



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم والعلمي 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 و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en Instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

Thème

**Gestion de l'éclairage intérieur d'une habitation par un
automate programmable**

Présenté et soutenu publiquement par :

Nom : Salhi

Prénom : Ameer

Nom : Senigueur

Prénom : Mohamed Lamine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Sadek Reguieg Ysaad	MAA	IMSI-UNIV ORAN2	Président
Tari nouria	MAA	IMSI-UNIV ORAN2	Encadreur
Nekrouf Djilali	MAA	IMSI-UNIV ORAN2	Examinateur

Juin 2017

TABLE DES MATIERES

Remerciement

Dédicace

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale 1

Chapitre I : Cahier des charges.

I.1.Introduction..... 3

I.2.Définition du projet..... 3

I.3.Objectif 3

I.4.Contexte du projet..... 3

I.5.Conclusion 4

Chapitre II : Généralité sur l'éclairage électrique.

II.1.Introduction 3

II.2.Principaux montages de l'éclairage..... 5

II.2.1.le montage simple allumage..... 5

II.2.2.Le montage double allumage avec le commutateur n°5 6

II.2.2.1.Fonctionnement..... 6

II.2.3.Le montage double allumage avec le commutateur n°6 7

II.2.3.1.Fonctionnement..... 8

II.2.4.Le montage d'allumage va et vient..... 8

II.2.4.1.Fonctionnement..... 8

II.2.5.Télérupteur 9

TABLE DES MATIERES

II.2.5.1.Principe de fonctionnement.....	9
II.2.5.2.Le montage d'allumage avec télérupteur	10
II.2.6.Minuterie.....	11
II.2.7.Les schémas de signalisation	12
II.2.8.Principe de fonctionnement d'un détecteur de lumière	13
II.2.9.Principe de fonctionnement des cellules photoélectriques	13
II.2.10.Principe de fonctionnement d'un détecteur de présence.....	14
II.3.Conclusion	14

Chapitre III : les sources de la lumière.

III.1.Introduction	15
III.2.Choix de type de lampes	15
III.2.1.Lampes à incandescence.....	15
III.2.1.1.Lampes à incandescence standard	15
III.2.1.2.Les lampes halogène	16
III.2.2.Les lampes à décharge	17
III.2.2.1.Les lampes aux halogénures métalliques.....	17
III.2.2.2.Les lampes au sodium haut pression.....	18
III.2.2.3.Les lampes au sodium basse pression.....	18
III.2.2.4.Les lampes au mercure haute pression.....	18
III.2.2.5.Les lampe à induction	19
III.2.3.Lampes fluorescentes.....	20
III.2.4.Les lampes LED	21
III.3.Comparaison de différentes lampes	21
III.4.Les modes d'éclairage	23
III.4.1.Eclairage direct	23
III.4.2.Eclairage semi direct.....	23
III.4.3.Eclairage mixte (éclairage direct-indirect)	24
III.4.4.Eclairage indirect	24

TABLE DES MATIERES

III.5. Quelques définitions utilisées en éclairage	24
III.5.1. L'utilance	24
III.5.2. La photométrie.....	25
III.5.3. L'intensité lumineuse.....	25
III.5.4. Le flux lumineux	25
III.5.5. L'éclairement.....	26
III.5.6. La luminance	26
III.5.7. L'efficacité lumineuse.....	26
III.5.8. Contraste.....	27
III.5.9. Relation entre luminance et éclairement.....	27
III.6. Mesures photométriques	28
III.6.1. Luxmètre.....	28
III.6.2. Luminancemètre	30
III.7. Principes fondamentaux de l'éclairage	30
III.8. Normes et réglementation	33
III.8.1. Les dispositifs de protection.....	33
III.8.2. Section des conducteurs et câbles des protections.....	36
III.8.3. Les prises de courants.....	37
III.8.4. L'éclairage	38
III.8.5. Norme pièce par pièce	39
III.8.5.1. Le séjour.....	39
III.8.5.2. La cuisine	40
III.8.5.3. la chambre	40
III.8.5.4. Sale de bain	41
III.9. Bilan énergétique.....	43
III.9.1. Energie	43
III.9.2. Etiquette énergie	43
III.9.3. Consommation énergétique d'une habitation	45
III.9.4. Le coût de la consommation pour une durée d'un trimestre pour l'habitation de 4 pièces	47
III.10. Schema électrique de l'installation.....	49
III.10.1. Nomenclature.....	51

TABLE DES MATIERES

III.10.2.Le fonctionnement du schéma.....	51
III.11.Conclusion.....	52

Chapitre IV : les automates programmables.

IV.1.Introduction.....	53
IV.2.Définition des Automates Programmables.....	53
IV.3.Structure générale des API.....	54
IV.4.Structure interne d'un automate programmable industriel (API)	54
IV.5.Description des éléments d'un API	55
IV.5.1.la mémoire	55
IV.5.2.Le processeur	56
IV.5.3.Les interfaces et les cartes d'Entrées / Sorties	56
IV.5.4.Cartes d'entrées.....	56
IV.5.5.Cartes de sorties	56
IV.5.6.L'alimentation électrique	57
IV.6.Principe et fonctionnement de l'automate programmable.....	57
IV.7.Langages de programmation des APIs.....	57
IV.8.Domains d'emploi des automates	58
IV.9.Avantages de l'API.....	58
IV.10.L'automate Zelio logique.....	59
IV.10.1.Description de l'automate Zelio logique	60
IV.10.2.Touches de commandes de la face avant du module logique.....	62
IV.10.3.Le Zelio soft	66
IV.10.4.Langages utilisés pour la programmation dans le Zelio soft.....	66
IV.10.4.1.Langage Ladder	66
IV.10.4.2.Langage FBD.....	68
IV.10.4.3.Langage SFC	70
IV.11.Le GRAFCET	72
IV.12.Conclusion	72

TABLE DES MATIERES

Chapitre V : Simulation, test et réalisation.

V.1.Introduction	73
V.2.Logiciels	75
V.2.1.Le mode création d'un projet dans le Zelio soft	75
V.2.2.Simulation du programme	77
V.2.3.Programmation par le langage Ladder.....	79
V.2.3.1.Les fonctions existantes dans la programmation en Ladder	80
V.2.3.2.Exmple de programmation EN LANGAGE A CONTACT (LADDER).....	82
V.2.4.Programmation par le langage FBD	84
V.2.4.1.Les fonctions existantes dans la programmation FBD.....	84
V.2.4.2.différentes fonctions standards disponibles avec le langage FBD	88
V.2.4.3.EXEMPLE de programmation EN LANGAGE FBD	89
V.3.Partie simulation.....	92
V.3.1.Programmation en langage Ladder	92
V.3.2.Programmation en langage FBD	93
V.3.3.Schéma électrique de l'application.....	94
V.4.Partie réalisation	95
V.4.1.Les éléments matériels.....	95
V.4.2.Déroulement de la réalisation	97
V.4.3.réalisation finale.....	98
V.5.Conclusion.....	98
Conclusion générale	99

Bibliographie.

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions vivement **Allah** le tout puissant car c'est grâce à sa volonté que nous avons réussi à terminer notre travail et d'arriver à ce point.

On remercie chaleureusement notre encadrante **Tari Nouria** qui nous a formé et accompagné avec beaucoup de patience et de pédagogie. On lui exprime toute notre gratitude de nous avoir fait bénéficier de ses compétences scientifiques, de sa disponibilité, et de son indispensable aide pour résoudre les difficultés qu'on a pu rencontrer.

On remercie l'ensemble des enseignants de l'IMSI ainsi que le personnel administratif et en particulier ceux du département de maintenance en instrumentation, qui nous ont formé et guidé durant ces cinq années de formation.

On adresse notre chaleureuse gratitude pour les enseignants du master IMI.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous les membres du jury d'avoir accepté de nous honorer de leur présence, et pour tout le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à l'évaluation de ce modeste travail.

Dédicace

Parce qu'il y a tant de choses plus faciles à décrire qu'à dire, je dédie ce projet aux deux êtres les plus chers au monde.

Ceux dont la fortune du monde ne saurait remplacer, ceux à qui je dois beaucoup :

À celle qui ma bercée mes nuits, celle qui n'a vécu que pour me voir un jour réussir, ma très chère mère.

À celui qui a épuisé sa vie et sa jeunesse, et qui n'a jamais su dire non pour subvenir à mes besoins, à mon cher père.

À mes très chers sœurs et frères.

À mes amis.

À toute la promotion du M2 IMI.

SALHI AMEUR.

Dédicace

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire " Ya Kayoum "

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite,
à **ma mère** ...

Que dieu garde mes parents et les protège.

À mes adorables sœurs et frères.

À mes amis.

À tous ceux qui me sont chers.

À tous ceux qui m'aiment.

À tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail.

Seniqueur mohamed lamine.

LISTE DES FIGURES

Fig.2.1.Schéma développé d'un montage simple allumage	5
Fig.2.2.Schéma développé d'un montage double allumage commutateur n°5	6
Fig.2.3.Schéma développé d'un montage double allumage avec le commutateur n°6	7
Fig.2.4.Schéma développé d'un montage va et vient	8
Fig.2.5.Schéma simplifié d'un télérupteur	10
Fig.2.6.Schéma développé d'un montage avec télérupteur	10
Fig.2.7.Schéma développé d'un montage avec minuterie.....	11
Fig.2.8.Schéma développé du montage d'une veilleuse sur un interrupteur	12
Fig.2.9.Schéma de principe du fonctionnement des cellules photoélectriques	13
Fig.2.10.Schéma de principe du fonctionnement d'un détecteur PIR.....	14
Fig.3.1.Lampe halogène	17
Fig.3.2.Lampe aux halogénures métalliques	17
Fig.3.3.Lampe au sodium haute pression.....	18
Fig.3.4.Lampe au sodium basse pression.....	18
Fig.3.5.Lampe au mercure haute pression.....	19
Fig.3.6.Lampes à induction	19
Fig.3.7.Lampes fluorescentes.....	21
Fig.3.8.Les différents modes d'éclairage	24
Fig.3.9.Contraste.....	27
Fig.3.10.Relation entre luminance et éclairage.....	28
Fig.3.11.Etiquette énergie d'une lave –linge	44
Fig.3.12.Partie commande.....	49
Fig.3.13.Partie opérative.....	50

LISTE DES FIGURES

Fig.4.1.L'automate programmable zelio logic	53
Fig.4.2.Structure interne d'un API	55
Fig.4.3.Les interfaces d'entrées/sorties.....	56
Fig.4.4.Les composants du zelio logic	61
Fig.4.5.L'extension du module zelio logic.....	62
Fig.4.6.La face avant du zelio logic.....	63
Fig.4.7.Programmation en Ladder dans le zelio soft	68
Fig.4.8.Le diagramme FBD	68
Fig.4.9.Programmation en FBD dans le zelio soft	69
Fig.4.10.Les fonctions possibles en Ladder dans zelio soft	69
Fig.4.11.Les fonctions possibles en FBD dans zelio soft	70
Fig.4.12.Les fonctions SFC dans le zelio soft.....	71
Fig.4.13.GRAFCET de la réalisation.....	72
Fig.5.1.Éléments de la face avant de Zelio Logic.....	73
Fig.5.2.Eléments de l'afficheur LCD de Zelio Logic.....	74
Fig.5.3.Interface de la création d'un nouveau programme.....	75
Fig.5.4.Choix du nombre d'E /S de l'API.....	75
Fig.5.5.Choix de la référence l'API.....	76
Fig.5.6.Ajoute de l'extension.....	76
Fig.5.7.Choix du langage de programmation.....	77
Fig.5.8.Symbole de simulation.....	77
Fig.5.9.Symbole de run du programme.....	78
Fig.5.10.Symbole du mode Edition.....	78

LISTE DES FIGURES

Fig.5.11.Symbole du mode monitoring.....	79
Fig.5.12.Fenêtre pour la saisie LADDER.....	79
Fig.5.13.Les fonctions existantes dans la programmation en Ladder.....	81
Fig.5.14.Tableau des différents contacts possibles (I1 à IE).....	82
Fig.5.15.Placement du contact à l'interface.....	82
Fig.5.16.Placement de la bobine en sortie.....	83
Fig.5.17.Câblages E/S.....	83
Fig.5.18.Interface de programmation FBD.....	84
Fig.5.19.Les types d'états des Entrée Tout Ou Rien (TOR).....	85
Fig.5.20.Types de sorties TOR.....	87
Fig.5.21.Le retro éclairage.....	87
Fig.5.22.Choix de l'entrée.....	90
Fig.5.23.Placement de l'entrée à l'interface.....	90
Fig.5.24.Placement des sorties.....	91
Fig.5.25.Le raccordement E/S.....	91
Fig.5.26.Programmation en langage Ladder.....	92
Fig.5.27.Programmation en langage FBD.....	93
Fig.5.28.Schéma électrique de l'application.....	94
Fig.5.29.Détecteur de présence PIR.....	95
Fig.5.30 Fils souples.....	95
Fig.5.31.Adaptateur 12V.....	95
Fig.5.32.Lampe 24V+support.....	95

LISTE DES FIGURES

Fig.5.33.Interrupteur.....	95
Fig.5.34.Barette.....	95
Fig.5.35.Lampes led couleurs.....	96
Fig.5.36.Interrupteur va et vient.....	96
Fig.5.37.L'automate et ses différents éléments nécessaires.....	96
Fig.5.38.Relais+support.....	97
Fig.5.39.Cable d'injection du programme.....	97
Fig.5.40.Rail Oméga.....	97
Fig.5.41.Maquette.....	98

LISTE DES TABLEAUX

Table.1.1.L'allumage par le contact 1	6
Table.1.2.L'allumage par le contact 2	7
Table.1.3.L'allumage par les Commutateurs Q1, Q2.....	9
Table.2.1.Comparaison de différentes lampes	22
Table.2.2.Nombre de mesure en fonction indice K.....	29
Table.2.3.Section des conducteurs et câbles des protections	36
Table.2.4.Consommation moyenne des appareils électriques de cuisine.....	45
Table.2.5.Consommation moyenne des appareils électriques de salon	45
Table.2.6.Consommation moyenne des appareils électriques de la buanderie	46
Table.2.7.Consommation moyenne des appareils électriques de la chambre de nuit	46
Table.2.8.Consommation moyenne des appareils électriques de la salle de bain	47
Table.2.9.Le prix de la consommation par tranche	47
Table.2.10.La consommation d'une habitation à quatre pièces par trimestre	48

RESUME

Ce travail constitue une étude et une réalisation d'une gestion d'éclairage dans une habitation à l'aide d'un automate programmable Zelio Logic, avec simulation et observation des différents résultats. Nous avons effectué une étude générale sur les installations électriques, et ses réglementations de sécurité. Nous avons pris connaissance des différents types des lampes, et nous avons analysé les principes fondamentaux pour un meilleur éclairage. Les normes ont été prises en considération dans notre étude. Vu le coût de l'énergie, nous étions très sensibles à la diminution de la consommation électrique dans une habitation.

Dans notre travail, nous avons principalement étudié l'utilisation des automates programmables pour la gestion de l'éclairage d'une habitation.

Mots clé : éclairage, Zelio Logic, installation électrique, automate programmable, norme, réglementation, consommation électrique, gestion d'éclairage, schéma électrique, programmation, commande, puissance électrique.

Abstract

This work constitutes a study and a realization about the management of lighting in a dwelling with an automate programmable the Zelio logic, simulation and observation the different results, also we have done a general study about electrical installations, and its safety regulation, also various lamps, the fundamental principles for a better lighting, the standards for each part, a study on power consumption in dwelling.

We have done a study about programmable logic controllers, precisely the logical Zelio to realize our project.

The purpose is to control the lighting and the installation to minimize the power consumption.

Keywords: lighting, logical Zelio, electrical installation, programmable logic controllers, standard, regulation, consumption, management, electrical schematics, programming, power, control.



Introduction générale

Dans nos sociétés, l'homme veut maîtriser l'environnement et la nature par la technique, Il veut plier la nature à ses désirs, plutôt que de s'y adapter, et de ce point de vue, la technologie représente le pouvoir.

Ce désir de domination s'étend à l'habitation, nous voulons des maisons de plus en plus à notre service, des maisons que nous pouvons maîtriser, et c'est dans ce contexte que la domotique s'inscrit.

Les définitions du terme domotique sont nombreuses, de la maison intelligente à la maison communicante, il est évident qu'il s'agit d'un néologisme issu du latin domus (maison), il est apparu dans les dictionnaires en 1988, en anglais on parle de « the home central », « Home automation » ou encore « Networking (mise en réseau) ».

Pour certains, la domotique se limite à l'utilisation de l'informatique pour gérer une maison, souvent en exploitant un réseau local.

Si on élargit la définition, c'est l'ensemble des systèmes électroniques et informatiques et de télécommunication utilisés dans une maison pour assurer des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie (contrôle et régulation) et de communication.

L'extension du terme domotique au domaine tertiaire a donné naissance à la domotique : elle regroupe tous les équipements nécessaires pour assurer les différents services liés au fonctionnement d'une habitation.

La principale fonction d'un système de domotique est le transfert de données, nous distinguerons deux types de données :

- Les ordres émis.
- Les informations reçues (paramètres).

Les ordres permettent d'allumer et d'éteindre un dispositif électrique, d'agir sur le chauffage ou bien encore de fermer et d'ouvrir des volets ...etc.

Les ordres sont généralement émis par une centrale de commande mais le dispositif de commande peut être aussi local (télécommande ou interrupteur).

Les paramètres et les messages d'informations sont délivrés par les différents capteurs du système de domotique (température, humidité, luminosité).

Bien que l'objet de la domotique soit d'améliorer notre vie quotidienne, elle permet de faciliter la vie, de faire plus de choses et de mieux vivre, elle donne l'impression que l'on pourrait tout contrôler et tout maîtriser, il est évident que certaines technologies domotique s'avèrent très utiles voire nécessaires dans certains cas, par exemples pour les personnes handicapées, elles leur permettent une liberté



de mouvement et d'action qu'ils ne peuvent avoir sans elles, les maisons intelligentes offrent la possibilité aux habitations d'être flexibles et de s'adapter à leur habitants.

En dépit de cette diversité d'appréciations, il est clair que l'éclairage constitue l'élément de base car il conditionne toutes les activités à la maison on parle de la qualité. Disposer d'un niveau de lumière suffisant est évidemment le minimum qu'on doit avoir.

Le choix des sources, leur variété et la possibilité de les adapter à chaque type d'activité est également important.

Au-delà de tout cela, il faut avoir la certitude que toutes les lampes sont éteintes quand nous quittons la maison. Il faut également s'assurer qu'aucune lampe ne reste allumée inutilement dans une pièce inoccupée. L'ajout de fonctionnalités supplémentaires devient possible avec la domotique, sans avoir à refaire un nouveau câblage.

Toutes les installations d'éclairage des habitations doivent être conformes aux normes.

Quelles que soient les solutions retenues, le confort passe par la finesse de l'éclairage, la facilité de le commander et la mise en place d'ambiance permettant de mettre en valeur son intérieur et de créer de véritable mise en scène.

Chapitre I : Cahier des charges



I.1.Introduction :

Le cahier des charges vise à définir et à faire valider par le client les spécifications d'un projet à réaliser. Ici il s'agit de cahier des charges fonctionnel, formulant le besoin au moyen de fonctions détaillant les projets attendus et les contraintes auxquelles le projet à fournir est soumis.

I.2.Définition du projet :

Le projet permet de réaliser l'éclairage intérieur d'une habitation, à l'aide de l'automate programmable Zelio Logic.

L'automate possède quatre sorties, qui permettent de gérer l'éclairage de quatre pièces : le salon, la salle de bain, le hall et la chambre de nuit.

I.3.Objectifs :

- Minimiser la consommation électrique.
- Minimiser le gaspillage d'énergie.
- Maîtriser les coûts.
- Faciliter la commande de l'éclairage.

I.4.Contexte du projet :

- L'énergie électrique utilisée est obtenue à partir du réseau de la SONELGAZ.
 - L'automate Zelio Logic est utilisé afin d'assurer une commande globale de l'éclairage d'une habitation.
 - Commande centralisée :
- Les touches Z1 et Z2 de la face avant de l'automate Zelio Logic sont utilisées pour l'activation et la désactivation de l'éclairage.
 - l'automate affiche "gestion d'éclairage", si l'éclairage est actif (Z1).
 - l'automate affiche "gestion manuelle", si l'éclairage est inactif (Z2).



➤ Le hall

- En mode automatique, les lampes du hall sont commandées par un détecteur de présence (PIR detector), les lampes s'allument la nuit lorsqu'une personne est présente dans le hall.

Cette fonction est assurée par une horloge programmable.

- En mode manuel, une installation d'éclairage classique de va et vient permet l'éclairage du hall.

➤ Le salon :

C'est la pièce où nous passons le plus de temps en famille, et entre amis, son éclairage est donc très important, il doit être chaleureux et convivial, c'est la raison pour laquelle il est nécessaire de dupliquer la lumière, afin qu'elle amène une impression de bien.

- L'éclairage du salon composé de deux lampes de couleur blanche, est commandé par deux interrupteurs va et vient.

- Un éclairage d'ambiance composé de six lampes peut être réalisé en combinant différents types d'éclairage (en couleur, direct ou indirect, fixe ou mobile), généralement utilisé pour la célébration de certains événements (fêtes, anniversaires, etc.). Sa commande est assurée par un interrupteur simple.

- Une exclusion mutuelle entre les deux types d'éclairage est réalisée.

➤ La salle de bain :

- La commande d'allumage est assurée par un interrupteur simple, qui active une entrée de l'automate Zelio Logic, une seule lampe est utilisée.

➤ La chambre de nuit

- L'allumage est commandé par des boutons poussoirs, qui activent une entrée de l'automate, programmée en mode de fonctionnement télérupteur, une seule lampe est utilisée.

I.5.Conclusion :

Ce document permet de "cadre le projet", puis de réaliser une analyse fonctionnelle. Il est également prêt pour les versions successives sont annotées et approuvées par le client, qui valide ainsi ce qui est attendu du projet.

Chapitre II : Généralité sur l'éclairage électrique

II.1.Introduction :

Les installations électriques dans les locaux à caractère domestique sont généralement des montages d'éclairage, des alimentations des prises de courant, et des alimentations des autres éléments électriques [1], ces montages doivent respecter le cahier des charges, qui contient les types des installations existantes dans une habitation.

II.2.Principaux montages de l'éclairage :

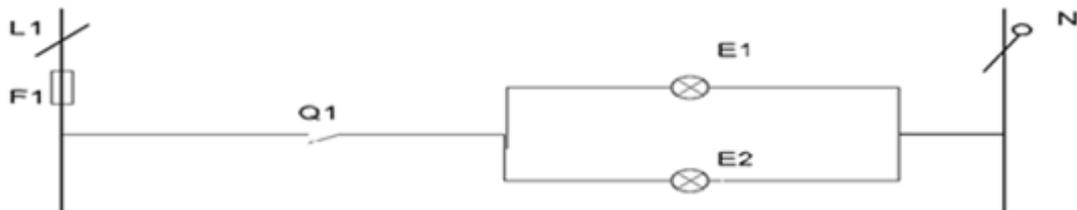
II.2.1.le montage simple allumage :

On veut commander une ou plusieurs lampes d'éclairage d'un seul endroit.

Les lampes sont éteintes si l'interrupteur est ouvert, et sont allumées s'il est fermé.

C'est le système de commande le plus simple et le plus répandu.

On prend comme exemple la commande de deux lampes, le schéma développé du montage est le suivant :



Légende :

F1 : Fusible de protection.

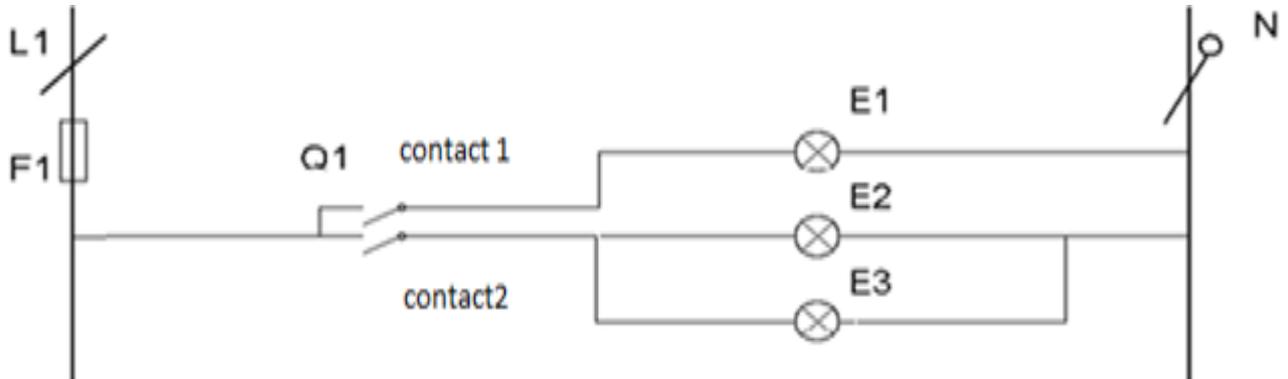
Q1 : Interrupteur unipolaire.

