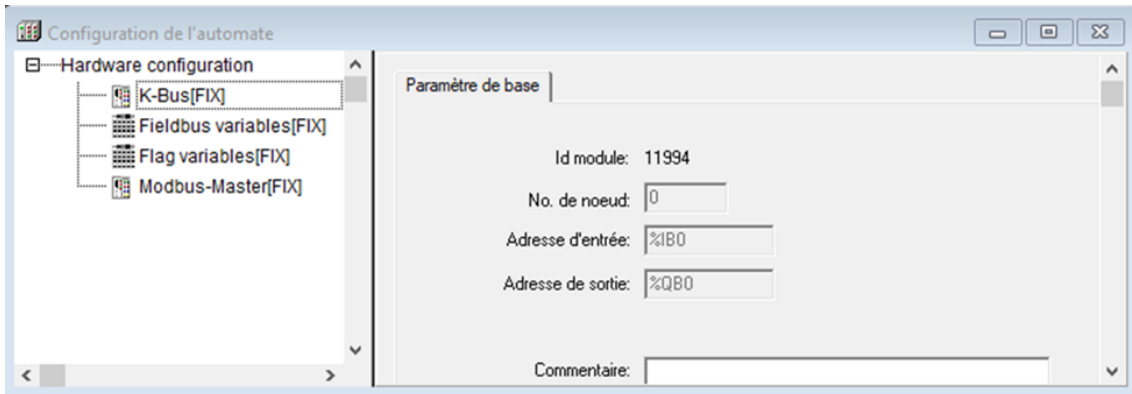
- IL : *Instruction List Ladder*
- LD : *Diagram Function Block*
- FBD: *Diagram Séquencial*
- SFC : *Function Chart*
- ST : *Structural Text*
- CFC : *Continuous nction Chart*

**Figure 45.** Choix du langage et du type du programme

#### 4.2.1 La configuration matérielle sous CoDeSys

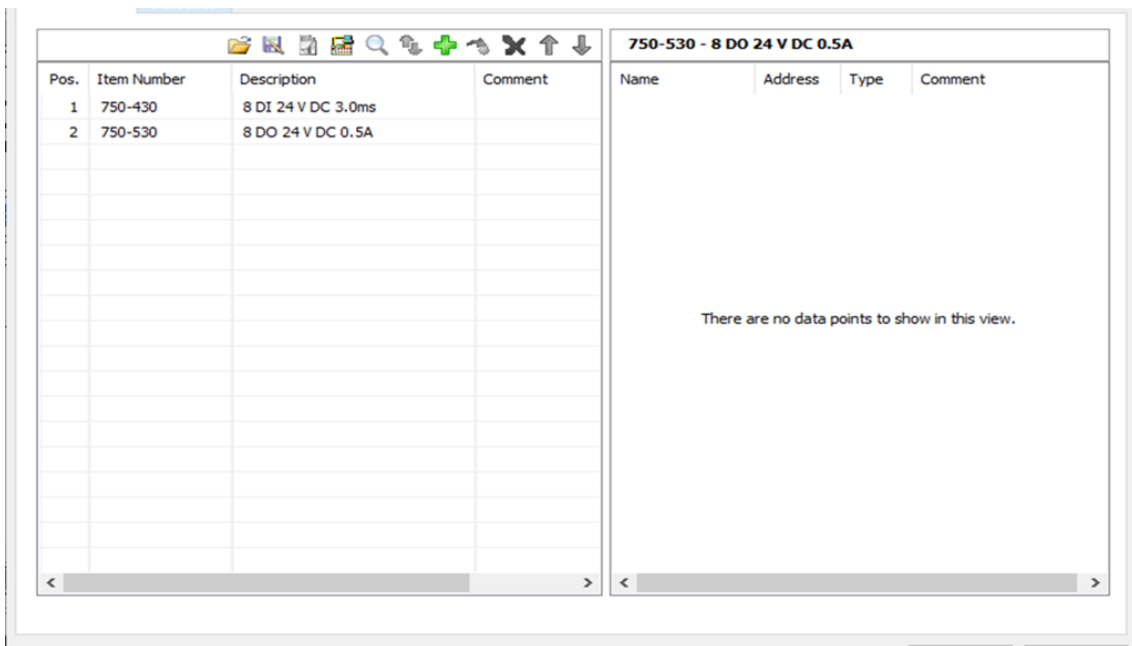
On clique sur **Ressources** et **configuration de l'automate**.

On clic droit sur **K-Bus** et sélectionner **Éditer**.



**Figure 46.** Configuration du matériel de l'automate

On sélectionne successivement toutes les références des bornes physiquement présentent sur le bornier en cliquant sur chaque référence et ensuite sur le bouton **Insert**.