E1, E2 : Lampes.

Fig.2.1.Schéma développé d'un montage simple allumage [1].

II.2.2. Le montage double allumage avec le commutateur n°5 :

On veut commander deux circuits d'éclairage d'un seul endroit, soit le schéma développé du circuit suivant : [1]



Légende :

F1 : Fusible de protection.

Q1 : Commutateur n°5 (interrupteur bipolaire).

E1, E2, E3 : Lampes.

Fig.2.2. Schéma développé d'un montage double allumage commutateur n°5 [1].

II.2.2.1. Fonctionnement :

On peut résumer le fonctionnement de ce montage dans les deux tableaux suivants :

Contact 1 de Q1	E1
Ouvert	Eteinte
Fermé	Allumée

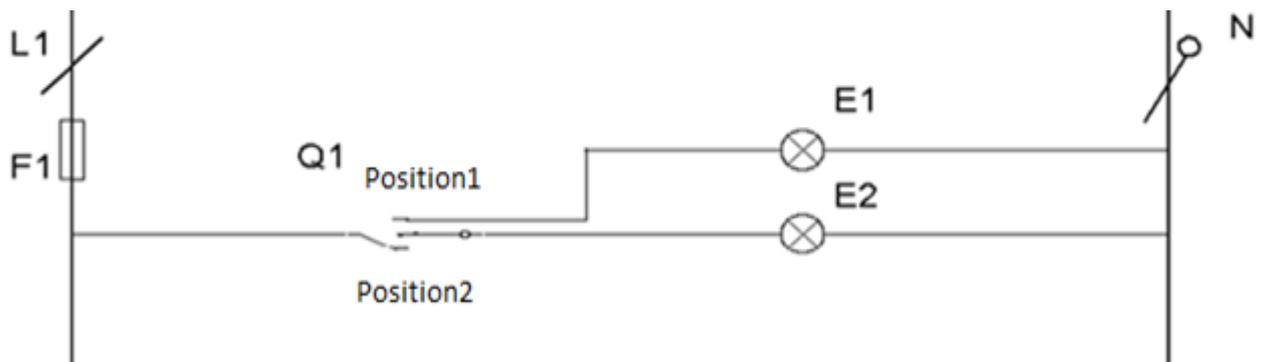
Table.2.1. L'allumage par le contact 1.

Contact 2 de Q1	E2, E3
Ouvert	Eteinte
Fermé	Allumée

Table.2.2.L'allumage par le contact 2.

II.2.3.Le montage double allumage avec le commutateur n°6 :

Ce montage permet de commander d'un seul endroit un circuit parmi deux. On prend l'exemple d'un local comprenant deux lampes chacune dans un circuit d'éclairage différent [1].



Légende :

F1 : Fusible de protection.

Q1 : commutateur n°6.

E1, E2 : lampes.

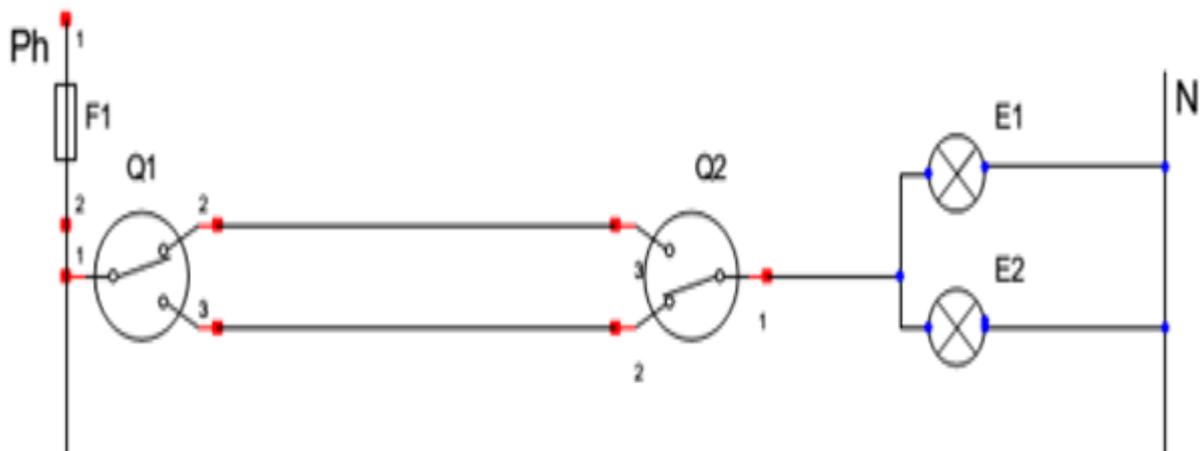
Fig.2.3.Schéma développé d'un montage double allumage avec le commutateur n°6 [1].

II.2.3.1.Fonctionnement :

Lorsque le commutateur est à la position 1, la lampe E1 est allumée et E2 est éteinte, si le commutateur est à la position 2 c'est la lampe E1 qui est éteinte et E2 est allumée. [1]

II.2.4.Le montage d'allumage va et vient :

Ce montage permet de commander un circuit d'éclairage de deux endroits différents L'exemple du schéma ci- dessous : [1]



Légende :

F1 : Fusible de protection.

Q1, Q2 : commutateurs n°6.

E1, E2 : lampes.

Fig.2.4.Schéma développé d'un montage va et vient [1].

II.2.4.1.Fonctionnement :

Si les deux commutateurs sont sur les mêmes positions (1-1ou 2-2) alors les lampes sont allumées, si non, c'est-à-dire ils sont sur des positions différentes (1-2ou 2-1), alors les deux lampes sont éteintes. [1]

On peut résumer le fonctionnement par le tableau suivant :

Commutateur Q1	Commutateur Q2	Lampes E1, E2
1	1	Allumées
1	2	Eteintes
2	1	Eteintes
2	2	Allumées

Table.2.3.L'allumage par les commutateurs Q1, Q2 [1].

II.2.5.Télerupteur :

II.2.5.1.Principe de fonctionnement :

Le télerupteur est un appareil qui permet la commande d'une lampe, ou d'un circuit lumineux à partir de plusieurs endroits distincts, dont le nombre peut être infini, dans certaines conditions il est constitué d'une bobine, circuit magnétique et d'un mécanisme cyclique, un ou plusieurs contacts. Lorsque la bobine est alimentée (par l'appui sur un bouton poussoir par exemple), elle crée une force électromagnétique qui actionne le mécanisme chargé :

- De fermer les contacts qui étaient ouvert auparavant.
- D'ouvrir les contacts qui étaient fermée auparavant.

Les télerupteurs sont utilisés : dans le couloir, le hall, atelier, cage d'escalier...



La commande d'un ou plusieurs points lumineux par télérupteur est très facile à réaliser, et permet de prévoir (ou d'ajouter par la suite) un grand nombre de boutons poussoirs. [2]

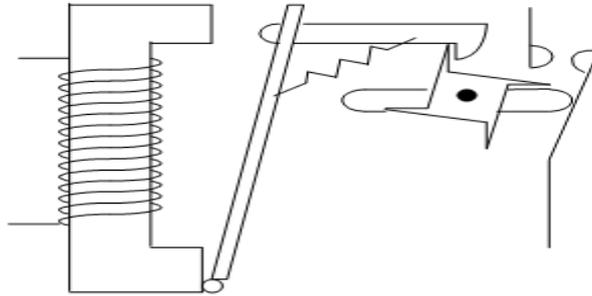
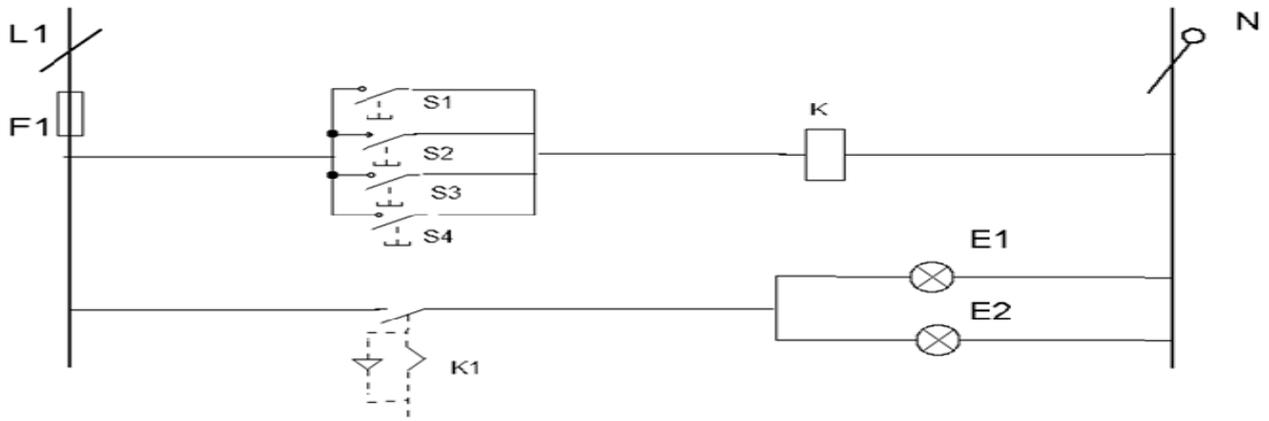


Fig.2.5.Schéma simplifié d'un télérupteur [2].

II.2.5.2.Le montage d'allumage avec télérupteur :

Le montage permet de commander un circuit d'éclairage de plusieurs endroits différents, si la bobine est alimentée par action sur un bouton poussoir, le contact se ferme au relâchement du bouton poussoir, la bobine se désexcite mais le contact reste fermé, il faudra exciter une deuxième fois la bobine pour que le contact s'ouvre.



Légende :

F1 : Fusible de protection.

E1, E2 : Lampes.

K : Bobine du Télérupteur.

S1, S2, S3, S4 : Boutons poussoirs.

S1, S2, S3, S4: Boutons poussoirs.

K1 : Contact du télérupteur.

Fig.2.6.Schéma développé d'un montage avec télérupteur [1].



II.2.6.Minuterie :

La minuterie trouve sa plus grande application dans les immeubles d'habitation, elle peut aussi très utile chez le particulier.

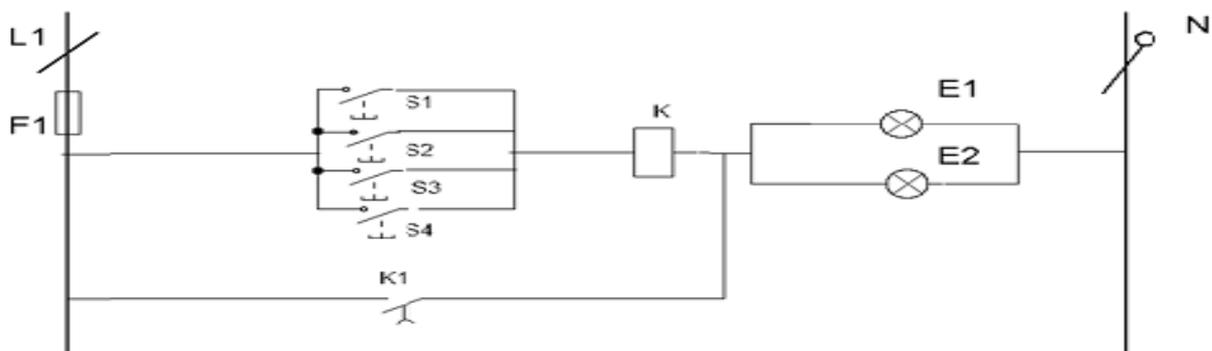
C'est un relai composé d'un interrupteur simple commandé par un mécanisme temporisé dont l'enclenchement est commandé par une bobine.

A chaque impulsion sur la bobine, le mécanisme de temporisation est enclenché et l'interrupteur est fermé, la réouverture de l'interrupteur se produisant automatiquement à l'issue du temps réglé par le mécanisme, elle est à fonctionnement mécanique (minuterie à ressort), thermique ou électronique, (charge ou de décharge d'un condensateur, ou un compteur électronique) ,ainsi que le temps est réglable de quelques dizaines de secondes (de 5s à 8mn).

Si un bouton poussoir est placé à l'extérieur, on devra prévoir le circuit de commande en 12V.

Les minuteries sont modulaires (à fixer sur rail dans le tableau de protection) ou apparentes.

Le montage d'allumage avec minuterie :



Légende :

F1 : Fusible de protection.

K : Bobine du Minuterie.

E1, E2 : Lampes.

S1, S2, S3, S4: Boutons poussoirs.

K1 : Contact de la minuterie.

Fig.2.7.Schéma développé d'un montage avec minuterie [1].



On distingue deux types :

- Montage avec effet : Le branchement est le même que celui d'un montage avec télérupteur.
- Montage sans effet : Ce montage permet de commander un circuit d'éclairage de plusieurs endroits différents, la mise en service est manuelle mais la mise hors service est automatique.

II.2.7. Les schémas de signalisation :

La signalisation électrique (lumineuse) est peu utilisée dans un local à usage d'habitation, elle permet essentiellement d'attirer l'attention de personnes [1].

Elle indique, en générale, soit l'état d'une lampe d'éclairage lorsque le local est complètement fermé ou éloigné, soit la position de l'interrupteur lorsque le local est sombre.

Une veilleuse sur un interrupteur sur un local sombre, si la lampe d'éclairage est éteinte, la veilleuse est allumer ce qui est permet de signaler la position de l'interrupteur [1].



Légende :

F1 : Fusible de protection.

Q1 : Interrupteur unipolaire.

E1 : Lampes.

E2 : Lampe témoin ou voyant.

Fig.2.8. Schéma développé du montage d'une veilleuse sur un interrupteur [1].

II.2.8.Principe de fonctionnement d'un détecteur de lumière [43] :

Appelé aussi interrupteur crépusculaire qui commande la mise en marche Ou l'arrêt en fonction de la luminosité et de l'heure, il est piloté par une cellule photoélectrique.

- Lorsque la luminosité baisse et devient inférieure au seuil choisi, le contact se ferme.
- Lorsque la luminosité augmente et devient supérieure au niveau choisi, le contact s'ouvre.

L'interrupteur crépusculaire dispose d'une plage de réglage, Le contact est temporisé à la fermeture ou l'ouverture après des secondes d'éclairage inférieur ou supérieur au seuil de façon à éviter les déclenchements intempestifs.

II.2.9.Principe de fonctionnement des cellules photoélectriques [3] :

Leur principe les rend aptes à détecter tous types d'objets, qu'ils soient opaques, réfléchissants ou même quasi-transparents.

Ils sont aussi exploités pour la détection de personnes (ouvertures de portes, barrières de sécurité). Une diode électroluminescente émet des impulsions lumineuses, généralement dans l'infrarouge proche (850 à 950 nm).

Cette lumière est reçue ou non par une photodiode ou un phototransistor en fonction de la présence ou de l'absence d'un objet à détecter.

Le courant photoélectrique créé est amplifié et comparé à un seuil de référence pour donner une information tout ou rien.

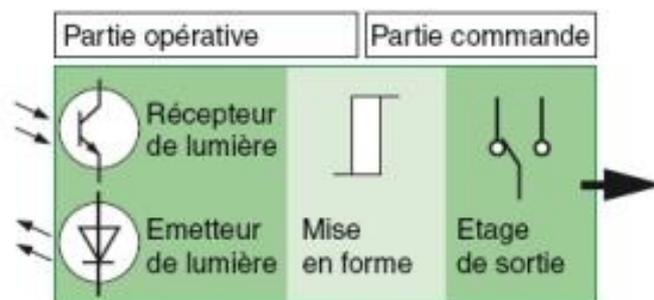


Fig.2.9.Schéma de principe du fonctionnement des cellules photoélectriques [3].

II.2.10.Principe de fonctionnement d'un détecteur de présence [4] :

Les détecteurs de présence, également appelés PIR (détecteurs de présence passifs infrarouge), Ils enregistrent le rayonnement thermique dans leur environnement immédiat ou dans leur champ de détection.

Si un rayonnement thermique déclenché par exemple par une personne qui s'approche, est identifié dans le champ de détection, le détecteur de présence le convertit en un signal électrique mesurable et commande l'allumage de l'éclairage.

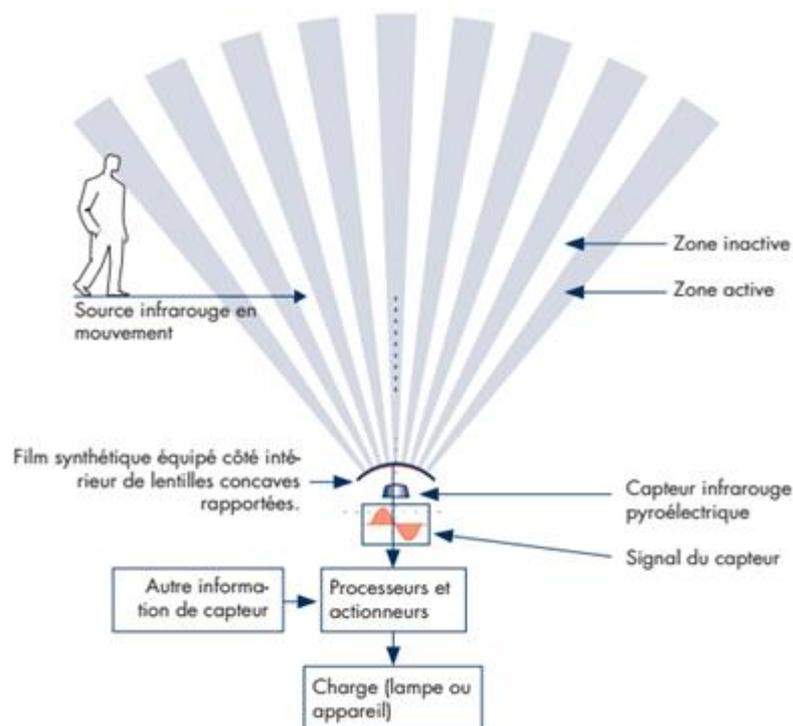


Fig.2.10.Schéma de principe de fonctionnement d'un détecteur PIR [4].

II.3.Conclusion :

Il existe plusieurs types de montage d'éclairage dans un local, ainsi il existe aussi plusieurs modes de commande , qui peuvent être manuels par des interrupteurs uniquement dans le cas d'éclairage classique (sans automates), ou bien automatiques par des automates programmables et des interrupteurs ou bien des détecteurs (détecteurs de présence par exemple), la réalisation de ces multiples modes est en fonction du cahier des charges .

Chapitre III : Les sources de la lumière



III.1.Introduction :

Les sources de lumière sont des corps qui émettent (c'est à dire qui projettent) de la lumière autour d'elles. Il existe deux sortes de sources de lumière :

- Les sources diffusions, ne produisent pas de la lumière, mais renvoient la lumière reçue.
- Les sources primaires qui sont des corps qui produisent la lumière.

III.2.Choix de type de lampes :

Il existe essentiellement trois types de lampes :

- Les lampes à incandescence dans lesquelles un filament brûle.
- Les lampes à décharge, qui produisent de la lumière grâce à une décharge électrique dans un gaz.
- Les lampes fluorescentes.

III.2.1.Lampes à incandescence :

III.2.1.1.Lampes à incandescence standard [5] :

Ce sont des lampes "classiques" utilisées comme des générateurs de lumière de type « radiateur thermique », elles sont constituées d'un filament confiné dans une ampoule de verre sous vide ou dans une atmosphère de gaz inerte, le filament généralement en tungstène, chauffe lorsqu'il est parcouru par un courant électrique et émet de la lumière, le filament est incandescent, devient lumineux sous l'effet d'une chaleur intense.

La température atteinte est de l'ordre de 3000C°. Lorsque la lampe est très chaude, le tungstène s'évapore, cette réaction a deux conséquences :

- Au fur et à mesure des heures de fonctionnement, le filament devient par endroit de plus en plus mince et finit par se rompre, au cours du fonctionnement le processus d'évaporation n'est pas uniforme sur toute la longueur du filament, il en résulte que les parties les plus fines fondront plus vite.



- La paroi inerte de la lampe noircit (dépôt du tungstène), le flux lumineux diminue. Plus la température du filament est élevée plus le flux lumineux est intense mais plus la vitesse d'évaporation des atomes de tungstène augmente, ce qui réduit la durée de vie de la lampe.

Aujourd'hui, les fabricants proposent des lampes à incandescence remplies de gaz inerte (argon, krypton ou xénon), grâce à ces gaz la pression dans l'enveloppe est plus élevée, ce qui évite le noircissement à cause de la diminution de la vitesse d'évaporation du tungstène.

III.2.1.2. Les lampes halogènes [5] :

Ce sont des lampes à incandescence dans lesquelles on a ajouté un gaz de la famille des halogènes ou un de leurs dérivés.

Elles se répartissent en deux types :

- Les lampes halogènes basse tension (BT).
- Les lampes halogènes très basse tension (TB).

Ce sont des générateurs de lumière de type « radiateur thermique », leur structure et leur mode de fonctionnement sont comparables, toutefois l'enveloppe des lampes halogènes contient un autre gaz de remplissage, un halogène (brome, chlore, fluor, iode, etc.). Ce composant additionnel réagit avec les particules de tungstène qui s'évaporent du filament. Au lieu de venir noircir l'ampoule, ces particules vont se redéposer sur le filament, ce qui augmente par conséquent l'efficacité lumineuse, comme le phénomène de noircissement disparaît presque complètement, il est possible de réduire le volume de l'enveloppe, ce qui augmente la pression du gaz dans la lampe, cette augmentation de la pression provoque une diminution de la vitesse d'évaporation de tungstène, et donc augmentation de la durée de vie de la lampe.

Pour supporter les températures nécessaires au cycle de l'halogène, l'ampoule doit être dans un matériau spécifique : Le quartz qui résiste mieux que le verre à la température élevée.

Les lampes halogènes sont classées suivant leur tension d'alimentation :

Les lampes halogènes basse tension (BT) sont alimentées en 230V (sans transformateur), on les trouve sous forme d'ampoule comme les lampes à incandescence classique, des crayons pour de fortes puissances (200 à 500W).



Les lampes halogènes très basses tension (TBT) sont alimentées en 12V (très basse tension de sécurité), la forme la plus connue est la lampe à réflecteur dichroïque, la lampe de spot, les filtres transparents pour les infrarouges.

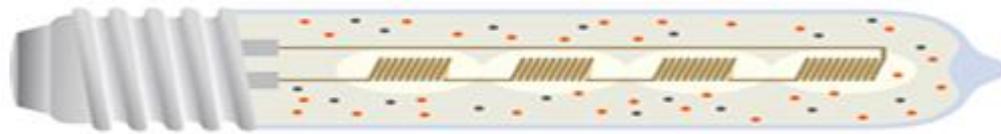


Fig.3.1.Lampe halogène [8].

III.2.2.Les lampes à décharge [8] :

Une lampe dite "à décharge" fonctionne par décharge d'un courant électrique dans une atmosphère gazeuse, Elle est constituée d'un tube ou d'une ampoule en verre remplie de gaz ou de vapeur métallique, sous haute ou basse pression, au travers duquel on fait passer un courant électrique, il s'ensuit une conversion en photons donc de la lumière.

Lorsqu'on met la lampe sous tension, des électrons sont émis par les deux électrodes de tungstène, Lors de leur trajet au travers du tube à décharge, ils entrent en collision avec les atomes de gaz, Il en résulte une libération d'énergie soit sous forme de lumière visible

Les lampes à décharge ont besoin des éléments suivants pour fonctionner (un condensateur, un ballast et un amorceur), Il existe cinq types de lampe à décharge :

III.2.2.1.Les lampes aux halogénures métalliques :

L'ampoule contient de la vapeur de mercure haute pression dans laquelle on a ajouté des halogénures métalliques, les iodures métalliques sont différents (dysprosium, scandium, sodium, tallium, indium) [8].

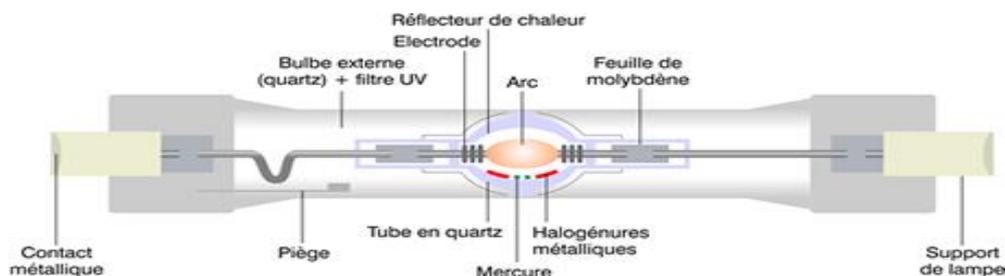


Fig.3.2.Lampe aux halogénures métalliques [8].

III.2.2.2. Les lampes au sodium haute pression :

Le tube à décharge contient un amalgame de sodium avec du mercure et du xénon comme gaz d'allumage. La lumière est émise, en majeure partie sous forme de rayonnements visibles, mais une petite partie est émise sous forme de rayonnements ultraviolets invisibles, on tente de récupérer ces rayons en tapissant la paroi intérieure de l'ampoule d'une poudre qui absorbe les U.V. et les transforme en rayons visibles de couleur chaude, de manière à obtenir une couleur globale moins froide [8].

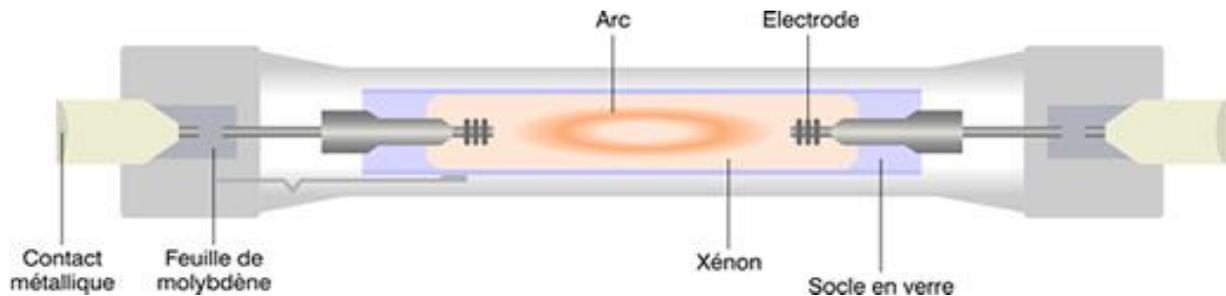


Fig.3.3.Lampe au sodium haute pression [8].

III.2.2.3. Les lampes au sodium basse pression :

Cette lampe est constituée d'un tube en forme de "U" logé dans une ampoule extérieure.

Le tube à décharge contient un mélange de vapeur de sodium et de gaz tels que le néon et l'argon. La lumière est émise, en majeure partie sous forme de rayonnements visibles, sa face interne n'est donc pas recouverte d'une couche de poudre fluorescente [8].



Fig.3.4.Lampe au sodium basse pression [8].

III.2.2.4. Les lampes au mercure haute pression :

L'ampoule contient de la vapeur de mercure et de l'argon. La lumière est émise exclusivement sous forme de rayons ultraviolets invisibles rendus visibles par les poudres fluorescentes placées sur la face interne de l'ampoule [8].

La lampe à mercure haute pression dispose d'électrodes auxiliaires servant de démarreur interne. Pour bien fonctionner, elle ne doit donc être équipée que d'un ballast et d'un condensateur [8].

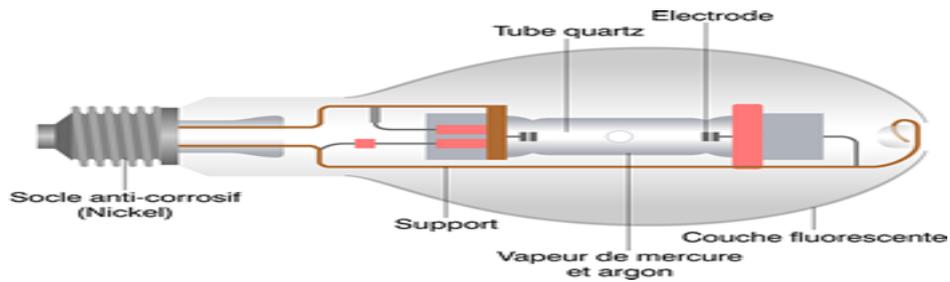


Fig.3.5.Lampe au mercure haute pression [8].

III.2.2.5. Les lampe à induction [8] :

La lampe à induction est une lampe à mercure basse pression, la lumière est produite par ionisation des atomes de gaz présents dans l'ampoule.

Les rayonnements invisibles produits sont rendus visibles grâce à une poudre fluorescente présente sur la face interne de l'ampoule.

Dans une lampe à induction, il n'y a pas d'électrode, l'ionisation des atomes est réalisée par un champ électromagnétique créé par la circulation d'un courant à haute fréquence dans une bobine appelée "antenne". Cette bobine est placée au centre de l'ampoule dans la cavité prévue à cet effet. Le courant à haute fréquence est produit par un générateur extérieur, celui-ci est directement relié à l'antenne

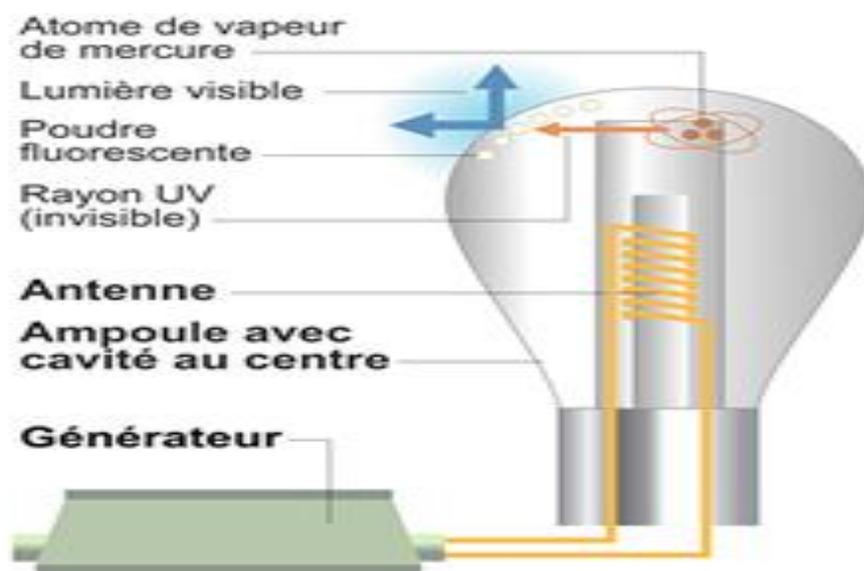


Fig.3.6.Lampes à induction [8].



III.2.3.Lampes fluorescentes [5] :

La lampe fluorescente est un générateur de lumière dit à décharge, parce que la lumière est produite par une décharge dans un gaz. La lampe est constituée d'un tube dont la paroi interne est recouverte de poudre fluorescente. En outre, le tube contient un mélange de gaz, vapeur de mercure et argon entre autres. A l'allumage, les filaments qui se trouvent aux extrémités du tube (appelés également électrodes) sont portés à incandescence. Sous l'effet de la chaleur, le métal du filament libère des électrons qui donnent naissance à un courant, cette décharge électrique dans le gaz du tube produit un rayonnement ultraviolet invisible pour notre œil, le revêtement pulvérulent transforme ce rayonnement en lumière visible.

Les lampes fluorescentes ne s'allument pas immédiatement après la mise sous tension, pour produire le courant de décharge, il faut une tension d'amorçage relativement élevée :

Cette tension est délivrée grâce à un ballast (une bobine) placé en série avec le tube et commandé par un démarreur (également appelé starter), La bobine a également une fonction de limitation de l'intensité du courant lorsque le courant à travers le tube a atteint son intensité nominale.

Les lampes dites « fluocompactes » et les tubes fluorescents, appelés à tort « néons », produisent de la lumière de façon indirecte, suivant le processus de luminescence.

La lampe fluocompacte est un tube fluorescent replié sur lui-même : les deux extrémités sont raccordées à un circuit électronique miniature logé dans le culot. Le ballast et le starter prennent place sur ce circuit électronique, ce qui permet d'alimenter directement ces lampes avec la tension du secteur. Ce n'est pas le cas pour les tubes fluorescents, il faut intercaler le système de ballast et de starter.

Les tubes fluorescents sont disponibles sous forme rectiligne, circulaire ou encore en forme de 'U', les formes des lampes fluocompactes se diversifient : tube en U et globes dans des tailles de moins en moins encombrantes.

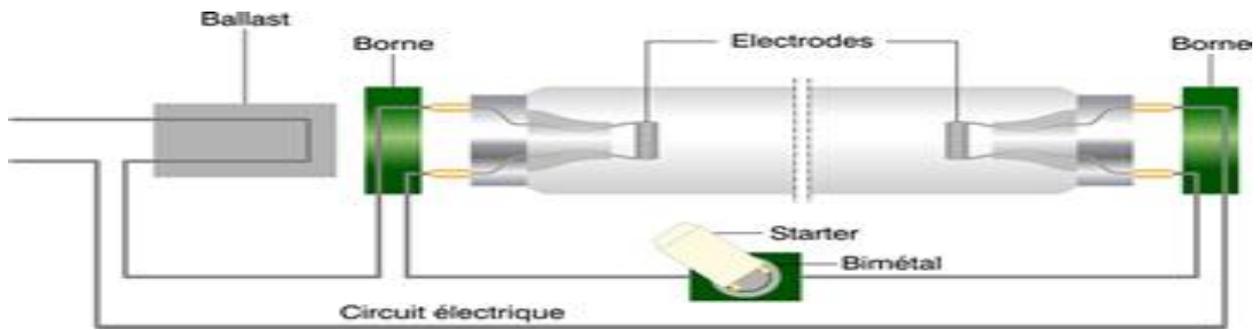


Fig.3.7.Lampes fluorescentes [8].

III.2.4.Les lampes LED :

Ce sont des diodes électroluminescentes (Light Emiting Diode), qui désignent un composant optoélectronique, qui permet de l'émission de lumière monochromatique ou polychromatique, il émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant continu dans le sens passant [6] [8].

Ainsi, la quantité de lumière générée par la LED est proportionnelle à l'intensité du courant qui la traverse la LED émet une lumière, Sa couleur dépend des caractéristiques des matériaux utilisés durant la production (composition des semi-conducteurs, température de jonction, ...), Il est ainsi possible de balayer toutes les couleurs du spectre visible [8].

En éclairage artificiel d'intérieur, on cherche cependant essentiellement à se rapprocher de la couleur de la lumière naturelle, à savoir la lumière blanche [8].

Pour obtenir une lumière blanche, il est nécessaire de combiner plusieurs sources lumineuses de composantes [8].

Ainsi, la couleur blanche peut être produite soit par mélange additif de LED rouges, vertes et bleues, soit par conversion d'un LED bleu au moyen de poudre phosphorescente, selon le même principe utilisé dans les tubes fluorescents. Ce dernier principe est généralement utilisé en éclairage intérieur [8].

III.3.Comparaison des différentes lampes :

Le tableau suivant synthétise les principales différences entre les types de lampes rencontrés en éclairage :



	Puissance (w)	Flux lumineux (lm)	Efficacité lumineuse (lm/w)	Durée de vie(h)	Prix	Consommation énergétique
Incandescent	25 à 150	210 à 2700	8 à 18	1000 à 2000	Très faible	Forte
Halogène	25 à 50	250 à 1000	10 à 15	2000 à 4000	Moyen	Moyenne
Fluorescente	18 à 95	1000 à 7500	55 à 79	10000 à 20000	Faible	Moyenne
Fluocompacte	3 à 80	100 à 6000	35 à 80	6000 à 16000	Moyen	Très Basse
LED	3,6 à 17,4	136 à 1055	45 à 73	15000 à 30000	Elevé	Très basse
halogène métallique	50 à 400	1900 à 30000	38 à 75	10000 à 20000	Moyen	Moyenne
Sodium base pression	18 à 180	1800 à 33000	100 à 183	16000	Moyen	Très basse
Sodium haute pression	35 à 400	3600 à 46000	72 à 115	18000 à 24000	Moyen	Basse
lampes à induction	55 à 165	3500 à 12000	65 à 70	60000	Elevé	Moyenne
mercure haute pression	50 à 1040	2000 à 60000	40 à 60	8000 à 12000	Moyen	Faible

Table.3.1.Comparaison de différentes lampes [9] [10].



III.4. Les modes d'éclairage :

Le contrôle de la lumière par les luminaires (les suspensions, les appliques murales, les lampes....) pourra être assuré de différentes façon en mettant en jeu deux principes essentiels :

La réflexion et la diffusion, c'est-à-dire les organes des luminaires pourront être des surfaces réfléchissantes qui renvoient directement la lumière dans une direction déterminée ou par des diffuseurs qui la diffusent dans tous les sens [11].

III.4.1. Eclairage direct :

Cet éclairage offre l'avantage de la simplicité, il suffit de placer la lampe dans un réflecteur et de diriger la lumière sur la zone à éclairer, il n'y a pas des pertes de lumière sur les plafonds ou les murs, ce type d'éclairage a l'inconvénient de créer des contrastes très forts entre la source et la surface à éclairer très brulantes et le reste des pièces sombres. Le moyen le plus simple consiste à utiliser les lampes réflecteurs, ce sont des lampes de forme parabolique, cette lampe fait elle-même son propre réflecteur, elle permet d'avoir de forts éclairagements dans les zones restreintes [11].

Un autre système consiste à utiliser le réflecteur en tôle émaillée blanc, ils se font en deux types :

- Réflecteur symétrique :

L'appareil doit être assez profond afin de masquer la lampe à la vue direct [11].

- Réflecteurs asymétriques :

Ces appareils permettent d'avoir de bons éclairagements verticaux, leur construction est analogue à celle de réflecteurs symétriques. Avec ses appareils il faut faire attention de choisir un modèle qui convienne à la lampe, il doit être assez profond pour que la lampe ne dépasse pas [11].

III.4.2. Eclairage semi direct :

Ce système bénéficie des avantages de l'éclairage indirect, de plus une partie de la lumière étant dirigée vers le plafond, le contraste est atténué entre un plafond sombre et le reste de la pièce dans la lumière [11].



La lumière envoyée vers le haut est très faible et la plus grande partie est dirigée vers le sol, cet éclairage est plus agréable et moins brutal que l'éclairage direct [11].

III.4.3.Éclairage mixte (éclairage direct-indirect) :

Ces deux éclairages ont un point commun, il y a de lumière vers le haut ou vers le bas. Dans l'éclairage mixte la lumière est envoyée sur les côtés tout autour de la lampe. La lumière est envoyée en faible quantité sur les côtés [11].

III.4.4.Éclairage indirect :

Toute la lumière est envoyée vers le plafond et sur le haut des murs, ceux –ci jouent le rôle de sources secondaires de grande surface de diffusion. Il faut que la lumière soit envoyée uniformément sur le plafond et le haut des murs. La distribution de la lumière varie avec la forme et la hauteur des appareils utilisés [11].

Ce system d'éclairage a l'inconvénient de supprimer les ombres, donc d'enlever tout relief aux objets disposés dans la pièce [11].

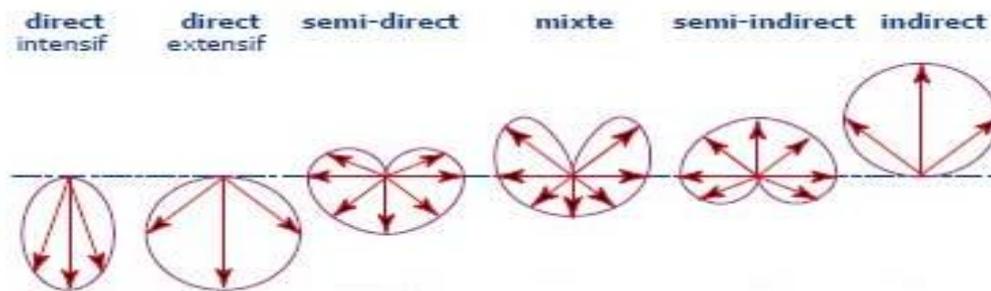


Fig.3.8.Les différents modes d'éclairage [23].

III.5.Quelques définitions utilisées en éclairage :

III.5.1.L'utilance :

Appelé «coefficient d'utilisation», il est utilisé dans le calcul des éclairages intérieurs artificiels, correspondant au quotient du flux lumineux atteignant effectivement la surface étudiée par le flux total émis par les luminaires.



Il constitue la base d'une méthode de calcul des installations d'éclairage, prenant en compte simultanément la condition de visibilité et les conditions de confort [12].

III.5.2. La photométrie :

La photométrie est la science qui étudie la lumière observée par l'œil humain :

Elle permet donc de rendre compte, de l'efficacité et de la pertinence des luminaires une fois ceux-ci installés dans une pièce [20].

Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage, et il en existe quatre fondamentales qui sont : le flux lumineux, l'éclairement, la luminance, l'intensité lumineuse [21].

III.5.3. L'intensité lumineuse [21] :

C'est la quantité de lumière émise par une source pendant chaque seconde, dans une direction donnée et par unité d'angle solide.

La candéla est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est $1/683$ watt par stéradian.

En France, elle a remplacé l'ancienne unité d'intensité lumineuse, la bougie.

Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle ne dépend pas de la distance d'observation.

III.5.4. Le flux lumineux [21] :

Il s'agit du flux lumineux émis dans un angle solide de 1 stéradian par une source ponctuelle uniforme, située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de 1 candela

($1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$).

Dans la pratique, cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source ou un luminaire de manière globale.



Pour mémoire, un angle solide correspond à la notion d'angle plan mais en trois dimensions.

Le stéradian est l'unité de mesure de l'angle solide.

III.5.5.L'éclairement :

Un lux (lx) correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de 1 lumen par mètre carré [21].

Dans la pratique, cette grandeur est utilisée pour caractériser une quantité de lumière dans un lieu ou sur une surface [21].

L'éclairement c'est de la lumière reçue.

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 \quad (\text{III.1})$$

Il peut se mesurer facilement à l'aide d'un luxmètre.

III.5.6.La luminance [21] :

Une candela par mètre carré correspond à la luminance d'une source dont l'intensité lumineuse est 1 candela et l'aire 1 mètre carré. Cette grandeur est la seule perceptible par l'homme et est très utilisée pour mesurer l'éblouissement.

Dans la pratique, la quantité de lumière qui arrive dans la direction de l'observateur est divisée par la surface apparente de la source dans la direction donnée.

La luminance ne dépend pas de la distance d'observation.

III.5.7.L'efficacité lumineuse :

L'efficacité lumineuse d'une source est le rapport entre le flux lumineux émis par cette source lumineuse et la puissance absorbée par la source. Elle s'exprime donc en lumens par watt (lm/W).

La valeur maximale qu'il est possible d'obtenir est de 683 lm/W, il est parfois difficile de comparer des technologies différentes éclairages qui donnent un flux lumineux identique.



III.5.8. Contraste :

Le contraste est le rapport entre la luminosité d'un objet et son environnement, et il est mesuré avec un luminancemètre [19].

La formule suivante est utilisée pour calculer le contraste et donner une valeur comprise entre 0 et 1.

Le contraste moyen devrait se situer au-dessus de 0,5 [19].

$$\text{Contraste} = \frac{\text{Luminance d'un objet} - \text{Luminance de l'environnement}}{\text{Luminance de l'environnement}} \quad (\text{III.2})$$

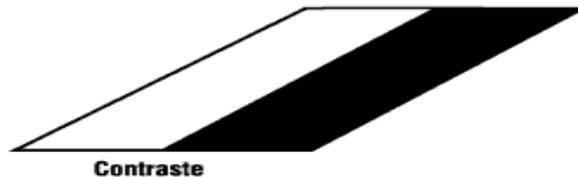


Fig.3.9. Contraste [19].

III.5.9. Relation entre luminance et éclairement :

D'après la définition de la luminance et l'éclairement on peut conclure la relation :

L'éclairement, est la quantité de flux lumineux (de lumière) reçue par une surface, il est exprimé en lux (ou lm/m^2 ; symbole : lx),

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2. \quad (\text{III.3})$$

La luminance est la seule grandeur réellement perçue par l'œil humain, elle est directement liée à l'éclairement rétinien et correspond à la sensation visuelle de luminosité créée par une source ou par une surface éclairée.

Elle représente le rapport entre l'intensité de la source et la surface de cette source, elle s'exprime en candelas par mètre carré (cd/m^2).

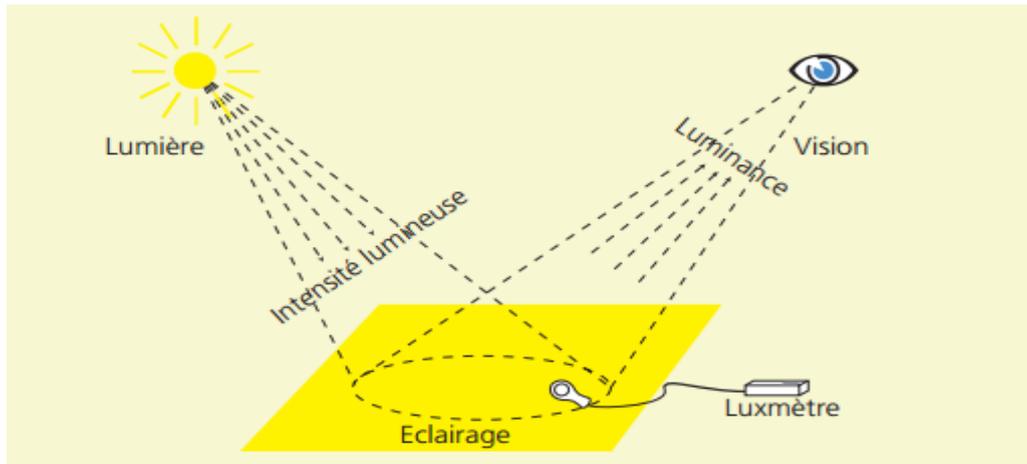


Fig.3.10.Relation entre luminance et éclairement [22].

III.6.Mesures photométriques :

III.6.1.Luxmètre [15] :

Le luxmètre est un appareil qui permet de mesurer l'éclairement lumineux reçu par unité de surface et donné en lux (lx).

Il est constitué généralement d'un capteur CCD ou sur un capteur photovoltaïque, celui-ci reçoit un flux de photons qu'il convertit en signal électrique plus ou moins fort en fonction de l'intensité du flux de lumière reçu, et un bouton de réglage de la sensibilité de l'appareil, un afficheur, et un bouton marche arrêt.

Certaines couleurs de lumière sont plus efficaces à produire des électrons à partir de l'énergie reçue par des photons.

Les luxmètres sont donc généralement équipés de filtres de correction de spectre.

Ils s'adaptent également, grâce à des échelles de mesures distinctes, aux faibles et aux fortes intensités.

Pour déterminer le niveau d'éclairement moyen d'un local à l'aide d'un luxmètre, il faut effectuer diverses mesures d'éclairement [16] :

La surface du local est divisée en un certain nombre de rectangles élémentaires de dimensions égales [16].

- Les éclairagements ponctuels sont mesurés au centre de chaque rectangle [16].
- L'éclairément moyen sur l'ensemble de la surface considérée est la moyenne arithmétique des valeurs mesurées [16].

$$E_{\text{moy}} = (E1 + E2 + \dots + En) / n \tag{III .4}$$

Indice du local K :

$$K = (a \times b) / h (a + b) \tag{III .5}$$

Avec : a et b = largeur et longueur du local.

h = hauteur utile de l'installation.

n=nombre de point mesure.

K	Nbre minimum de points de mesure
moins de 1	4
1... 1,9	9
2... 2,9	16
3 et plus	25

Table.3.2.Nombre de mesure en fonction indice K [16].

Le prix d'un tel appareil varie en fonction de son degré de précision, de sa plage de mesure, de la possibilité de raccorder une cellule photoélectrique séparée, de la possibilité d'enregistrer des valeurs, et d'en calculer la moyenne, de mesurer un éclairément discontinu ou d'intégrer dans le temps un éclairément variable [16].



III.6.2.Luminancemètre [17] :

Un luminancemètre est l'instrument de mesure, qui permet de mesurer la luminance d'une source lumineuse, c'est à dire l'intensité lumineuse émise ou réfléchiée par une source rapportée à sa surface apparente.

La luminance est une grandeur photométrique, c'est à dire dépendante de la courbe de sensibilité de l'œil humain.

Il permet de contrôler la luminosité de n'importe quelle source lumineuse : ampoules, éclairages, balisages routiers, LED, écrans LCD,...

En plus des luminancemètre classiques, il existe des luminancemètre colorimètres qui mesurent la couleur (RGB) de la source lumineuse en plus de son intensité lumineuse.

III.7.Principes fondamentaux de l'éclairage :

Un bon éclairage doit permettre d'accomplir les activités diverses avec un maximum de confort et de sécurité.

Généralement il existe cinq critères de base contribuent à ce confort visuel :

➤ **Un niveau d'éclairement suffisant [18] :**

Le niveau d'éclairement à prévoir devrait être adapté à un local, et aux activités , qui auront lieu dans ce local, il peut sembler logique d'avoir besoin d'un éclairage différent pour effectuer une tâche ,telle un travail de précision, lire un livre, se détendre dans un fauteuil, ... ou simplement passer dans un corridor [18].

En fonction de ces activités, un nombre de lux est nécessaire pour leur pratique.