**Figure 47.** Ajouter module entré / sortie

#### 4.2.2 Résumé du cahier de charge

- Un interrupteur AUTO/MANU pour changer le mode de fonctionnement.
- Bouton d'arrêt d'urgence en cas de problème.

### En mode AUTO :

- Allumage des lampes à 100% en absence de lumière avec un capteur de lumière.
- Les lampes s'allument à 20% après 23h.
- Après 23h allumage des lampes à 100% au passage d'une voiture ou d'une personne après détecteur avec un capteur de mouvement PIR.
- En présence de lumière du jour toutes les lampes éteintes.

### En mode MANU :

- Allumage des lampes avec un bouton poussoir.

## 4.2.3 Programme LADDER

Ajouter une entrée ou une sortie et les déclarer.

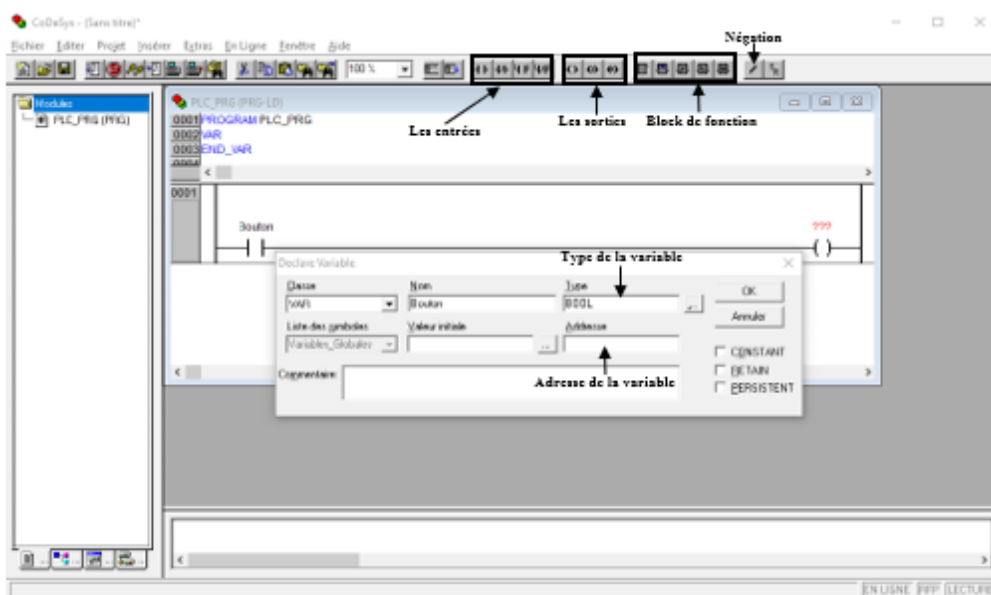


Figure 48. Déclaration des variables

D'abord, en cliquant sur l'un des entrées (Normalement ouvert ou Normalement fermé et Série ou bien parallèle) ou la sortie.

Après en citent le nom de la variable et sa type et adresse.

La liste des variables de notre projet :