Les valeurs recommandées par type de local ou d'activité sont reprises dans divers règlements ou normes, comme l'EN 12464-1 pour les lieux de travail.

À titre d'exemple (en lux) :

Hall d'entrée, couloir, escalier, toilettes : de 50 à 100.



Sanitaires : 200-300.

Cuisine : 200-500.

Bureau : 500.

Séjour, salon : 100-300.

Salle à manger : 100-200.

Chambres : 100-200.

Buanderies, cave, débarras : 50-100.

Ceci dit, il y a plusieurs moyens pour générer ce nombre de lux, qui dépend directement du nombre de luminaires, et de la puissance lumineuse de chacun d'eux. D'autre part, le luminaire en tant que tel a aussi une importance prépondérante dans la quantité de lumière qui arrive exactement là où il faut (concentration, diffusion, absorption, ...).

Il peut être judicieux de placer plusieurs points lumineux, afin d'avoir toute la flexibilité voulue, pour couvrir les différents besoins d'utilisation du lieu.

➤ **éclairagements homogènes et uniformes :**

Un éclairage uniforme dans toute la zone d'activité propre va éviter aux yeux de devoir sans cesse s'adapter aux variations d'éclairage, et donc de les fatiguer inutilement. Pour ce critère, il faut tenir compte non seulement de l'uniformité d'éclairage en lux (incluant l'absence de scintillement, ...), mais aussi de l'uniformité de couleur de cet éclairage [18].

➤ **absence d'éblouissement :**

L'éblouissement peut être direct, ou indirect, c'est un facteur fréquent et important d'inconfort.

L'éclairage naturel en est souvent la cause principale, compte tenu des niveaux d'éclairage très élevés de la lumière du jour, cependant l'éclairage artificiel est aussi à prendre en considération :



Aucune source lumineuse non protégée ne doit apparaître dans le champ visuel de l'opérateur, dans un angle de 30° au-dessus de la ligne horizontale partant de l'œil.

Les luminaires seront équipés de dispositifs (grilles de défilement, diffuseur...), pour éviter cet inconvénient il faut :

Les tubes fluorescents seront placés de préférence perpendiculairement à la ligne de vision.

Les parois brillantes sont à éviter : préférer des surfaces mates, ou satinées pour les plans de travail, les machines et les surfaces environnantes [18].

➤ **un contraste satisfaisant :**

Un bon contrastes est nécessaire entre ce qui est à percevoir et le fond.

Cependant, entre différentes zones du champ visuel, des contrastes trop élevés diminuent l'efficacité de la vision ainsi que le confort visuel [18].

L'éclairage de la zone environnante immédiate doit être en rapport avec l'éclairage de la zone de travail, et il convient de réaliser une distribution bien équilibrée des luminances dans le champ visuel [18].

La zone environnante immédiate est une bande de largeur d'au moins 0,5 m autour de la zone de travail dans le champ visuel.

Il convient aussi d'éviter les zones d'ombre et les effets de masque, en plaçant les luminaires au-dessus des zones de travail et en préférant l'installation d'un plus grand nombre de luminaires de moindre intensité à un faible nombre plus puissants [18].

➤ **Rendu de couleurs [18] :**

Sous cette appellation, nous trouvons deux caractéristiques, la reconnaissance des couleurs, et l'ambiance créée par la lumière, de froide à chaude. Ce critère dépend très fortement du type de lampes et de luminaires utilisés, ainsi que des couleurs, des objets, murs, plafonds et sols environnants.



Suivant le type d'éclairage utilisé, l'objet regardé peut sembler avoir des couleurs différentes. En général, le but est d'avoir un rendu de couleur le plus proche possible de celui visible en lumière naturelle.

Il peut bien sûr y avoir des exceptions. Si vous voulez mettre en valeur vos minéraux fluorescents par exemple, vous utiliserez un éclairage adapté pour créer cet effet. Dans ce cas, nous devons être prudents pour éviter les longueurs d'ondes nocives à notre santé, c'est le domaine des UV (ultraviolets).

Les teintes chaudes (+/- 3000K) sont généralement recommandées pour l'éclairage de séjours, ou lieux de détente, ...

Les teintes froides (+/- 5000K) quant à elles sont privilégiées pour les éclairages, où les performances visuelles sont élevées, alors que les teintes intermédiaires (+/- 4000K) concernent plutôt les travaux techniques.

III.8. Normes et réglementation :

III.8.1. Les dispositifs de protection :

Une installation électrique doit disposer de plusieurs dispositifs de protection, dont les sensibilités et les fonctions sont différents [6].

On distingue, dans l'ordre d'apparition :

- Le disjoncteur de branchement (AGCP) :

Sa vocation outre d'empêcher les fraudes, est de détecter tous les défauts possibles, comme une fuite de courant, un court-circuit ou une surintensité, mais il n'est pas assez suffisant pour protéger les usagers et il a aussi l'inconvénient de couper l'alimentation de toute l'installation, ce qui ne facilite pas la recherche de l'origine du dysfonctionnement [6].

- le parafoudre :

Il protège l'installation des effets indirects de la foudre, quand cette dernière tombe sur une ligne aérienne alimentant l'installation, sur un arbre à proximité ou sur structure mise à la terre.



Dans tous ces cas la foudre provoque une surtension de plusieurs milliers de volts dommageable pour l'installation et les équipements, il doit être installé directement après le disjoncteur de branchement, et être raccordé à la terre [6].

- Les dispositifs différentiels haute sensibilité 30 Ma (DDRHS) :

Comme leur nom l'indique, ils disposent d'une grande sensibilité, bien supérieure à celle du disjoncteur de branchement car ils sont capables de détecter un courant d'une intensité de 30mA (sachant que le courant est dangereux pour l'individu à partir de 50 mA).

Ces DDRHS se placent en tête des groupes de circuits créés sur le tableau, donc après le disjoncteur de branchement, et l'éventuel parafoudre et avant les disjoncteurs divisionnaires attribués à chaque circuit [6].

- On distingue les interrupteurs et les disjoncteurs différentiels :

Les interrupteurs différentiels ne détectent que les fuites de courant mais pas les courts circuits et les surcharges, ils sont donc complémentaires avec les disjoncteurs divisionnaires dont c'est la fonction [6].

Les disjoncteurs différentiels détectent les fuites de courant, les surcharges et les courts circuits, il existe trois types de DDRHS 30 mA chacun d'eux reconnaissable au symbole inscrit au-dessus de leur bouton test :

Les types AC : les plus courants, utilisés pour la protection des circuits d'éclairages et de prise de courant [6].

Les types A : utilisés pour la protection de circuits spécifiques, comme les appareils électroménagers récents embarquant de l'électronique ou susceptibles de produire des courants de défaut (lave-linge, plaque cuisson), ils sont environ 20% plus chers que ceux de type AC.

Les types B : en lieu et place du Type A pour certaines applications alimentées à travers un redresseur triphasé [6].

Les types Hpi, HI, Si : utilisés pour les appareils sensibles aux coupures de courant intempestives, comme le matériel informatique, le congélateur ou l'alarme, ils coûtent jusqu'à trois fois plus cher que ceux de type AC [6].



➤ Les disjoncteurs divisionnaires ou coupe-circuits :

Ils sont placés en tête de chaque circuit et assurent la même fonction de protection contre les surcharges, et les courts circuits, mais les coupe circuit (moins chère) ne sont pas autorisé en tête de certains circuits, ils intègrent des fusibles de calibre adapter à la section du conducteur et qu'il convient de remplacer quand ils ont été détériorés, il est donc essentiel d'avoir en permanence des fusibles de remplacement [6].

➤ La mise à la terre :

Elle est obligatoire dans une installation conforme à la norme et permet d'évacuer vers la terre les fuites de courant accidentelles [6].

III.8.2 .Section des conducteurs et câbles des protections :

Nature de circuit	Description	Section (cuivre mm ²)	Courant assigné du disjoncteur(A)
Eclairage	Point d'éclairages ou point de commande	1 ,5	16
Prise de courant 16 A	Circuit avec 8socles	1,5	16
	Circuit avec 12socles	2 ,5	20
	Circuit avec 6max socles non spécialisé de cuisine	2,5	20
	Circuit spécialisé de la cuisine	2,5	20
Prise de courant 32 A	Une seule prise par circuit	4	32
Prise de courant 20 A	Une seule prise par circuit	6	25
VMS	VMS	1,5	2 A cas particuliers jusqu'à 16 A
volets roulants	volets roulants	1 ,5	16
Pilotage	pilote, gestionnaire d'énergie	1,5	2
Cuisson	monophasé	6	32
	triphasé	2,5	20
chauffe-eau	chauffe-eau électrique non instantané	2,5	20
Chauffage 230 V : émetteurs muraux convecteurs, panneaux radiants	3500W	1,5	16
	4500W	2,5	20
	5750W	4	25
	7250 W	6	32
Chauffage 230 V : Plancher accumulation ou direct (câble autorégulant)	1700W	1,5	16
	3400W	2,5	25
	4200W	4	32
	5400W	6	40
	7500 W	10	50

Table.3.3.Section des conducteurs et câbles des protections [7].



III.8.3. Les prises de courants [7] :

Les prises inférieures à 32A (16A +terre, 20A+terre) doivent être placées de façon à ce que l'axe des alvéoles soit au moins de 5cm du sol fini.

Les prises 32A+terre : doivent être placées de façon à ce que l'axe de leurs alvéoles se trouve à au moins 12cm du sol fini.

Ces hauteurs sont des minimales et rien ne vous empêche de placer les prises plus hautes à condition néanmoins que leur hauteur ne dépasse pas 1,30m.

Le nombre de prises 16A pour un seul circuit sont définis par la norme en fonction de la puissance des prises et du conducteur d'alimentation :

- 8 prises sont autorisées avec des conducteurs dont la section est de 1,5mm², la protection doit être assurée par un disjoncteur divisionnaire de 16A.
- 12 prises sont autorisées avec des conducteurs dont la section est de 2,5mm².
- Une prise de 20A doit être alimentée avec des conducteurs dont la section minimale est de 4mm².
- Une prise de 32A doit être alimentée avec des conducteurs dont la section minimale est de 6mm².

Aussi, les prises spécialisées sont des prises dédiées au raccordement d'appareil de forte consommation, les plus souvent les appareils électroménagers, il s'agit de prises n'alimentant qu'un seul appareil.

La norme impose au moins quatre circuits spécialisés, un de 32A et trois de 16A, un minimum compte tenu du nombre électroménagers équipant les logements.

En outre d'autres équipements nécessitent également des circuits spécialisés comme les chauffe-eau électriques, la climatisation, les radiateurs électriques ...



III.8.4.L'éclairage [6] :

Élément essentiel du confort, l'éclairage est régi par le respect de la norme NF C 15-100, mais sa mise en forme dispose d'une grande souplesse, qu'il s'agisse de commande, d'intensité lumineuse ou de type de lumière.

Évidemment fonctionnel, il est aussi décoratif et contribue à la valorisation des volumes et des couleurs.

Il est très important de respecter le code couleur lors de l'installation électrique :

- Bleu pour le neutre.
- Rayé jaune et vert pour la terre.
- Toute autre couleur pour la phase, à l'exception du bleu, du jaune et du vert, le plus souvent rouge (parfois noire ou marron).

La norme a précisé le nombre minimal de circuits d'éclairage, d'au moins deux circuits pour logements à partir de deux pièces principales.

Ainsi les circuits d'éclairage doivent être alimentés avec des conducteurs de 1,5 mm² de section, au niveau du tableau de répartition la protection contre les fuites de courant est assurée par un DDRHS de 30 mA, et celle contre surintensités ou les courts-circuits par un disjoncteur divisionnaire de 16A ou un coupe circuit de 10A.

Chaque circuit peut alimenter jusqu'à huit points d'éclairage maximum, un point d'utilisation correspondant à 300VA, lorsqu'il s'agit de spots ou de bandeaux lumineux continue. Aussi, les plafonniers et les appliques sont soumis à la norme NF C 15-100 qui rend obligatoire la pose d'un DCL (dispositif de connexion pour luminaire) pour chaque unité d'éclairage, il permet de brancher et débrancher un luminaire sans nécessiter d'accès aux conducteurs exactement comme une prise de courant sur une prise murale.

Il existe des DCL adaptés au neuf comme à la rénovation, pour support creux ou plein, ainsi que pour la pose en saillie.



Le raccordement est très simple, puisqu'il suffit d'enfoncer les bouts dénudés dans les conducteurs, les DCL du plafonnier sont dotés d'un crochet pour suspendre le luminaire dans la limite de charge est 25kg.

Au-delà, il est impératif de fixer le DCL à la structure du plafond.

Tous les dispositifs manuels de commande fonctionnelle doivent être situés en entrée à l'intérieur de chaque pièce à hauteur comprise entre 0,90 et 1,30 m du sol. La commande d'éclairage peut être manuelle ou automatique par les détecteurs de mouvement ou de présence.

Dans le cas des locaux contenant une baignoire ou une douche, le dispositif de commande manuelle peut, pour respecter les règles liées aux volumes, être disposé à l'extérieur.

III.8.5.Norme pièce par pièce [7] :

Le séjour, la cuisine, la chambre doivent contenir chacune au moins un point d'éclairage (généralement en plafond), équipé d'un socle DCL + douille DC, en cas d'une rénovation totale ou impossibilités techniques de réalisation en plafond l'alimentation de l'éclairage du local peut aboutir au niveau des parois ou d'une prise de courant commandée ou les deux.

III.8.5.1 .Le séjour [7] :

Un socle par tranche de 4 m² de surface, minimum de 5 socles, pour les surfaces supérieurs de 28m² au minimum 7socle.

Lorsque la cuisine est ouverte sur le séjour, la surface du séjour est égale à la surface totale moins 8 m².

On peut ajouter deux socles de prises de courant 16 A 2P+T supplémentaires destinés aux usages multimédia

Un socle de prise de courant 16 A 2P+T non commandé doit être disposé à proximité immédiate du dispositif de commande d'éclairage situé en entrée de la pièce. Un socle (prise de communication) par pièce principale avec un minimum de deux pour les logements de deux pièces et moins et aussi Prise RJ45.

Prise télévision si la télévision n'est pas distribuée par les prises RJ45.



III.8.5.2. La cuisine [7] :

- Circuits spécialisés gros électroménager :

Un circuit d'alimentation pour cuisinière ou plaque de cuisson seule avec une boîte de connexion ou une prise 32 A mono ou une prise 20 A tri.

Un circuit spécialisé avec socle prise de courant 16 A si four indépendant.

Ainsi un autre circuit spécialisé avec socle prise de courant 16 A pour lave-vaisselle et un autre circuit spécialisé avec socle prise de courant 16 A pour lave-linge.

Lorsque l'emplacement du congélateur est défini, il convient de prévoir un circuit spécialisé avec un dispositif différentiel 30 mA spécifique à ce circuit, de préférence à immunité renforcée.

- Prises de courant non spécialisées :

Six socles alimentés depuis un départ dédié.

Si la surface de la cuisine est 4m², trois socles sont admis.

Un socle supplémentaire identifié pour la hotte peut-être placé au-dessus des plaques de cuisson sous condition d'installation à 1,80 m minimum.

Un socle de prise de courant 16 A 2P+T non commandé doit être disposé à proximité immédiate du dispositif de commande d'éclairage.

L'axe des socles de prise de courant doit être situé à une hauteur inférieure ou égale à 1,30 m du sol, à l'exception du socle supplémentaire dédié à la hotte.

III.8.5.3. la chambre [7] :

Prise RJ45 : emplacement à proximité d'un socle prise de courant 16 A.

Prise télévision si la télévision n'est pas distribuée par les prises RJ45 emplacement à proximité :
- d'un socle prise de courant 16 A.



Le nombre minimal de prises télévision :

- une dans les logements comprenant une seule pièce principale.
- deux dans les logements comprenant de deux à quatre pièces principales.
- trois dans les logements comprenant cinq pièces principales et plus.

- Prises de courant non spécialisées 16 A :

Trois socles [7].

Répartition en périphérie.

Un socle de prise de courant supplémentaire 16 A 2P+T non commandé, doit être disposé à proximité immédiate du dispositif de commande d'éclairage.

III.8.5.4.Salle de bain [7] :

On peut classer la salle de bain en quatre volumes :

0 : dans la baignoire ou la douche.

1 : au-dessus du volume 0 et jusqu'à 2,25 m à partir du fond baignoire ou douche.

2 : 0,6 m autour du volume 1 et jusqu'à 2,25 m à partir du fond baignoire ou douche.

Volume caché : espace sous la baignoire si fermé et accessible par trappe.

Toute paroi fixe et pérenne, jointive au sol, limite les volumes lorsque sa hauteur est supérieure ou égale à celle du volume concerné et en appliquant alors la règle du contournement horizontal, mais dans les autres cas, cette paroi ne délimite pas les volumes.

- Appareillage :

Aucun appareillage dans volume 0.

Aucun appareillage en volume 1 et 2, sauf interrupteurs de circuits à TBTS 12 V dont la source est installée hors volumes 0, 1 ou 2.



➤ Matériels d'utilisation :

Autorisés dans volumes 0 et 1 :

- si TBTS 12 Vca ou 30 Vcc.

- et IP X7 en volume 0.

- et IP X4, IP X5 en volume 1.

Autorisés en volume 2 :

si classe II - DCL si IP X4.

Ne peuvent pas être installés sur tabliers, paillasses et niches de baignoire ou douche.

- Production d'eau chaude :

Dans les volumes 1 et 2, s'ils ne peuvent pas être placés ailleurs, seuls sont admis, à condition que le circuit d'alimentation soit protégé par DDR 30 mA, les appareils alimentés en 230 V suivants :

Les chauffe-eau électriques instantanés ou à accumulation.

Un chauffe-eau instantané installé en volume 1 ou 2 peut être alimenté directement par un câble, sans interposition d'une boîte de connexion.

Cette dérogation à l'obligation d'une boîte de connexion à l'extrémité de chaque canalisation noyée permet au câble d'alimentation de pénétrer directement dans le chauffe-eau.

- Lave-linge / Sèche-linge :

Non autorisés dans volumes 0, 1 et 2.

Les dispositions pour le respect de la prescription incombent au maître d'œuvre.

- Prise de courant :

Un socle minimum, autorisé hors volume uniquement.



Un socle de prise de courant alimenté par un transformateur de séparation pour rasoir de puissance assignée comprise entre 20 VA et 50 VA conforme à la norme NF EN 61558-25 est autorisé en volume 2.

Un socle de prise de courant 16 A 2P+T et non commandé, doit être disposé (hors volume) à proximité immédiate du dispositif de commande d'éclairage.

III.9.Bilan énergétique :

III.9.1.Energie :

Afin de mieux comprendre le bilan énergétique nous détaillons quelques notions de l'électricité, la tension (U) en Volt et le courant (I) en ampère [5].

La puissance d'un dispositif est égale à la tension appliquée aux bornes du système, multipliée par le courant qui le traverse, elle est exprimée en watts (W) [5] :

$$P=U \times I \quad \text{(III .6)}$$

Nous savons maintenant calculer la puissance à un instant (t), l'énergie mesure la puissance dissipée pendant une certaine durée, sa formule de calcul est la suivante [5] :

$$W=P \times t \quad \text{(III.7)}$$

Où P est la puissance exprimée au watt, t la durée en seconde et W l'énergie en watt-seconde (W/s) [5].

Sur la facture d'électricité la consommation d'énergie est exprimée en kilowatt-heure (kWh) à savoir :

1 kWh est égal à 36000000 W/s [5].

III.9.2.Etiquette énergie :

La consommation d'électricité ne cesse de croître, elle a presque triplé. En outre, il y a une quinzaine d'année pour un même service, les fabricants ne proposaient pas d'appareils moins gourmands, c'est pourquoi les états membres de l'union européenne ont décidé d'établir une réglementation portant sur la consommation énergétique des appareils [5].

La stratégie mise en œuvre s’oriente autour de deux éléments :

- Informer le consommateur sur le bilan énergétique des appareils proposés à la vente.
- Interdire l’accès au marché des appareils dont le bilan énergétique est jugé insuffisant, ce principe n’est pas encore appliqué à tous les appareils.

Le consommateur dispose d’un étiquetage et d’informations uniformes sur les appareils électroménagers et les lampes ce qui facilite grandement les comparaisons [5].

La classe énergétique est indiquée par le curseur noir et la lettre, situés sur la droite, l’échelle va de la lettre A+++ à la lettre G ou D, l’appareil de classe A est beaucoup plus économe qu’un appareil de classe G [5].

Pour certains appareils, les fabricants doivent indiquer le niveau sonore pendant le fonctionnement, celui-ci est indiqué en décibels, plus la valeur est élevée plus l’appareil est bruyant [5].

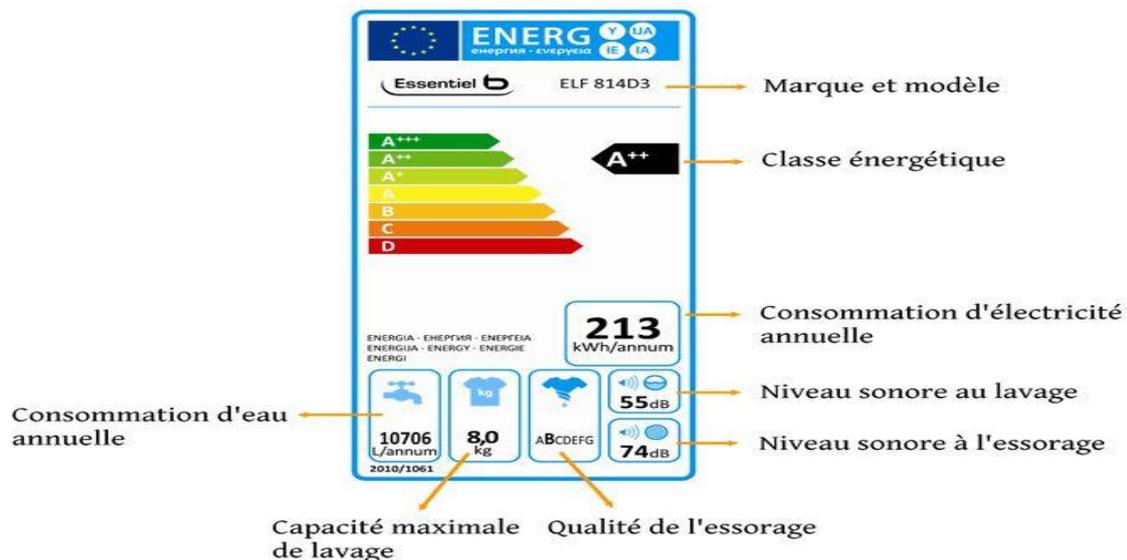


Fig.3.11.Étiquette énergie d’une lave –linge [14].



III.9.3. Consommation énergétique d'une habitation :

Les tableaux dessous donnent la puissance de chaque appareil et sa consommation annuelle [13] :

Type d'appareil	Puissance	Durée d'utilisation	Consommation / an
Frigo Combi A+	150 à 200 W	365 jours - en continu	1533kWh
Lave-vaisselle	1200 W	48 semaines – 5h/semaine	288 kWh
Cafetière	500 à 1000 W	335 jours - 10 min/jour	44,375 kWh
Hotte	70 à 150 W	335 jours - 40 min/jour	26,03 kWh
Four à micro-ondes	1000 à 1500W	48 semaines - 1,5h/semaine	90 kWh
Four électrique classique	2000 à 2500 W	48 semaines - 1,5h/semaine	162 kWh

Table.3.4. Consommation moyenne des appareils électriques de cuisine [13].

Type d'appareil	Puissance	Durée d'utilisation	Consommation / an
TV LED en service	20 à 60 W	335 jours - 4h par jour	53,6 kWh
TV LED en veille	0.2 à 0.3 W	365 jours - en continu	2,2 kWh
Eclairage économique	12 W	335 jours - 5h par jour	20,1 kWh
Décodeur TVD+ADSL	44 à 45 W	365 jours - en continu	277 kWh + 112 kWh

Table.3.5. Consommation moyenne des appareils électriques de salon [13].



Type d'appareil	Puissance	Durée d'utilisation	Consommation / an
Séchoir C	2500 à 3000W	32 semaines – 2h/semaine	172 kWh
Lave-linge A+++	2500 à 3000 W	48 semaines – 4h/semaine	528kWh
Fer à repasser	750 à 1100 W	48 semaines - 5h/semaine	222 kWh
Aspirateur	650 à 800 W	48 semaines - 2h/semaine	70 kWh

Table.3.6.Consommation moyenne des appareils électriques de la buanderie [13].

Type d'appareil		Puissance	Durée d'utilisation	Consommation / an
Ordinateur à écran plat	en service	70 à 80 W	240 jours - 4h/jour	72 kWh
Ordinateur à écran plat	en veille	3 W	365 jours	26,28 kWh
TV LCD	en service	90 à 250 W	335 jours - 4h/jour	227,8 kWh
TV LCD	en veille	3 W	365 jours	26,28kWh

Table.3.7.Consommation moyenne des appareils électriques de la chambre de nuit [13].