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003     Arret_Urg AT %IX0.0: BOOL;
0004     Bouton_Auto AT %IX0.1: BOOL;
0005     Sys_Auto: BOOL;
0006     Sys_Manu: BOOL;
0007     Capt_Lum AT %IX0.2: BOOL;
0008     Timer_1: TP;
0009     T1: TIME;
0010     Relai_1 AT %QX0.0: BOOL;
0011     Timer_2: TON;
0012     T2: TIME;
0013     Capt_Mouv AT %IX0.3: BOOL;
0014     Timer_3: TOF;
0015     T3: TIME;
0016     Bouton_Manu AT %IX0.4: BOOL;
0017     Relai_2 AT %QX0.1: BOOL;
0018     Voyant_1 AT %QX0.2: BOOL;
0019     Voyant_2 AT %QX0.3: BOOL;
0020     Voyant_3 AT %QX0.4: BOOL;
0021     Voyant_4 AT %QX0.5: BOOL;
0022 END_VAR
0023

```

Figure 49. Liste des variables de notre projet

Notre programme :

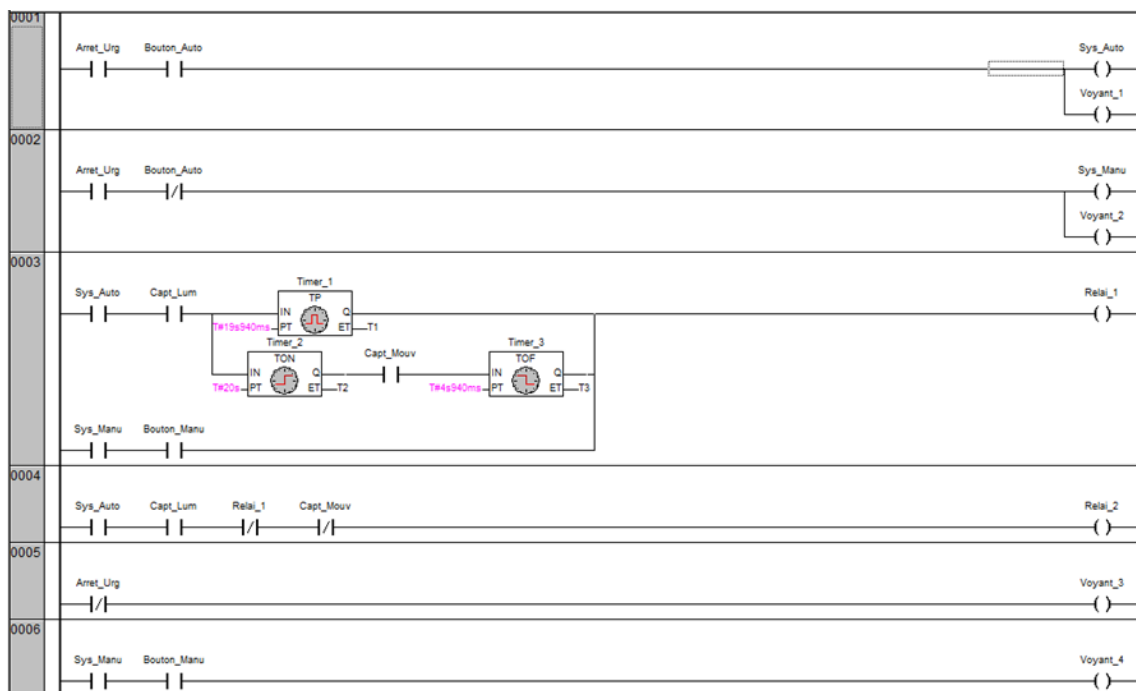
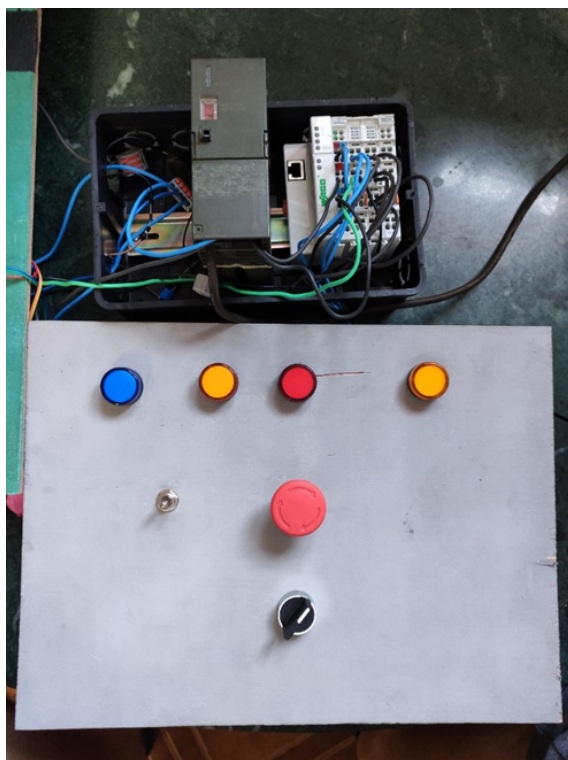
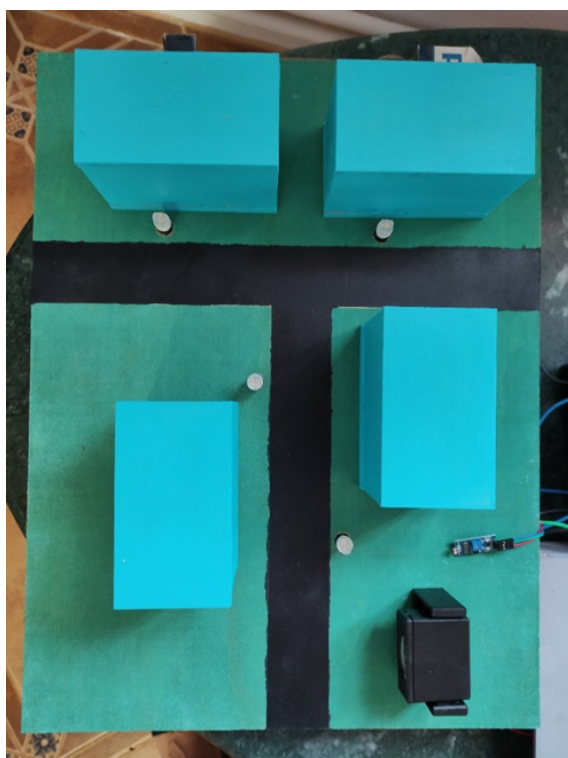


Figure 50. Réseaux de notre projet

Maquette de notre projet :



**Figure 51.** Tableau de commande



**Figure 52.** Maquette d'une cité

## **5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté le logiciel de configuration et de programmation CoDeSys, les étapes de création du notre programme réalisé, la simulation de validation des différents sous-systèmes utilisés dans notre réalisation.



# Conclusion générale

Grâce à l'automatisme la réalisation des smart cités peut être effectuée à l'aide d'un API dont le smart Lightning des cités qui a été le thème de notre projet.

Dans ce projet nous avons utilisé l'automate WAGO 750-841, avec un module d'entrée 750-430 et un module de sortie 750-530. Pour réaliser une maquette qui représente une cité contrôlée par l'automate.

Compte tenu des objectifs définis au début de ce mémoire, la première partie de notre travail a été consacrée à la recherche bibliographique sur les systèmes d'éclairage.

Partant du fait que l'API est l'élément de base pour la résolution des systèmes automatisés, la deuxième partie a été utilisée pour la mise en évidence de l'API et ces différents composants ainsi que les formes de langage utilisées dans la programmation de l'API.

Dans la troisième partie, on a présenté le cahier de charge, la description du matériel utilisé dans notre projet et le mode de fonctionnement de ces composants.

Quant à la quatrième partie, elle a été consacrée, au programme et la visualisation réalisée en utilisant le logiciel CoDeSys v2.3, ce logiciel nous permet d'accéder à l'automate et de contrôler et connaître l'état de chaque entrée /sortie.

On a choisi de travailler avec un API et pas un Arduino dans le but de maîtriser langage de programmation et être familier avec ce langage pour le futur, et même pour la continuité de ce projet et l'améliorer grâce à l'API on peut ajouter l'auto arrosage et l'auto détection des pannes des lampes et système de détection d'incendie qui prévient la protection civile en cas d'incendie dans un immeuble et ajouté des panneaux d'affichage de température et d'humidité, malheureusement on n'a pas pu réaliser toutes ces idées à cause du manque de composants électroniques dans le marché à cause du covid19 et presque tous les capteurs dans le marché fonctionnent en 5 volts mais notre module d'entrée de l'automate ne lit que 24 volts pour cela nous avons ajouté un relais (5v-24v) pour que l'automate lise les capteurs de 5v.