Type d'appareil	Puissance	Durée d'utilisation	Consommation / an
Rasoir électrique	8 à 12 W	335 jours - 5 min/jour	0,3 kWh
Chauffage d'appoint	1000 à 2000 W	240 jours - 30 min/jour	180 kWh
Sèche-cheveux	300 à 600 W	48 semaines - 30 min/jour	10,8 kWh

Table.3.8.Consommation moyenne des appareils électriques de la salle de bain [13].

III.9.4.Le coût de la consommation pour une durée d'un trimestre pour l'habitation de 4 pièces :

Consommation (kWh)	de 0 à 125	de 126 à 250	de 251 à 1000	Supérieure à 1000
Prix (cDA/kWh)	177,87	417,89	481,20	547,96

Table.3.9.Le prix de la consommation par tranche.



La pièce	Consommation total kW/trimestre
Salon	108 .2712 kW
Cuisine	529.455 kW
Salle de bain + buanderie	47.019 kW +44 kW
Chambre	87 .1 kW
	Total = 815.8452 kW

Table.3.10.La consommation d'une habitation a quatre pièces par trimestre.

Le coût global de la consommation de cette habitation pendant un trimestre :

$$125*177,87 + 125*417,89 + 601,4852*481,20 = 363904,6782 \text{ cDA.}$$

En lettre : trois cents soixante-trois mille neuf cent quatre dinars et six mille sept cent quatre-vingt-deux centimes de dinars algérien.



III.10.Schéma électrique de l'installation :

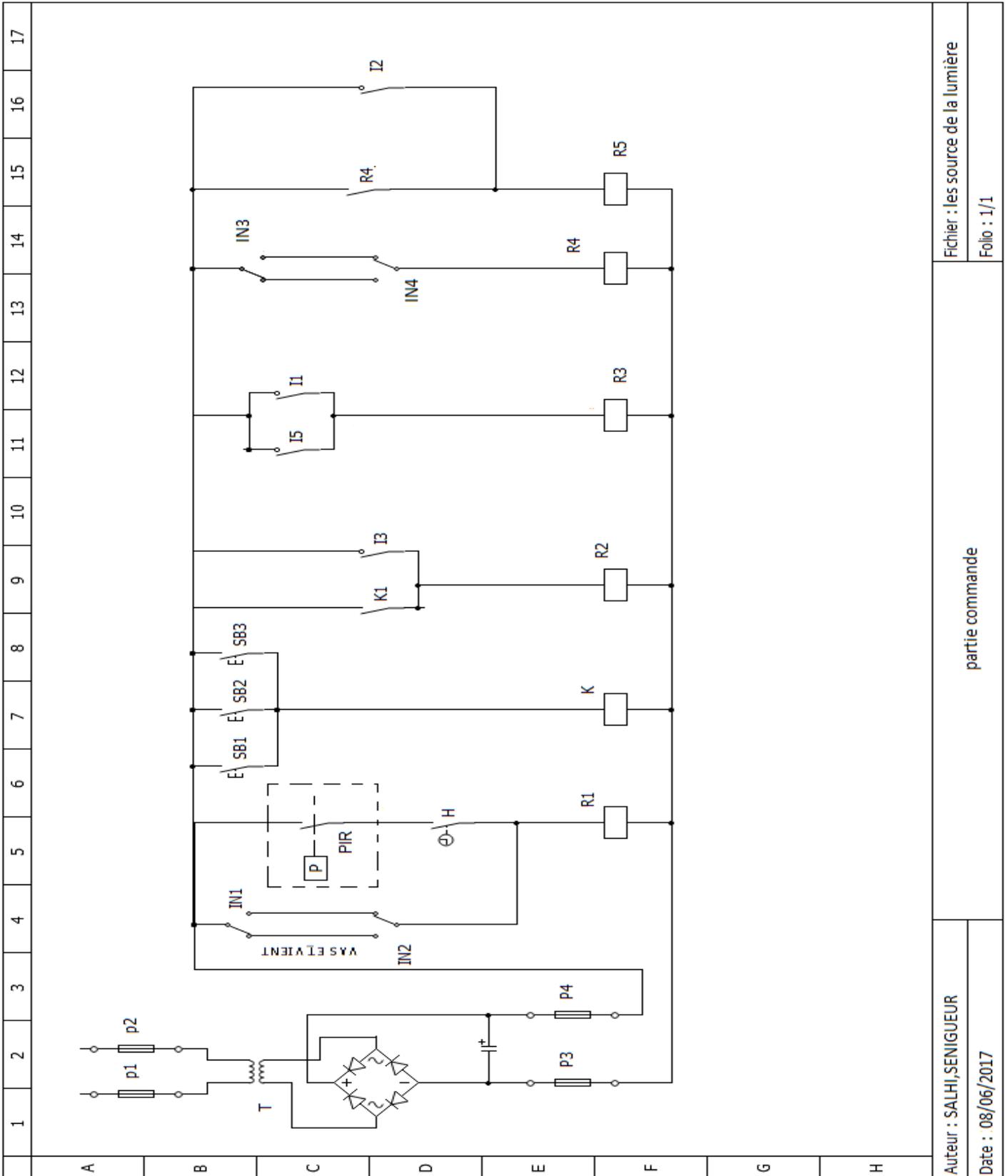


Fig.3.12.Partie commande.

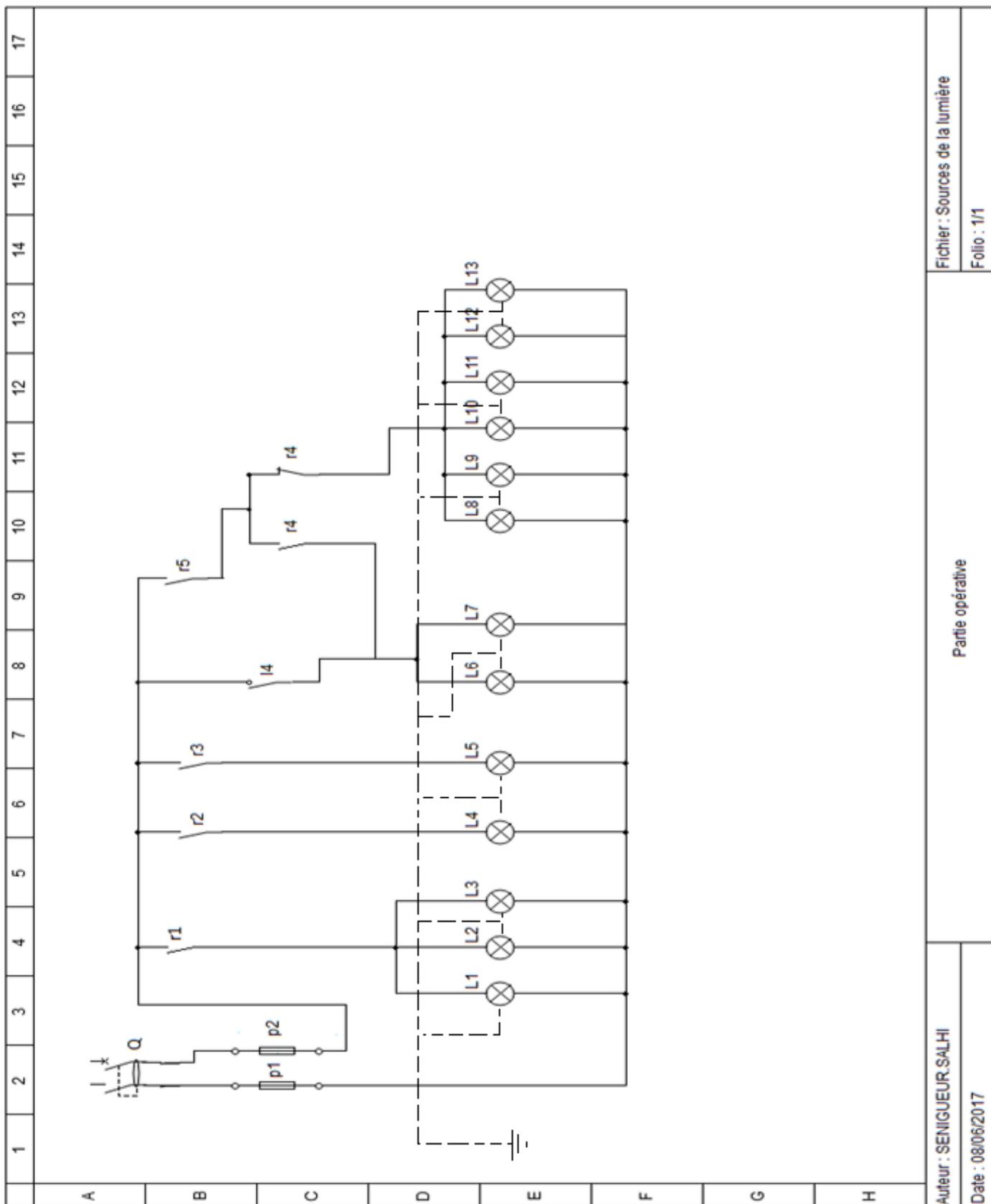


Fig.3.13.Partie opérative.



III.10.1.Nomenclature :

- Disjoncteur principal (Q1).
- Deux fusibles principaux que nous avons nommé (p1, p2).
 - Pour La partie commande :
 - L'alimentation dans cette partie est 24V grâce à un transformateur (T) (220V-24V), cette tension est redressée et filtrée.
 - Deux fusibles nommés (p3, p4).
 - Trois Boutons poussoirs (SB1, SB2, SB3).
 - Quatre interrupteurs (I1, I2, I3, I5).
 - Un détecteur de présence (PIR).
 - Un télérupteur nommé (k) et son contact (K1).
 - Cinq relais électriques (R1, R2,..., R5).
 - Une horloge (H).
 - Quatre inverseurs (IN1, IN2, IN3, IN4).
 - Pour La partie opérative (puissance) :
 - Un interrupteur (I4).
 - **Lampes** : sept lampes de l'éclairage de base (L1,..., L7) et six lampes de l'éclairage d'ambiance (L8,..., L13).
 - Prise de masse.
 - Les contacts des relais (r1, r2,..., r5).

III.10.2. Le fonctionnement du schéma :

Etape 1 : on s'assure que les disjoncteurs sont fermés et que les fusibles sont en bon état.

Etape 2 : lorsqu'une personne est présente sur le hall le contact (PIR) est fermé automatiquement, ensuite (dans la partie opérative), le contact (r1) est fermé et si l'horloge (H) est mise en marche, les trois lampes (L1, L2 et L3) du hall s'allument.



En l'absence de toute personne, le contact (PIR) est ouvert donc les lampes de hall sont éteintes.

Pour la commande manuelle, on appuie sur IN1 ou IN2 (va et vient) pour allumer ou éteindre les trois lampes du hall.

Etape 3 : si on appuie sur l'un des boutons poussoirs (SB1 ou SB2 ou SB3), le contact du télérupteur (k1)) est fermé donc (dans la partie opérative) le contact (r2) est fermé et la lampe (L4) de la chambre de nuit s'allume.

Un deuxième appuie sur l'un des boutons poussoir (SB1 ou SB2 ou SB3) éteint la lampe (L4).

Pour la commande manuelle, l'interrupteur (I3) est utilisé pour allumer ou éteindre la lampe (L4).

Etape 4 : lorsqu' on appuie sur l'interrupteur (I5) dans la salle de bain le contact (r3) est fermé, la lampe (L5) s'allume,

Un deuxième appuie sur l'interrupteur (I5) ouvre le contact (r3), la lampe (L5) s'éteint.

L'appuie sur l'interrupteur I1 permet d'allumer ou d'éteindre la lampe (L5).

Etape 5 : lorsqu' on appuie sur l'un des interrupteurs (IN3 ou IN4) et selon les conditions de fonctionnement de l'interrupteur va et vient, les trois contacts de relais (R4) changent l'état de repos, le contact (r5) est fermé donc les deux lampes du salon (L6, L7) s'allument.

Un deuxième appuie sur l'un des interrupteurs (IN3 ou IN4) éteint les deux lampes du salon (L6, L7).

Lorsqu'on appuie sur l'interrupteur (I2) et si les interrupteurs (IN3 ou IN4) sont en état off, le contact (r5) se ferme donc les lampes d'ambiance (L8, L9,..., L13) s'allument.

Un deuxième appuie sur l'interrupteur (I2) éteint les lampes d'ambiance (L8, L9,..., L13).

III.11.Conclusion

L'éclairage est un facteur environnemental essentiel pour assurer aux personnels des conditions de confort, il est assuré par le choix correct du mode d'éclairage, et la fourniture des puissances nécessaires pour chaque pièce. Le bon choix des lampes se fait suivant les caractéristiques et les besoins nécessaires, tout en utilisant des instruments de mesure (luxmètre ou luminancemètre). L'installation d'éclairage doit répondre à une réglementation stricte et suivre les recommandations des normes.

Chapitre IV : Les automates programmables



IV.1.Introduction :

Le monde est en évolution constante, pour faire face aux exigences sans cesse croissantes issues de la compétitivité, l'automatisation des équipements s'impose. En effet, elle permet de réduire au minimum le coût des différentes étapes de la production, et d'améliorer la qualité des produits pour répondre aux exigences de la clientèle.

IV.2.Définition des Automates Programmables :

Les Automates Programmables sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, ce sont des dispositifs électroniques programmables [28], destinés à automatiser des processus tels que la commande de machines au sein d'une usine ou le pilotage de l'éclairage dans une habitation...

Ainsi la nature des informations traitées par l'automate peuvent être de type [24] :

- Tout ou rien (T.O.R.) :

L'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1...), c'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...etc.

- Analogique :

L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée, c'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...).

- Numérique :

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale, c'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.



Fig.4.1.L'automate programmable Zelio Logic [39].



IV.3. Structure générale des APIs [27] :

Les principales caractéristiques d'un automate programmable sont :

- La modularité.
- La tension d'alimentation.
- La taille mémoire.
- La sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).
- Le nombre d'entrées / sorties.
- Les modules complémentaires (analogiques, de communication,..).
- Le langage de programmation.

IV.4. Structure interne d'un automate programmable industriel (API) [27] :

Les APIs comportent quatre principales parties :

- Une unité de traitement (un processeur CPU).
- Une mémoire.
- Des modules d'entrées-sorties.
- Des interfaces d'entrées-sorties.
- Une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) - 24 V (DC).

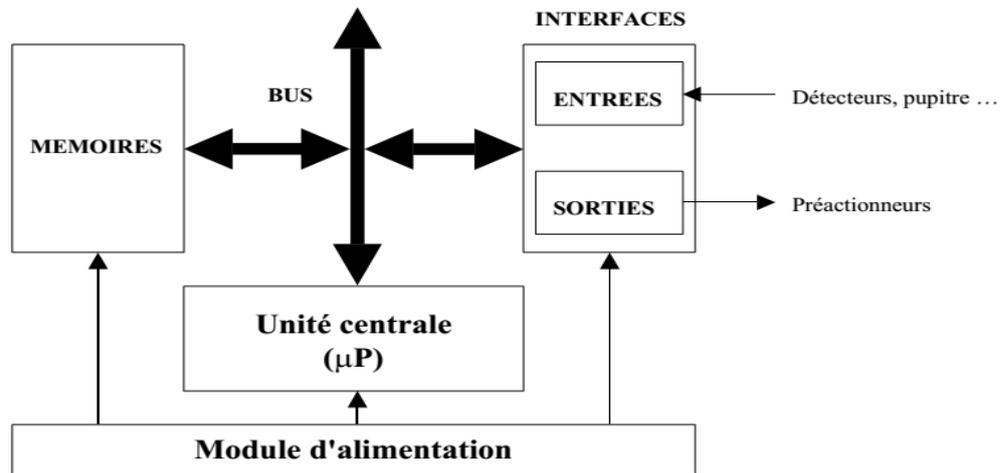


Fig.4.2.Structure interne d'un API [24].

IV.5.Description des éléments d'un API [27] :

IV.5.1.La mémoire :

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations, issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme.

Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs, et elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).

Il existe deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- La mémoire Langage où est stocké le langage de programmation, elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement (ROM : mémoire morte).
- La mémoire Travail utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive).



IV.5.2. Le processeur :

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties et d'autre part à exécuter les instructions du programme.

IV.5.3. Les interfaces et les cartes d'Entrées / Sorties :

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée et chaque capteur est relié à une de ces adresses.

L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie, chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate.

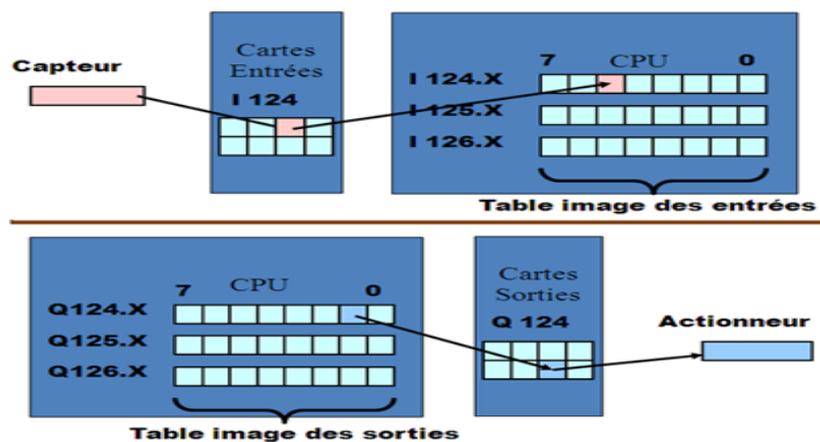


Fig.4.3. Les interfaces d'entrées/sorties [27].

IV.5.4. Cartes d'entrées :

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et d'adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

IV.5.5. Cartes de sorties :

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et les éléments des signalisations du système, et à adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande, à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.



IV.5.6.L'alimentation électrique :

Tous les automates actuels sont équipés d'une alimentation 240 V 50/60 Hz, 24 V DC.

Les entrées sont en 24 V DC et une mise à la terre doit également être prévue.

IV.6.Principe et fonctionnement de l'automate programmable :

L'automate programmable reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu est délivré par ses sorties. Ce cycle de traitement est toujours le même, quel que soit le programme, néanmoins le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme, et la puissance de l'automate [29].

C'est l'unité centrale qui gère l'automate programmable : elle reçoit, mémorise et traite les données entrantes et détermine l'état des données sortantes en fonction du programme établi [28].

Elle reçoit les informations relatives à l'état du système, puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire [27].

Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique [27].

IV.7.Langages de programmation des APIs [26] :

Les langages de programmation des systèmes automatisés sont décrits dans deux normes complémentaires :

- La norme CEI 61131-3.
- La norme CEI 61499.

La norme CEI 61131-3 définit entre autres choses, cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation d'applications d'automates programmables industriels (APIs).

Les cinq langages sont :

- Le SFC (Sequential Function Chart) : issu du langage GRAFCET, ce langage de haut niveau, permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.



- Le FBD (Function Block Diagram, ou schéma-blocs) : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- Le LD (Ladder Diagram, ou schéma à relais) : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false).
- Le ST (Structured Text, ou texte structuré) : ce langage est un langage textuel de haut niveau, il permet la programmation de tout type d'algorithmes plus ou moins complexes.
- Le langage IL (instruction List, ou liste d'instructions) : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne, il peut être comparé au langage assembleur.

IV.8. Domaines d'emploi des automates :

On utilise les APIs dans tous les secteurs industriels, pour la commande des machines (convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire, ...), ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [24].

IV.9. Avantages de l'API [25] :

L'utilisation de l'automate programmable dans le domaine industriel présente plusieurs avantages, dans la suite on va illustrer les plus importants :

- Moins de constituants :

La substitution des relais à un gain en volume, en encombrement et à la simplicité de l'emploi, particulièrement appréciés sur les machines simples.

- Moins de câblage :

Les connections se réduisent aux raccordements des capteurs aux entrées et des pré-actionneurs aux sorties.



L'accès aux différents organes de l'automatisme, lots des modifications et des réglages, se trouve ainsi facile.

➤ Plus de confort :

Le programme qui se substitue au câblage, et à l'ensemble des graphiques, peut être facilement saisi, modifié, et archivé, grâce au terminal de programmation et de réglage.

Ce programme peut être dupliqué pour les machines construites ainsi une diminution des coûts.

➤ Plus de fonctionnalités :

Pour les machines spéciales ou les installations compliquées, l'automate programmable offre des fonctions d'automatisme spécifiquement intégrées.

➤ Plus d'information :

La maintenance et la mise en place d'un automatisme sont faciles par la visualisation permanente de l'état des entrées/sorties, qui sont signalées par des voyants lumineux. Le dialogue entre l'homme et la machine est assuré par un terminal de programmation et de réglage grâce à son mode conversationnel et aux messages affichés sur l'écran.

IV.10.L'automate Zelio Logic [40] :

Le module Zelio Logic est très simple à mettre en œuvre, destiné à faciliter le câblage électrique de solutions intelligentes, sa flexibilité et ses performances permettent de réaliser des gains de temps et d'argent importants.

L'automate Zelio Logic peut être modulaire ou compact, sans ou avec extension. Les automates Zelio Logic sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire :

➤ Pour l'industrie :

- Dans les automatismes de petites machines de finition, de confection, d'assemblage ou d'emballage.
- Dans les automatismes décentralisés sur les annexes de grosses et moyennes machines (domaines du textile, du plastique, de la transformation des matériaux,...).

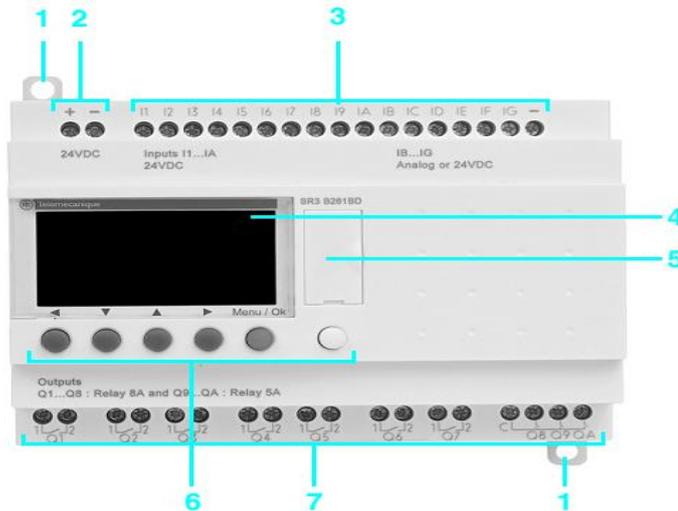


- Dans les automatismes pour machines agricoles (irrigation, pompage, serre,...).
- Pour le tertiaire/bâtiment :
 - Dans les automatismes de barrières, de volets roulants, de contrôle d'accès.
 - Dans les automatismes d'éclairage.
 - Dans les automatismes de compresseurs et de climatisation.
 - Dans les automatismes des alarmes.

IV.10.1. Description de l'automate Zelio Logic [40] :

- Les modules logiques compacts répondent aux besoins d'automatismes simples, Les entrées/sorties sont au nombre de :
 - 12 ou 20 E/S, alimentées en 24 V ou 12 V.
 - 10, 12 ou 20 E/S, alimentées en 100...240 V ou 24 V.
- Les entrées/sorties pour les modules logiques modulaires sont au nombre de :
 - 26 E/S, alimentées en 12 V.
 - 10 ou 26 E/S alimentées en 24 V, 100...240 V ou 24 V.

L'automate Zelio Logic soit compact ou modulaire contient les composants indiqués dans la figure suivante :



Légende :

- 1 Deux pattes de fixation rétractables.
- 2 Deux bornes d'alimentation.
- 3 Des bornes de raccordement des entrées.
- 4 Un afficheur LCD rétro éclairé de 4 lignes de 18 caractères.
- 5 Un emplacement pour cartouche mémoire ou raccordement au PC ou interface de communication Modem.
- 6 Un clavier de 6 touches pour la programmation et le paramétrage.
- 7 Des bornes de raccordement des sorties.

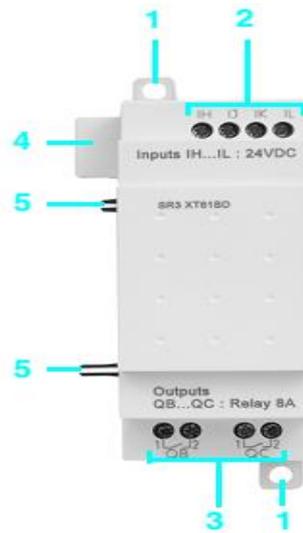
Fig.4.4. Les composants du Zelio Logic [40].

Ainsi pour plus de performance et de flexibilité, les automates Zelio Logic modulaires peuvent recevoir des extensions, afin d'obtenir un maximum de 40 E/S :

- Des extensions de communication réseau Modbus ou Ethernet, alimentées en 24 V par le module Zelio Logic de même tension.
- Des extensions d'entrées/sorties analogiques avec 4 E/S, alimentée en 24 V par le module Zelio Logic de même tension.



- Des extensions d'entrées/sorties TOR avec 6, 10, ou 14 E/S, alimentées par le module Zelio Logic de même tension.



Légende :

- 1 Deux pattes de fixation rétractables.
- 2 Des bornes de raccordement des entrées.
- 3 Des bornes de raccordement des sorties.
- 4 Un connecteur pour raccordement au module logique (alimentation fournie par le module Logique).
- 5 Des points de détrompage.

Fig.4.5.L'extension du module Zelio Logic [40].

IV.10.2.Touches de commandes de la face avant du module logique [42] :

Les touches situées sur la face avant du module logique permettent de configurer, programmer, commander l'application et surveiller son déroulement.

- La touche Shift correspond à la touche blanche située à droite de l'écran LCD, elle permet l'affichage d'un menu contextuel au-dessus des touches Z.



- La touche Menu/OK correspond à la touche verte située au-dessous et à droite de l'écran, cette touche est utilisée pour toutes les validations : menu, sous-menu, programme, paramètres, etc....
- Les touches Zx sont les touches grises alignées de gauche (Z1) à droite (Z4).
- Les flèches indiquant les sens des déplacements associés à la navigation sont gravées au-dessus des touches.

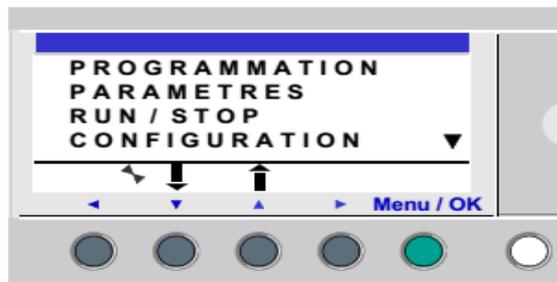


Fig.4.6.La face avant du Zelio Logic [42].

Ainsi, le menu du Zelio Logic contient les tâches suivantes :

- **PROGRAMMATION :**

Cette fonction permet de saisir les schémas de commande qui fonctionneront sur le module logique, qui est écrit en schéma de commande LD exclusivement.

- **MONITORING :**

Le mode monitoring permet de visualiser en dynamique l'état des entrées/sorties du module logique.

Ce mode permet également de modifier en dynamique la valeur des paramètres des fonctions d'automatisme, s'ils ne sont pas verrouillés.

- **PARAMÈTRES :**

Ce menu permet de saisir et de modifier les paramètres de l'application directement sur l'écran à partir des touches du module logique.

Cette fonctionnalité est accessible dans les deux modes LD et FBD, mais le contenu sera spécifique au mode utilisé.



➤ RUN / STOP :

Cette fonction permet de mettre en route ou d'arrêter le programme contenu dans le module logique :

- En mode stop : le programme est arrêté, les sorties sont désactivées,
- En mode run avec ou sans initialisation : le programme est exécuté.

➤ CONFIGURATION :

Le menu configuration donne accès aux 4 fonctionnalités suivantes :

- MOT DE PASSE :

Le mot de passe protège l'accès aux menus suivants :

PROGRAMMATION, MONITORING, CONFIGURATION, EFFACER PROG, TRANSFERT MODULE.

- FILTRE :

Cette fonction permet d'avoir une détection plus rapide des changements d'états sur les entrées Tout ou Rien.

- Zx TOUCHES :

Permettent d'activer ou de désactiver l'utilisation en boutons poussoirs des touches de navigation. Selon l'état de cette option on obtient des fonctionnalités différentes :

- **Inactive** : les touches ne sont disponibles que pour paramétrer, configurer et programmer le module logique.

- **Active** : il est également possible de les utiliser dans un schéma de commande.

Dans cette configuration, elles fonctionnent comme des boutons poussoirs.



- CYCLE ET WATCHDOG :

La durée de l'exécution d'un programme dépend de sa longueur et de sa complexité : En particulier, du type et du nombre d'entrées-sorties, ainsi que du nombre d'extensions.

Le programme est exécuté périodiquement à intervalle de temps régulier.

Cet intervalle de temps est la période de cycle.

Pour que le programme ait le temps de s'exécuter entièrement, la période de cycle doit être supérieure au temps d'exécution du programme.

La valeur de la période de cycle par défaut est de 10 millisecondes.

- EFFACER PROG :

Cette fonction permet d'effacer la totalité du programme.

- TRANSFERT :

Cette fonction permet de charger dans la mémoire de sauvegarde le firmware, et l'application contenue dans le module logique.

- VERSION :

Cette fonction permet d'identifier précisément la version de tous les composants du système. Ces informations sont disponibles pour le module logique, mais également pour les extensions connectées.

- LANGUE :

Cette fonction permet de choisir la langue utilisée par le module logique, tous les messages sont visualisables en 6 langues.



➤ DEFAUT :

Cette fonction permet d'afficher sur l'écran LCD le type de défaut détecté par le firmware du module logique (erreur ou mise en garde : débordement du chien de garde, période d'exécution trop élevée).

➤ CHANGER Jour/Heur :

Cette fonction permet de configurer la date et l'heure des modules logiques, qui possèdent une horloge.

➤ CHANGER ETE/HIV :

Cette fonction permet de changer automatiquement de plage horaire : été/hiver, pour les modules logiques qui possèdent une horloge.

IV.10.3.Le Zelio Soft :

Le logiciel Zelio Soft permet la programmation en langage contact (Ladder), ou en langage à blocs fonctionnels (FBD), ainsi l'utilisation du SFC est possible.

Le logiciel surveille les applications grâce à son test de cohérence, à la moindre erreur de saisie. Il existe deux types de test :

➤ Simulation :

Permet d'exécuter le programme directement dans Zelio Soft, la commande des entrées et l'affichage des sorties, la commande des touches Z, le pilotage des entrées analogiques, la visualisation/modification des paramètres des blocs fonctionnels et la simulation du bloc horloge.

➤ Transfert du programme dans le module.

IV.10.4. Langages utilisés pour la programmation dans Zelio Soft :

IV.10.4.1. Langage Ladder :



Le Ladder Diagramme (LD) ou Langage Ladder ou schéma à contacts est un langage graphique très populaire, auprès des automaticiens pour programmer les APIs, il ressemble un peu aux schémas électriques, en plus il est facilement compréhensible [30].

L'idée initiale du Ladder est la représentation des fonctions logique sous forme de schémas électriques, cette représentation est originalement matérielle, quand l'automate programmable industriel n'existait pas, les fonctions étaient réalisées par des câblages [31].

Un programme Ladder se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche vers la droite [32].

Il existe trois types d'éléments de langage [33] :

- Les entrées (contacts) permettant de lire la valeur d'une variable booléenne.
- Les sorties (bobines) permettant d'écrire la valeur d'une variable booléenne.
- Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

Ainsi il existe deux types de contact [34] :

- Contact normalement ouvert (NO : Normally Open) :

Ce contact est fermé lorsque la variable booléenne associée est vraie, sinon, il est ouvert.

- Contact normalement fermé (NC : Normally Closed) :

Ce contact est ouvert lorsque la variable booléenne associée est vraie, sinon il est fermé.

Il existe aussi de même deux types de bobines [35] :

- Bobine normalement ouverte (NO: Normally Open)

Si cette bobine est soumise à un potentiel, c'est-à-dire qu'il existe un circuit fermé reliant cette bobine des deux côtés du potentiel, alors la variable booléenne associée est mémorisée à 'vraie', sinon elle est mémorisée à 'fausse'.



- Bobine normalement fermée (NC : Normally Closed)

Si cette bobine est soumise à un potentiel, c'est-à-dire qu'il existe un circuit fermé reliant cette bobine des deux côtés du potentiel, alors la variable booléenne associée est mémorisée à 'fausse', sinon elle est mémorisée à 'vraie'.

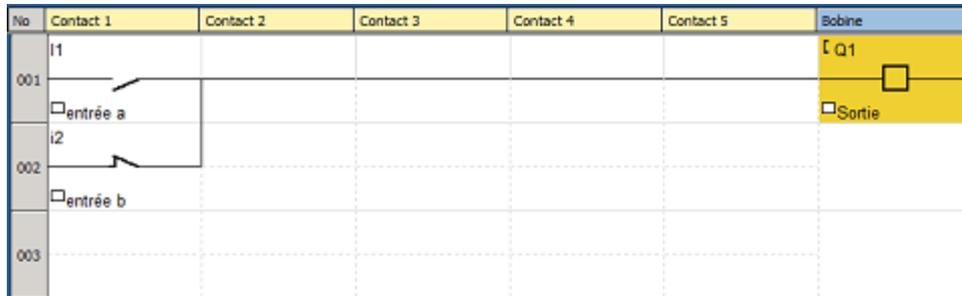


Fig.4.7. Programmation en Ladder dans le Zelio Soft [41].

IV.10.4.2. Langage FBD [36] :

'The Functional Block Diagram' (FBD) est un langage graphique, il permet la construction de procédures complexes, à partir de fonctions existantes de la librairie standard, ou de la section des fonctions ou des blocs fonctionnels. Le diagramme FBD décrit une fonction entre des variables d'entrée et des variables de sortie. Comme dans le cas du langage LD, la raison d'être du langage FBD est dérivée de la réalisation matérielle des automatismes, à une certaine époque (circuits électroniques).

Les ingénieurs ont une vision d'un programme comme un circuit à partir d'un ensemble de composant existants, on pouvait également construire de nouveaux circuits.

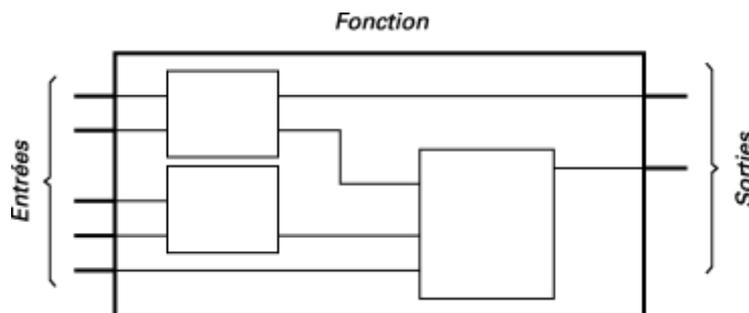


Fig.4.8. Le diagramme FBD [36].



La fonction complète représentée par un programme FBD est construite à l'aide de blocs élémentaires standards de la librairie standard ou de la section des fonctions ou des blocs fonctionnels.

Chaque bloc a un nombre défini de points de connexion en entrée et en sortie. Un bloc est représenté par un rectangle simple. Les entrées sont connectées sur le bord gauche du rectangle. Les sorties sont connectées sur le bord droit.

Dans le langage FBD, les composants sont substitués par des blocs fonctionnels.

Cela encourage la réutilisation de code. Un autre avantage est la capacité de hiérarchiser un programme.

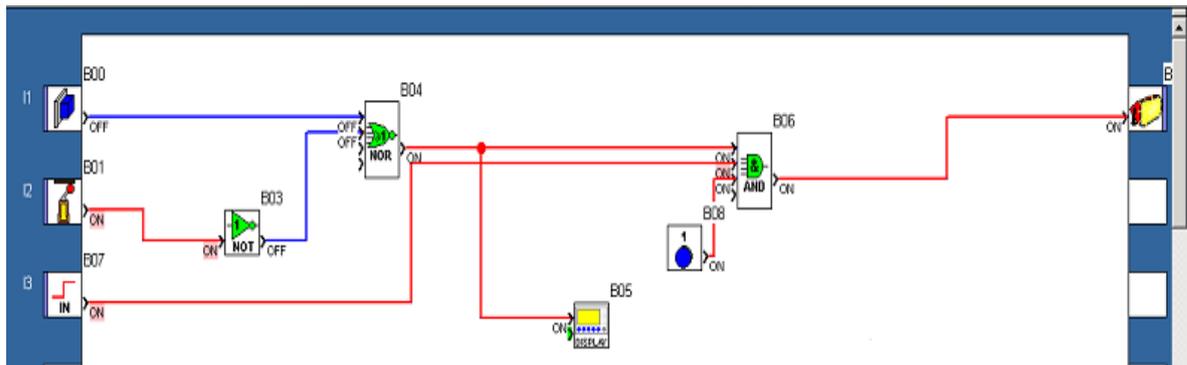


Fig.4.9. Programmation en FBD dans le Zelio Soft [41].

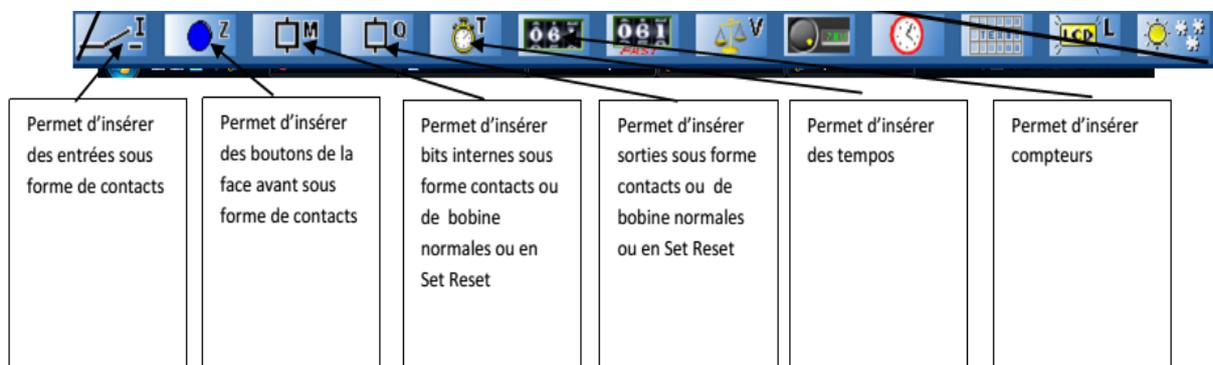


Fig.4.10. Les fonctions possibles en Ladder dans Zelio Soft [41].

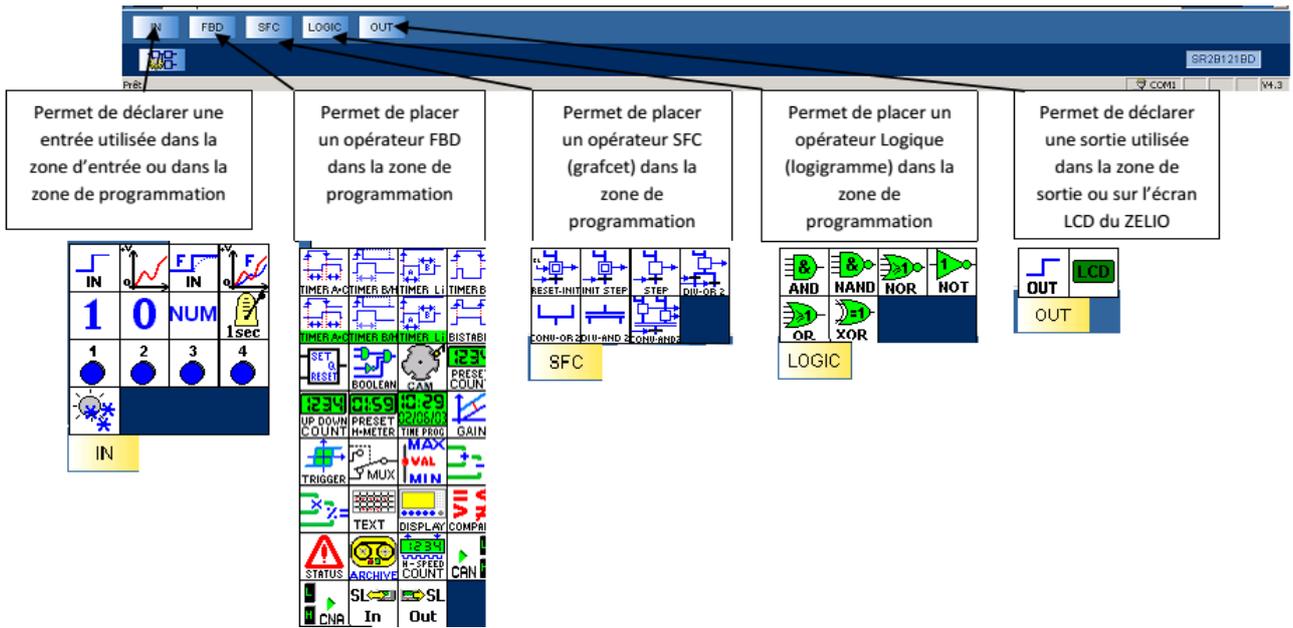


Fig.4.11. Les fonctions possibles en FBD dans Zelio Soft [41].

IV.10.4.3. Langage SFC :

SFC décrit graphiquement le comportement séquentiel d'un programme de commande. Il est dérivé des réseaux de Pétri, avec les adaptations nécessaires pour convertir la représentation d'une norme de documentation en ensemble d'éléments de commande d'exécution.

SFC se compose d'étapes, liées avec des blocs d'action et des transitions, chaque étape représente un état particulier des systèmes commandés [37].

Une transition est associée à une condition, qui si elle est vraie, cause l'arrêt de l'étape précédente la transition et l'activation de la prochaine étape [37].

On peut employer des ordres alternatifs et même des ordres parallèles, tels que généralement requis dans des usages de lot [37].

Par exemple, un ordre est employé pour le procédé primaire, et le second pour surveiller les contraintes de fonctionnement globales [37].

En raison de sa structure générale, le SFC fournit également un outil de communication, combinant des personnes de différents milieux, des départements ou des pays [37].



Les fonctions SFC dans le ZELIO SOFT sont :

- Les étapes initiales :

Ces étapes s'activent lors du lancement du programme.

- La divergence en OU :

Permet de faire une transition d'une étape vers une ou deux étapes.

- La convergence en ou :

Permet de faire une transition de deux ou plusieurs étapes vers une étape.

- La divergence en ET :

Permet de faire une transition d'une étape ou plusieurs vers deux étapes simultanément.

- La convergence en ET :

Permet de faire une transition de deux étapes simultanées vers une étape.

L'utilisation du SFC se fait à partir du choix du FBD comme une interface de programmation. Voilà comment apparaissent les instructions des transitions :

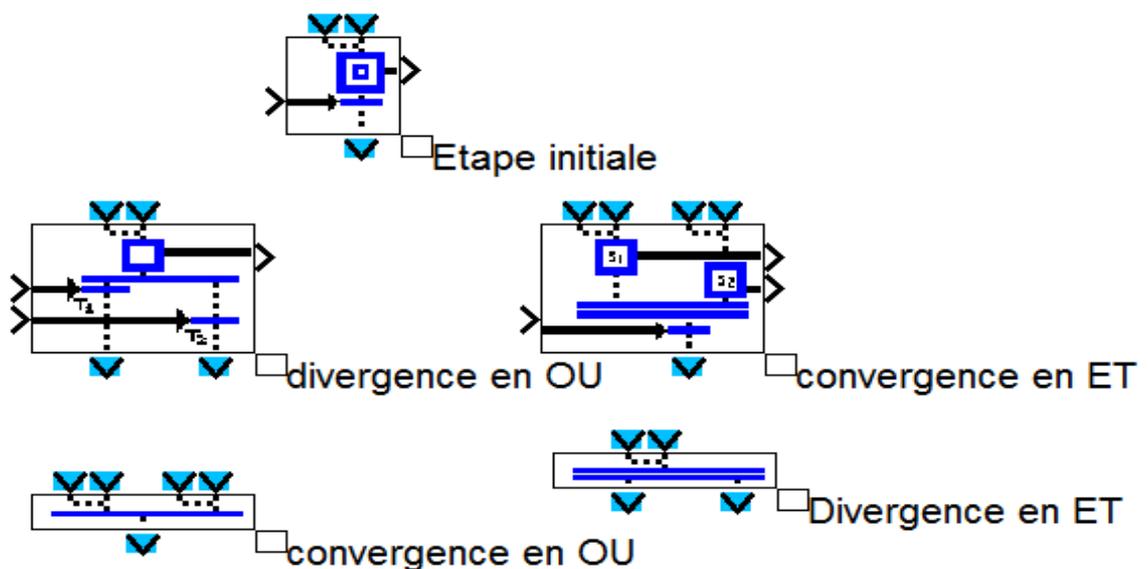


Fig.4.12.Les fonctions SFC dans le Zelio Soft [38].



IV.11.Le GRAFCET :

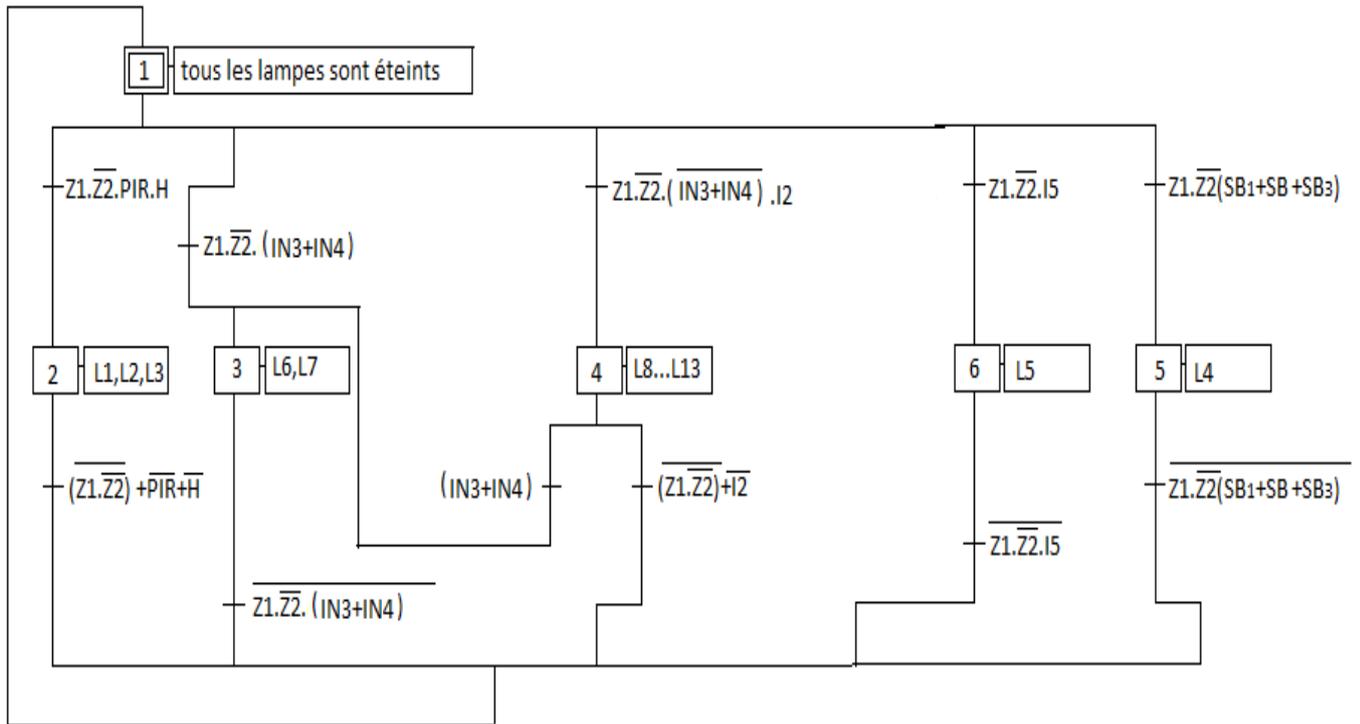


Fig.4.13.Le GRAFCET de la réalisation.

IV.12.Conclusion :

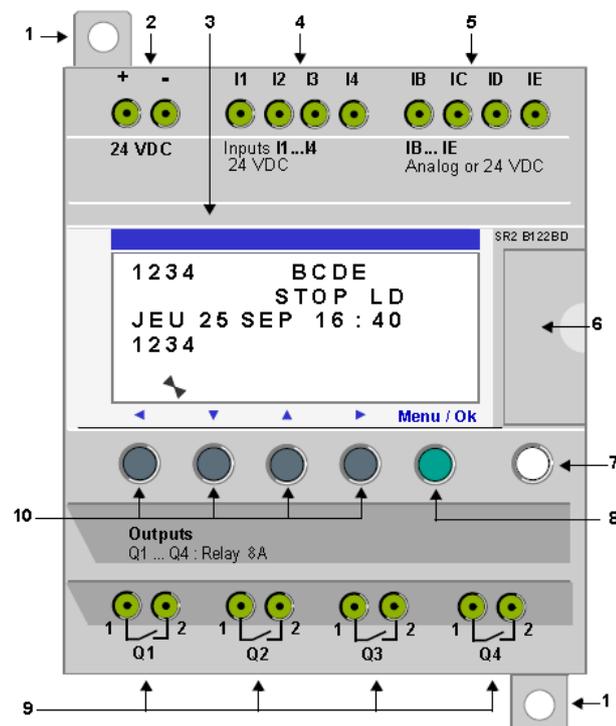
Un API est un bon produit s'il est bien choisi et bien employé. Ce qui peut apparaître comme une lapalissade nous a amené à attirer l'attention sur des aspects parfois jugés triviaux, tels que les types d'E/S, le dimensionnement des alimentations électriques, les modes d'exécution d'un programme, les limites des divers types de communication. Ainsi le Zelio Logic est un produit, facile à programmer, à connecter, il doit être adapté aux conditions d'utilisation.