Le travail réalisé a été pour nous une très bonne expérience enrichissante et très intéressante. Il nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances théoriques d'actualité technologique du domaine de la domotique et d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques en électronique et en automatisme.

# Bibliographie

- [1] : MAHALAINE Nourelhouda, [juin 2018], « Étude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques, mémoire de fin d'étude pour master », Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi.
- [2] : LOUCIF Oussama, SEDDIKI Oualid, [2018/2019], « Étude, conception et réalisation d'un contrôleur de charge MLI pour un système PV d'éclairage extérieur, mémoire de fin d'étude pour master », Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira.
- [3] : SMAIL Soufiane, TERGHINI Ouarda, [2012/2013], « Commande de l'éclairage public et mesure de la température à base de PIC 18F4550, mémoire de fin d'étude pour master », Université Mohamed Khider, Biskra.
- [4] : SARTAK Ramdane, IDDA Boubekur, [2017/2018], « Étude et simulation d'un dispositif de commande d'éclairage public, mémoire de fin d'étude pour master », Université Ahmed Draïa, Adrar.
- [5] : Mallikarjun G. Hudedmani, [July 2017], « Programmable Logic Controller (PLC) in Automation ».
- [6] : H. Lecocq, [2005], « automates programmables ; caractéristiques et méthodologie de programmation ».
- [7] : A. SIMON, [1991], « Automate Programmable Industriel, Niveau 1 », Edition L'ELAN.
- [8] : [Mai 2002], « SIMATIC S7 », Tome 1 ; tome 3, MESCO Agent et distributions SIEMENS édition.
- [9] : Alain GONZAGA, « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS ».
- [10] : L. Bergougnoux, [2004/2005], « A.P.I. AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », Polythèque Marseille.
- [11] : W. Bolton, [2010], « Les automates programmables industriels », Edition Dunod.
- [12] : MICHEL BERTRAND, « Automate programmable industrielle », École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers ENSAM, Centre d'Enseignement et de Recherche de Lille.
- [13] : G. MICHEL, [1988], « Les A.P.I. Architecture et applications des automates programmables Industriels ».
- [14] : BENSENOUCI Mohamed Farés ; ALLOUNE Oussama, [2019/2020], « La réalisation d'une domotique en utilisant WAG », Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, Oran.
- [15] : Modular I/O-System ETHERNET TCP/IP 750-841:Technical description, installation and configuration.
- [16] : Manuel de développement de programmes pour automates programmables avec CoDeSys 2.3.