Chapitre V : Simulation, test et réalisation



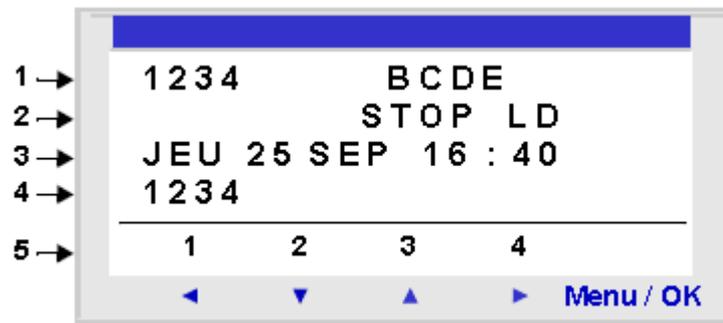
V.1.Introduction :

➤ Présentation de la face avant



Repère	Elément
1	Pattes de fixation rétractables.
2	Bornier à vis d'alimentation.
3	Afficheur LCD, 4 lignes, 18 caractères.
4	Bornier à vis des entrées TOR.
5	Bornier à vis des entrées analogiques. 0-10 Volts, utilisables en entrées TOR suivant modèle.
6	Emplacement mémoire de sauvegarde ou câble de raccordement PC.
7	Touche Shift (blanche).
8	Touche Menu/Ok (verte) de sélection et validation.
9	Bornier à vis sorties relais.
10	Touches de navigation (grises) ou après configuration boutons poussoir Z.

Fig.5.1.Elements de la face avant de Zelio Logic.



Repère	Élément
1	Visualisation de l'état* des entrées (B...E représentent les entrées analogiques, également utilisable en Tout ou Rien).
2	Visualisation du mode de marche (RUN/STOP) et du mode de programmation (LD/FBD).
3	Visualisation de la date (jour et heure pour les produits avec horloge).
4	Visualisation de l'état des sorties.
5	Menus contextuels / boutons poussoirs / icônes indiquant les modes de marche.

Fig.5.2.Éléments de l'afficheur LCD de Zelio Logic.

➤ Source d'alimentation

La source d'alimentation à laquelle l'équipement est raccordé doit présenter les caractéristiques suivantes :

Tension : 230V monophasé +/- 10%

Fréquence : 50 Hz +/-5%

Courant : 10A

Classe de protection : II

➤ Programmation des automates Zelio Logic :

La programmation et le paramétrage sont possibles directement avec les touches du module par navigation contextuelle grâce à un afficheur LCD ou sur PC avec le logiciel Zelio Soft.

On peut programmer le module Zelio Logic par :

- programmation en Langage LD (Ladder Diagram).
 - Une section de programme écrite en langage à contacts se compose d'une suite de réseaux de contacts exécutés par l'automate.
- programmation en langage FBD (The Functional Block Diagram)
 - Le mode FBD permet une programmation graphique basée sur l'utilisation de blocs fonctionnels (fonctions) prédéfinis.



Concernant notre projet d'éclairage d'une habitation de 04 pièces, nous avons opté pour l'utilisation de ces deux langages de programmation.

V.2.Logiciel :

V.2.1.Le mode création d'un projet dans Zelio soft :

Le processus de création d'un nouveau projet dans Zelio soft est vraiment très simple :

- On clique sur « Créer un nouveau programme » :



Fig.5.3.Interface de la création d'un nouveau programme.

- Ensuite, pour le choix de l'automate, on clique sur l'API correspondant à notre système :

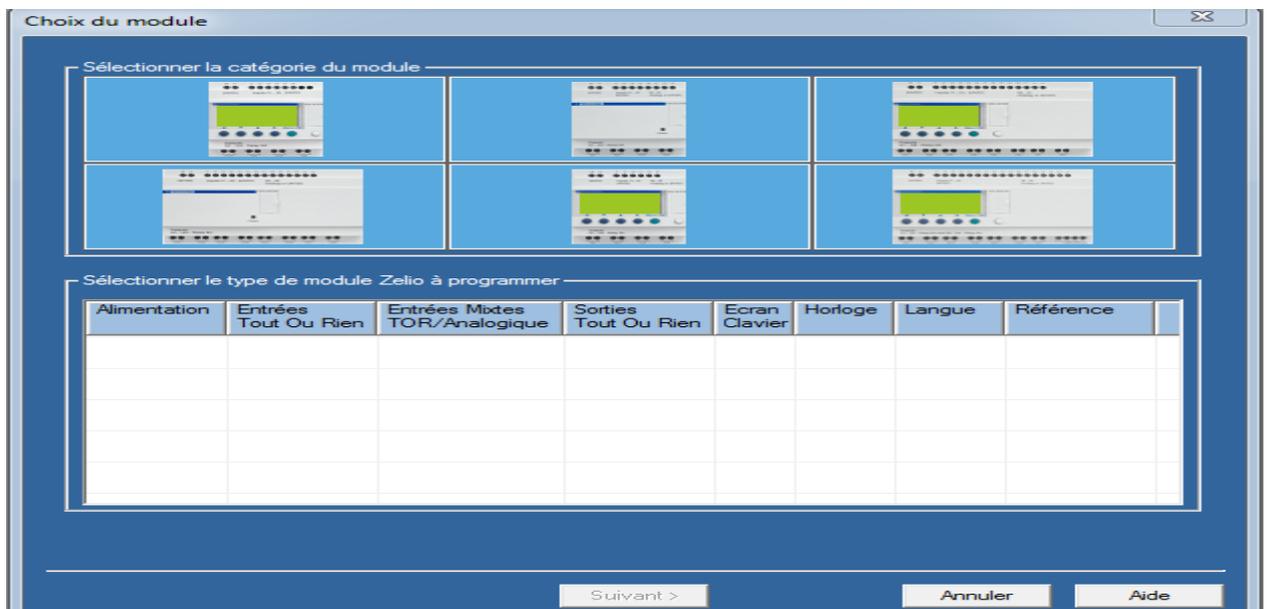


Fig.5.4.Choix du nombre d'E/S de l'API.



- On clique sur la référence de l'API correspondant au système, dans notre cas c'est : SR2B121BF

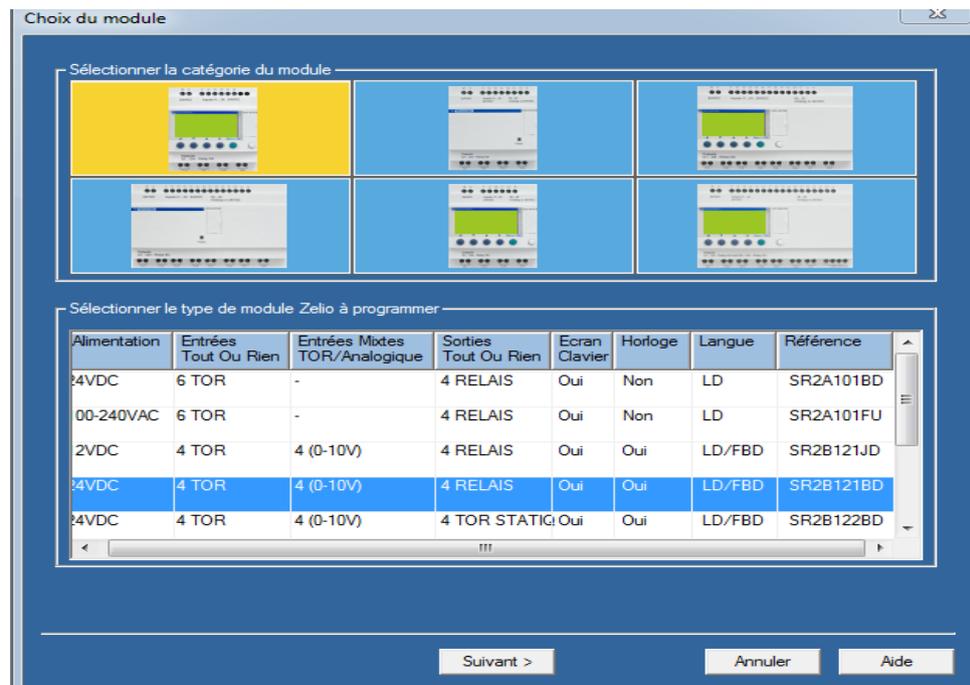


Fig.5.5.Choix de la référence de l'API.

- On clique sur le bouton « Suivant ».
- On procède au choix du module de programmation.
- En fonction du besoin, on peut ajouter des extensions.

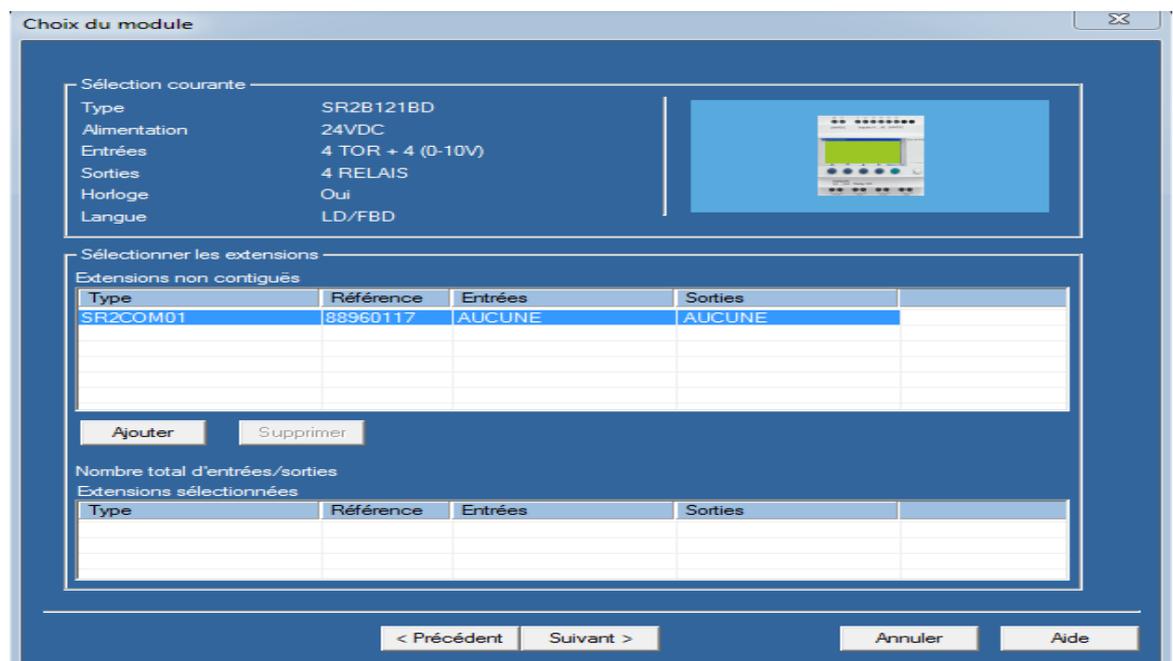


Fig.5.6.Ajout de l'extension.



➤ Choix du langage de programmation

Pour le choix du langage, on appuie sur le bouton correspondant :

- Langage Ladder.
- Langage FBD (et SFC).

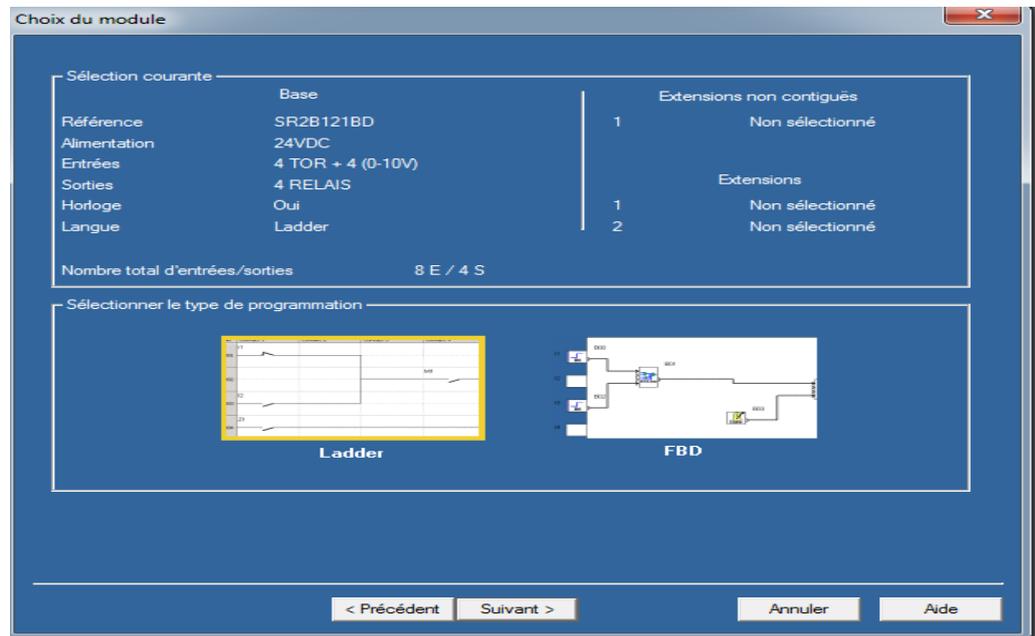


Fig.5.7.Choix du langage de programmation.

- Ensuite, on procède à la saisie du programme correspondant à notre application.
- Pour finir, on sauvegarder le programme dans un dossier.

V.2.2.Simulation du programme :

- Pour tester le fonctionnement de notre programme, on procède à sa simulation par un outil fourni par le logiciel Zelio Logic. La simulation est lancée par le bouton RUN, l'arrêt est réalisé par le bouton STOP :



Fig.5.8.Symbole de simulation.



Fig.5.9.Symbole de RUN du programme.

- Le transfert du programme est possible après connexion du module Zelio Logic au PC, à l'aide d'un câble spécifique.
- Le retour en mode Edition est possible en cliquant sur l'icône correspondante :



Fig.5.10.Symbole du mode Edition.

- **Remarque 1** : il est impossible d'écrire dans le module quand celui-ci est en marche. On peut l'arrêter en cliquant sur STOP du module dans le menu Transfert.
- **Remarque 2** : Si le module connecté à l'ordinateur ne correspond pas au module sélectionné au démarrage de l'application, on peut sélectionner un autre modèle en cliquant sur « Choix du module/programmation » dans le menu Module.
- **Remarque 3** : Lorsqu'on charge un programme en FBD dans le module Zelio Logic (ou lors de la première utilisation), le logiciel doit mettre à jour le firmware de ce module. Après confirmation, le programme est transféré dans le module. On peut désormais tester le programme.

Le mode Monitoring :

Lorsque le module est relié au PC, il est possible de contrôler en temps réel celui-ci à partir du logiciel.

Remarque : Le mode monitoring n'est possible que lorsque le programme contenu dans le module est identique à celui présent dans le logiciel. Pour se mettre en mode Monitoring, on clique sur l'icône correspondante :



Fig.5.11.Symbole du mode monitoring.

On met alors le module en marche en cliquant sur RUN. De la même façon qu'en simulation, on peut activer les contacts en cliquant dessus (clic gauche de la souris pour forcer l'état d'une entrée), ceux-ci sont alors activés en temps réel sur le module.

Navigation dans le module :

On peut naviguer entre les différents menus du module au moyen des touches de la face avant du Zelio Logic.

La fonction sélectionnée se met à clignoter.

V.2.3.Programmation par le langage Ladder :

On procède à la saisie du programme LADDER à partir de la fenêtre ci-dessous :

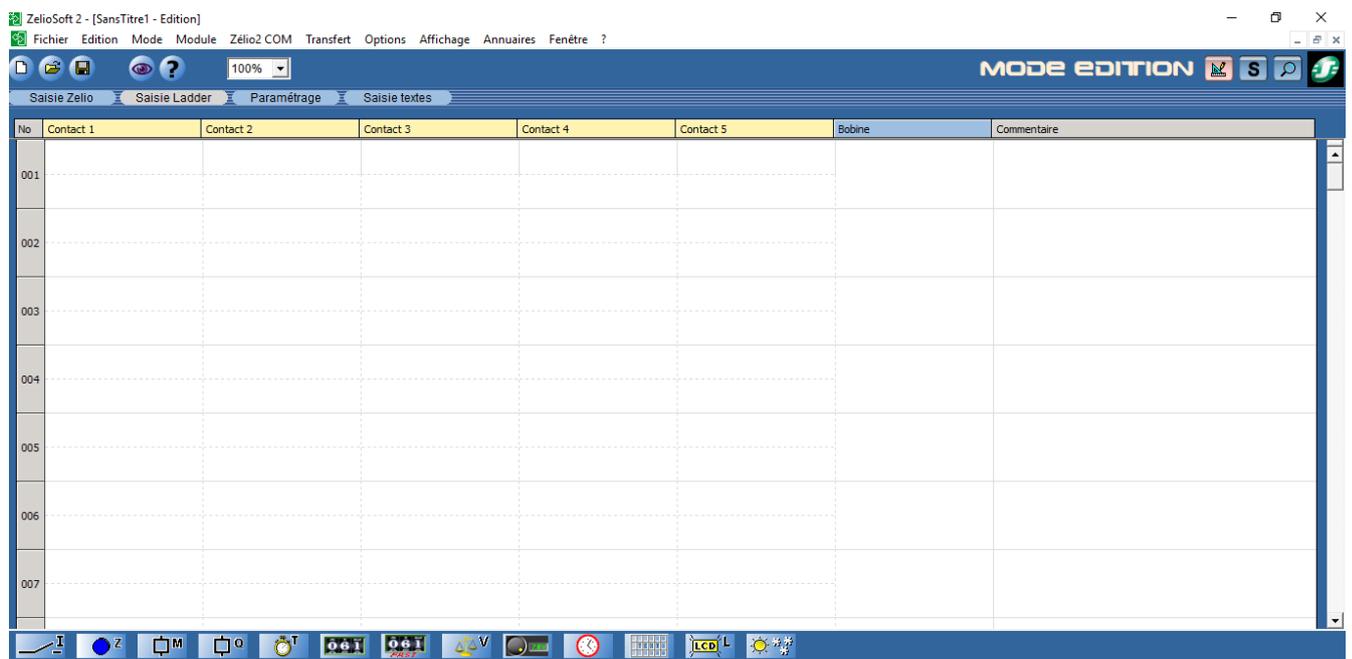


Fig.5.12.Fenêtre pour la saisie Ladder.



V.2.3.1. Les fonctions existantes dans la programmation en Ladder :

Les entrées TOR : sont exclusivement utilisables comme contacts dans le programme. Chaque contact représente l'état de l'entrée correspondante du module logique connectée à un capteur (bouton poussoir, interrupteur, détecteur, etc.).

LES TOUCHE ZX : Les touches de navigation se comportent exactement comme les entrées physiques I (entrées TOR). Leur seule différence est qu'elles ne correspondent pas à des bornes de raccordement du module logique mais aux quatre boutons gris de la face avant. Elles sont utilisées comme boutons poussoirs et exclusivement utilisables comme contacts.

Relais auxiliaires : Tout relais auxiliaire est utilisable, dans le programme, indifféremment comme bobine ou comme contact. Ils permettent de mémoriser un état qui sera utilisé sous la forme du contact associé.

Sortie TOR : correspondent aux bobines des relais de sorties du module logique, Toute sortie TOR est utilisable, dans le programme, indifféremment comme bobine ou comme contact.

Temporisateurs : permet de retarder, de prolonger et de commander des actions pendant un temps déterminé, ces temps sont paramétrables à l'aide d'une ou deux valeurs de présélections suivant les types de temporisateur, il existe 11 types de temporisateurs.

Compteur : permet de compter ou de décompter des impulsions.

Compteur rapide : permet de compter des impulsions jusqu'à une fréquence de 1 kHz.

Compateur analogique :

il permet :

- d'effectuer une comparaison entre une valeur analogique mesurée et une valeur de référence interne.
- de comparer deux valeurs analogiques mesurées.
- de comparer deux valeurs analogiques mesurées avec paramètre d'hystérésis.



Horloge : permet de valider des plages horaires pendant lesquelles il sera possible d'exécuter des actions.

Bloc texte : la fonction d'automatisme Textes permet d'afficher des textes et/ou des valeurs numériques (valeur courante, présélection, etc.) sur l'afficheur LCD à la place de l'écran d'entrées-sorties.

Rétro-éclairage LCD : permet de piloter par le programme l'éclairage de l'afficheur LCD.

ÉTÉ/HIVER : la sortie de cette fonction est à l'état ARRET pendant toute la durée de l'heure d'hiver et passe à l'état MARCHE pendant toute la durée de l'heure d'été.

Par défaut, il n'y a pas de changement d'heure été/hiver. Cette fonction doit être activée, soit depuis l'atelier de programmation, soit depuis la face avant du module logique.



Légende :

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| (1) Entrée I Tout Ou Rien | (7) Compateur de compteur |
| (2) Bouton de façade | (8) Compateur analogique |
| (3) Relais auxiliaire M | (9) Horloge hebdomadaire |
| (4) Sortie | (10) Afficheur |
| (5) Temporisateur | (11) Rétro Eclairage |
| (6) Compteur | (12) Changement d'heure Eté/Hiver |

Fig.5.13.Les fonctions existantes dans la programmation en Ladder.



V.2.3.2.Exemple de programmation EN LANGAGE A CONTACT LADDER) :

L'exemple que nous allons saisir est le suivant :

I1 ———→Q1

L'entrée I1 est connectée à la sortie Q1, qui sera active sur état (bobine contacteur).

On reproduit cet exemple sur la feuille de câblage ainsi :

- On déplace le pointeur de la souris sur l'icône Entrées TOR en bas à gauche.

No	Commentaire
01	I1
02	I2
03	I3
04	I4
05	IB
06	IC
07	ID
08	IE

Fig.5.14.Tableau des différents contacts possibles (I1 A IE).

- On sélectionne le contact I1 dans le tableau en maintenant le bouton de la souris appuyé et on déplace le contact jusqu'à la première case en haut à gauche de la feuille de câblage.

- On relâche le bouton : le contact I1 est placé.



Fig.5.15.Placement du contact a l'interface.



- On déplace ensuite le pointeur de la souris sur l'icône Sorties TOR en bas.

Un tableau des différents contacts ou bobines possibles apparaît.

- On sélectionne la bobine dans la première ligne du tableau en maintenant le bouton de la souris appuyé et on déplace la bobine jusqu'à la case bobine à la première ligne de la feuille de câblage.

-En relâchant le bouton : la bobine [Q1 est placée.

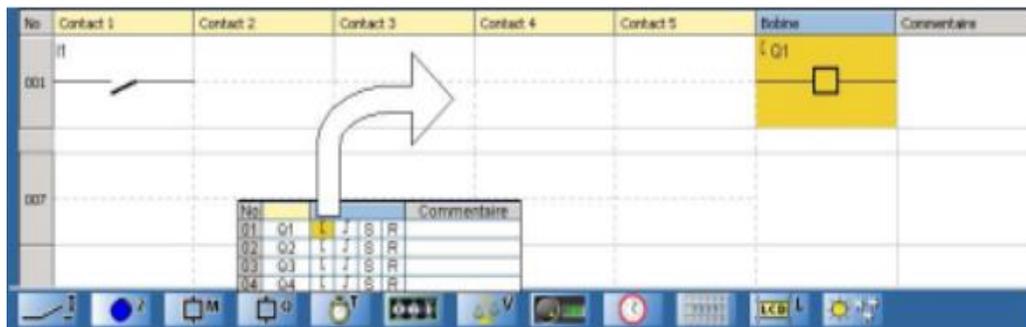


Fig.5.16.Placement de la bobine en sortie.

- On effectue le câblage du contact à la bobine en cliquant sur les pointillés correspondants :

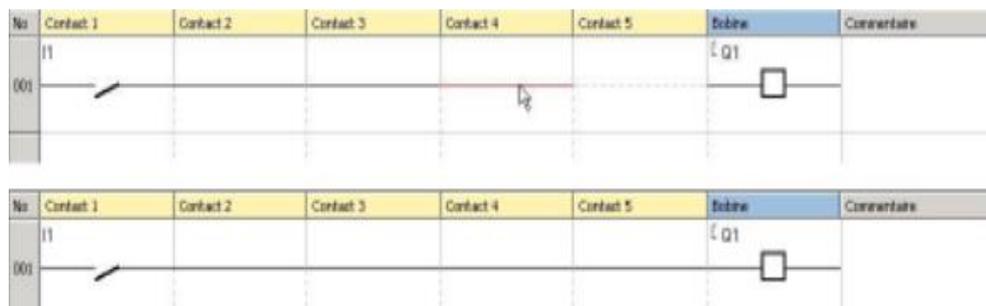


Fig.5.17.Câblages E/S.



V.2.4.Programmation par le langage FBD :

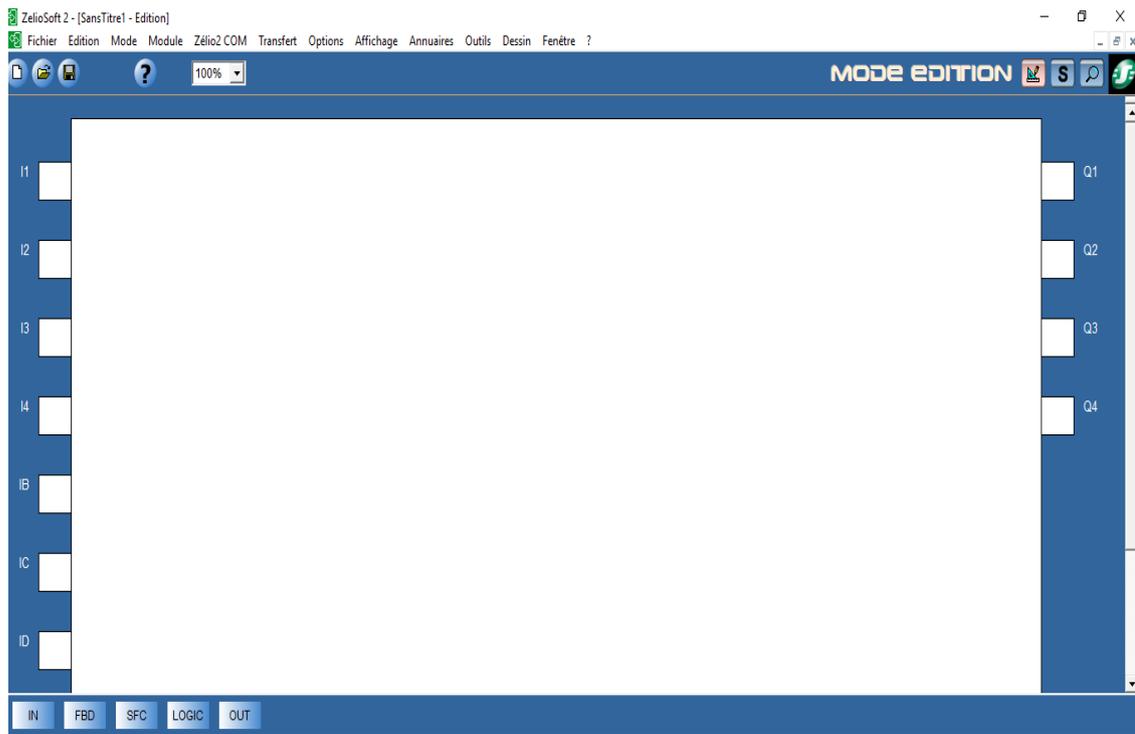


Fig.5.18.Interface de programmation FBD.

V.2.4.1.Les fonctions existantes dans la programmation FBD :

- Il existe des différents blocs d'entrées disponibles avec le langage FBD :

Entrée Tout Ou Rien (TOR) : est disponible sur tous les types de modules logiques.

Les entrées TOR peuvent être disposées sur toutes les entrées du module logique.

Il est possible de sélectionner à partir de la fenêtre Paramètres le type d'entrées TOR pour l'affichage dans les fenêtres d'édition et de supervision.



Type	Affichage à l'état Inactif	Affichage à l'état Actif
Entrée TOR		
Contact		
Détecteur de Position		
Détecteur de Proximité		
Détecteur de Présence		
Bouton Poussoir lumineux		
Commutateur		
Bouton Poussoir		
Relais normalement ouvert		

Fig.5.19. Les types d'états des entrée Tout Ou Rien (TOR).

Entrée Tout ou Rien (TOR) filtrée : Derrière l'entrée TOR est ajouté un filtre pour atténuer voir éliminer les perturbations.

Une entrée TOR est filtrée au moyen d'un algorithme de détection d'un niveau (1 ou 0) constant sur le signal "capteur" mesuré pendant un certain temps. Si le signal est stable pendant toute la durée de détection, la sortie du symbole de l'entrée TOR filtrée prend la valeur du signal mesuré, sinon elle reste inchangée.

Les entrées TOR filtrées peuvent être disposées sur toutes les entrées du module logique.

Entrée analogique : l'entrée analogique est disponible sur les types de modules logiques alimentés avec une tension continue.

La tension d'entrée analogique est convertie en une valeur numérique entière par un convertisseur analogique/numérique 8 bits. La valeur entière de sortie est comprise entre 0 et 255.

Entrée analogique filtrée : derrière l'entrée analogique est ajouté un filtre passe-bas.



Entrée d'un entier : cette fonction permet l'entrée d'un entier au format 16 bits (-32768, +32767) en provenance des entrées de certaines extensions connectées au module logique.

Les entrées spéciales dans le langage FBD : En FBD, différentes entrées spéciales sont disponibles :

Bouton, Constantes TOR, Constantes numériques, Heure d'été, Clignotant 1 seconde.

Toutes ces entrées sont accessibles à partir de la fenêtre IN.

Ces entrées ne peuvent pas être insérées sur les plots d'entrée de la feuille de schéma.

Entrée d'un entier 10 bits : Les entrées de type Entrée d'un entier 10 bits sont disponibles sur les modules logiques compatibles avec l'extension d'entrées-sorties analogiques SR3XT43BD.

Les entrées d'un entier 10 bits peuvent être disposées uniquement sur les plots d'entrées de IH XT2 et IJ XT2 de l'extension d'entrées-sorties analogiques SR3XT43BD.

La tension d'entrée analogique est convertie en une valeur numérique entière par un convertisseur analogique/numérique 10 bits. La valeur entière de sortie du convertisseur est comprise entre 0 et 1023.

➤ **Les différents blocs de sorties disponibles avec le langage FBD :**

Les modules logiques disposent de deux types de sorties TOR :

- les sorties statiques pour certains modules logiques alimentés avec une tension continue,
- les sorties relais pour les modules logiques alimentés avec une tension alternative ou continue.



Type	Affichage à l'état Inactif	Affichage à l'état Actif
Sortie TOR		
Relais normalement ouvert		
Lampe		
Relais statique		
Vanne		
Vérin		
Moteur		

Fig.5.20.Types de sorties TOR.

Sortie d'un entier : Cette fonction permet la sortie d'un entier au format 16 bits (-32768, +32767) vers les sorties de certaines extensions connectées au module logique.

Les sorties de type entier peuvent être disposées sur les sorties O1XT1 à O4XT1 des modules d'extension.

NOTE : si l'entrée de la fonction n'est pas connectée, la sortie est à 0.

Sortie rétro-éclairage de l'écran LCD : La Sortie Rétro-éclairage de l'écran LCD permet de piloter par programme l'éclairage de l'afficheur LCD du module logique.

Tant que l'entrée connectée est active, le rétro-éclairage est allumé.

Cette fonction ne peut pas être disposée sur les sorties du module logique.

Etat de l'entrée	Symbole dans le mode Simulation et Monitoring	Description
Inactif		l'écran LCD est éteint.
Actif		l'écran LCD est rétro éclairé.

Fig.5.21.Le retro éclairage.



Sortie d'un entier 10 bits de l'extension SR3XT43BD : Les sorties de type Sortie d'un entier 10 bits sont disponibles sur les modules logiques compatibles avec l'extension d'entrées-sorties analogiques SR3XT43BD.

- Les fonctions logiques :

Dans le langage FBD il est possible d'utiliser dans les schémas blocs des fonctions logiques :

- la fonction NON.
- la fonction ET.
- la fonction OU.
- la fonction NON ET.
- la fonction NON OU.
- la fonction OU EXCLUSIF.

V.2.4.2. différentes fonctions standards disponibles avec le langage FBD :

On cite quelques fonctions (les plus utilisées) :

➤ **Les comparateurs :**

COMPARE IN ZONE (Comparaison).

PRESET H-METER (Compteur horaire à présélection).

COMPARE (Comparaison de deux valeurs).

➤ **Les convertisseurs :**

CNA (Conversion bits-mots) .

CAN (Conversion mots-bits).



➤ **Les compteurs :**

PRESET COUNT (Compteur décompteur à présélection).

H-SPEED COUNT (Compteur rapide).

UP/DOWN COUNT (Compteur décompteur).

➤ **LES TIMERS :**

TIMER A/C (Temporisateur).

TIMER BW (impulsions sur fronts).

TIMER Li (Double temporisation).

TIMER B/H (Temporisateur B/H).

TIME PROG (Programmateur horaire, hebdomadaire et annuel).

➤ **autres éléments importants :**

BISTABLE (Télérupteur).

MUX (Multiplexage).

ADD/SUB (Fonction arithmétique ADD/SUB).

MUL/DIV (Fonction arithmétique MUL/DIV).

SET RESET (Bascule RS).

Ainsi que la programmation à l'aide des fonctions sfc est aussi possible dans le Zelio soft.

V.2.4.3.EXEMPLE de programmation EN LANGAGE FBD :

On sélectionne « Nouveau » dans le menu Fichier afin de démarrer une application en FBD.

L'exemple que nous allons saisir est le suivant :



I1 —————>Q1

L'entrée **I1** est connectée à la sortie TOR (Tout Ou Rien) **Q1** (Relais).

On reproduit cet exemple sur la feuille de câblage ainsi :

- On déplace le pointeur de la souris sur l'icône **IN** en bas à gauche

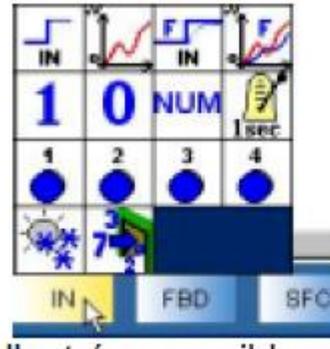


Fig.5.22.Choix de l'entrée.

Un tableau des différents types d'entrées possibles apparaît.

- On sélectionne l'icône **entrée TOR** dans le tableau en maintenant le bouton de la souris appuyé et on déplace l'icône jusqu'à la première entrée **I1** en haut à gauche de la feuille de câblage :

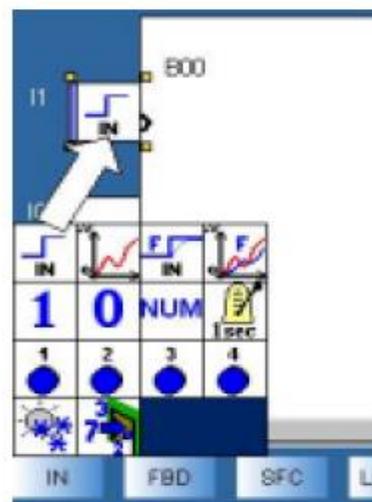


Fig.5.23.Placement de l'entrée à l'interface.



- On déplace ensuite le pointeur de la souris sur l'icône **OUT** en bas. Un tableau des différents types de sorties possibles apparaît.
- On sélectionne l'icône **sortie TOR** en maintenant le bouton de la souris appuyé et on déplace l'icône jusqu'à la case **Q1** en haut à droite de la feuille de câblage.
- En relâchant le bouton : la sortie **Q1** est placée.

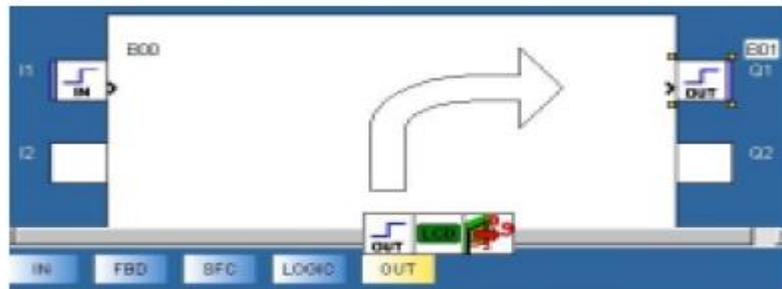


Fig.5.24.Placement des sorties.

- En effectuant le câblage de **I1** à **Q1** : on se place sur la sortie > de **I1** : le pointeur est en forme de croix. On effectue alors un clic maintenu de cet endroit jusqu'à l'entrée > de **Q1**, de façon à retrouver un pointeur en forme de croix et on relâche le bouton.

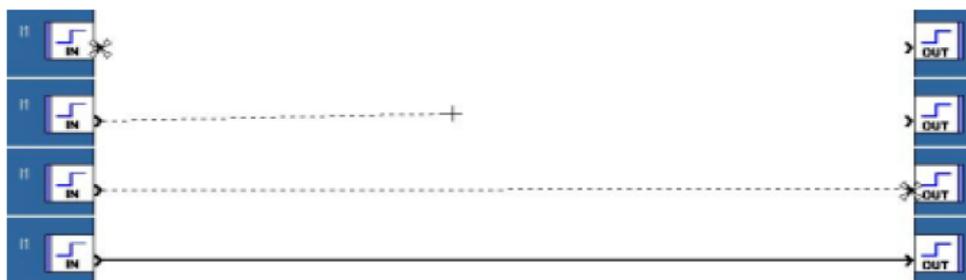


Fig.5.25.Le raccordement E/S.



V.3.Partie simulation :

V.3.1.Programmation en langage Ladder :

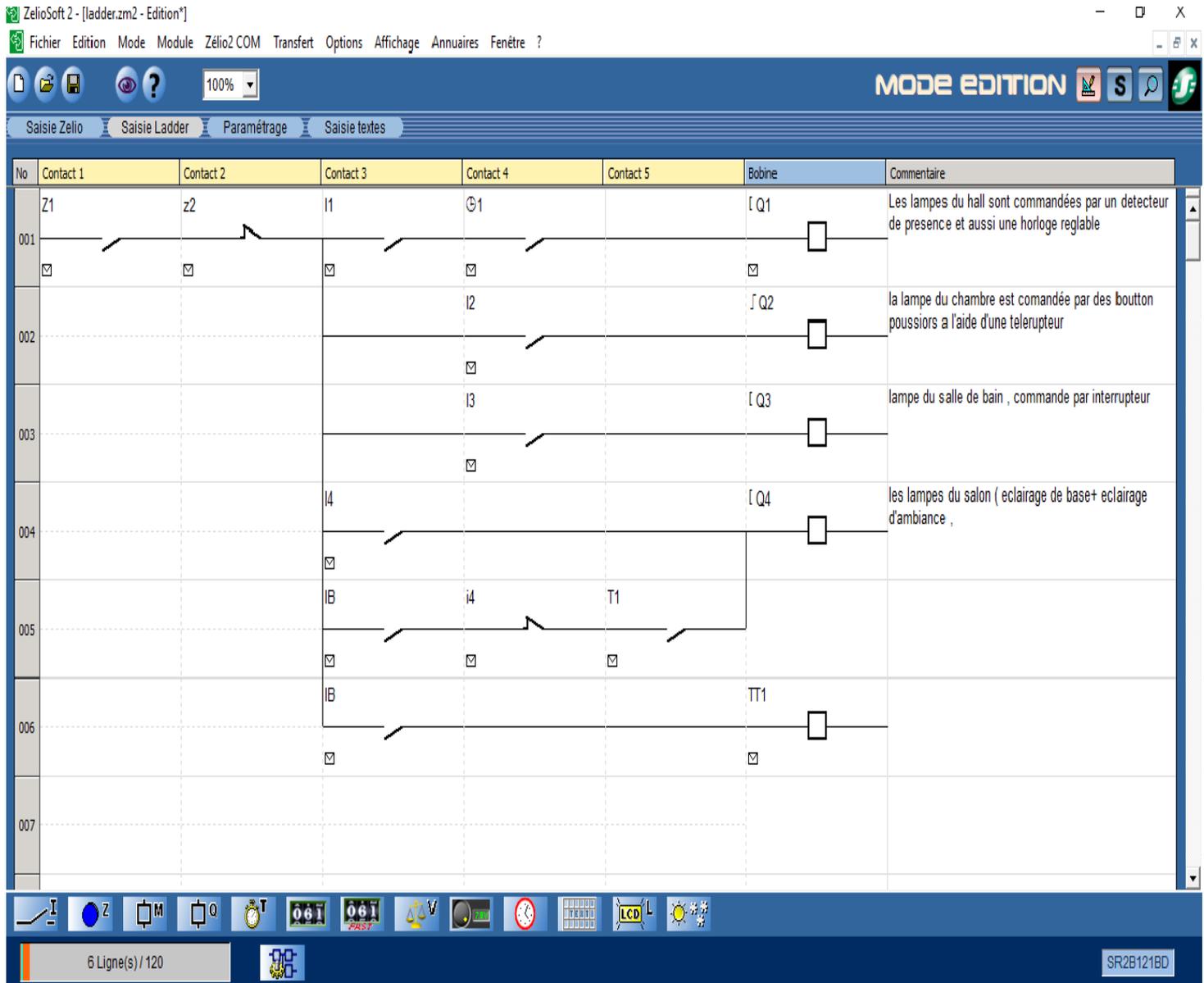


Fig.5.26.Programmation en langage Ladder.



V.3.2. Programmation en langage FBD :

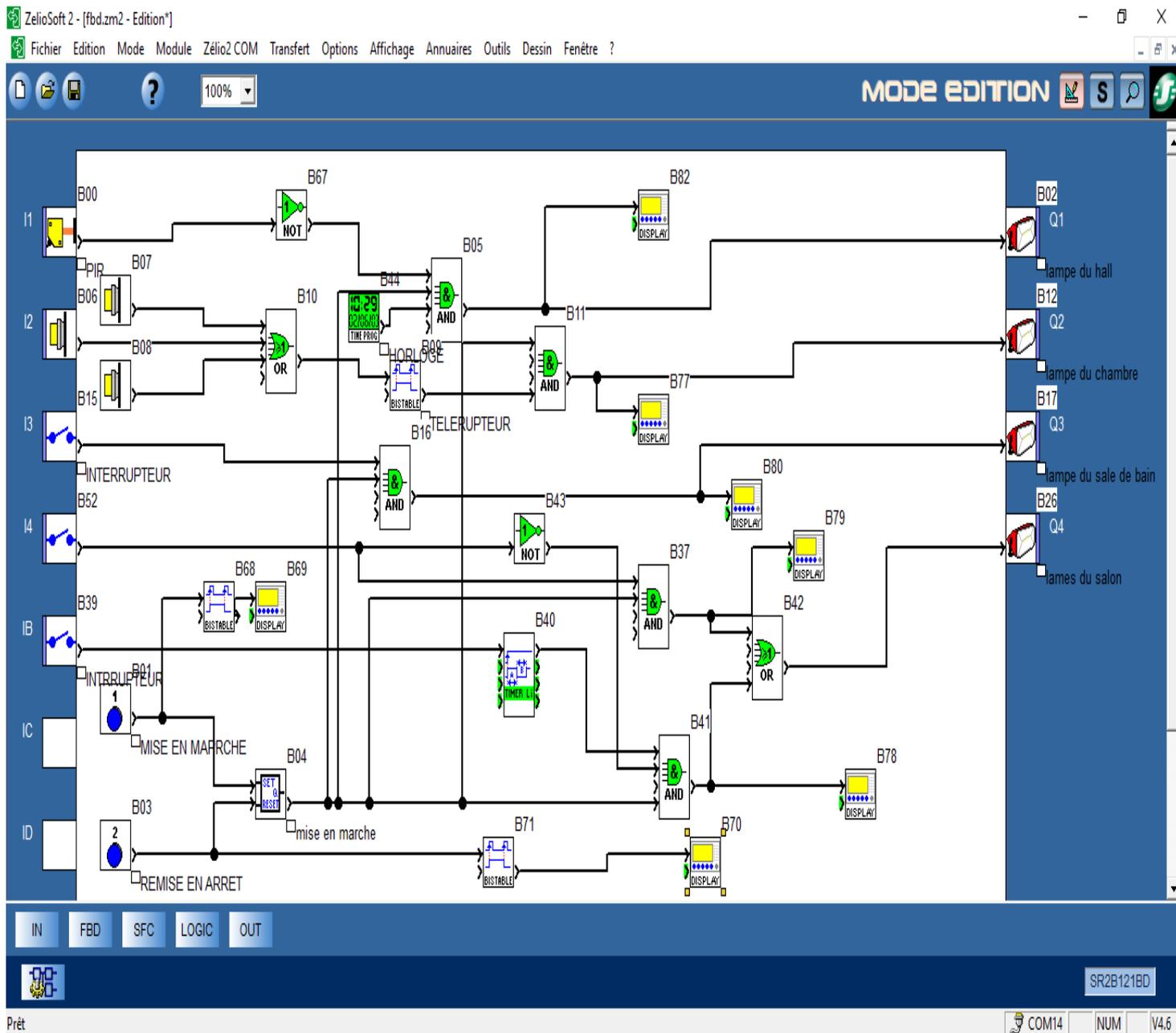


Fig.5.27. Programmation en langage FBD.



V.3.3. Schéma électrique de l'application :

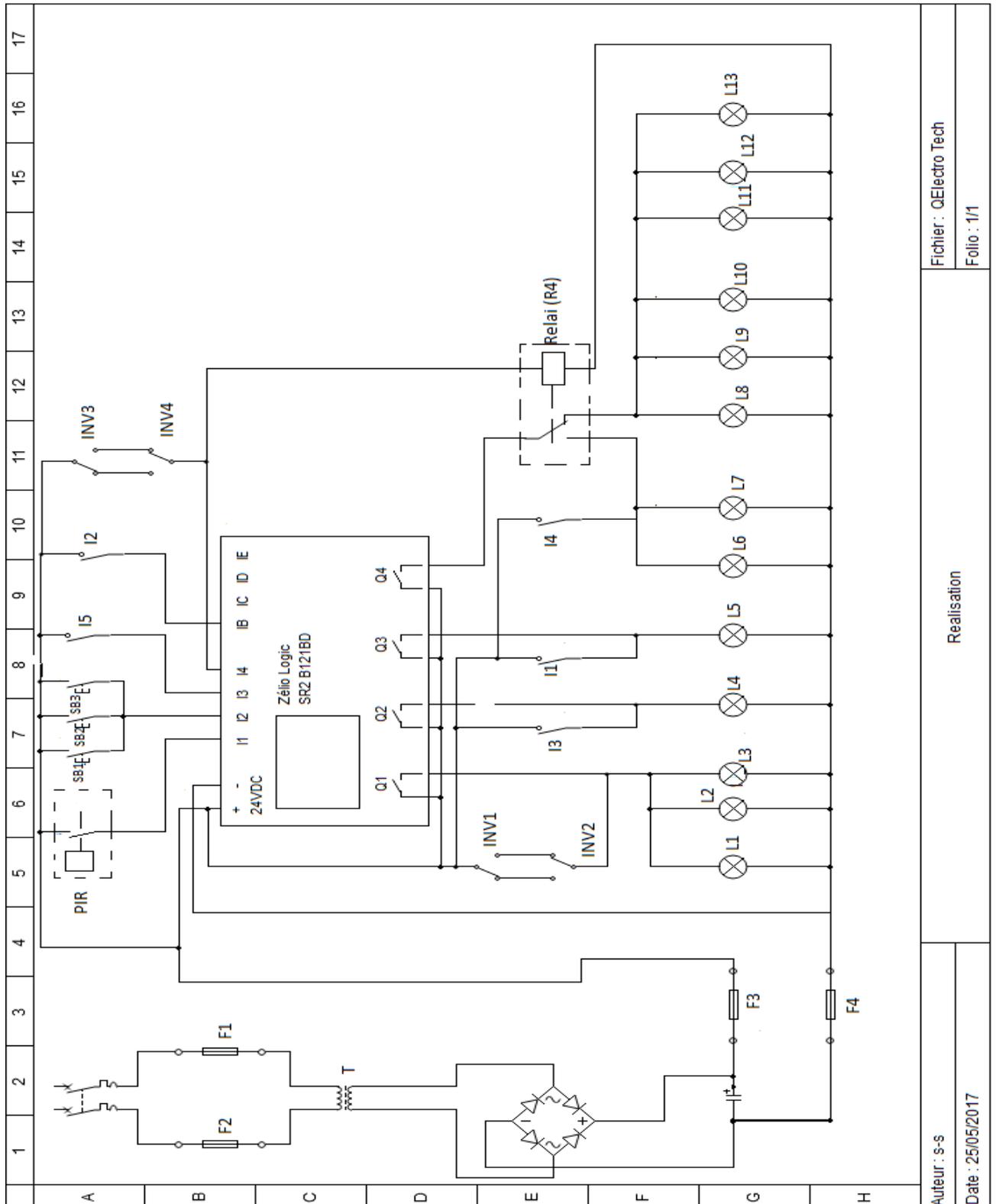


Fig.5.28.Schéma électrique de l'application.

Auteur : s-s

Date : 25/05/2017

Realisation

Fichier : QElectro Tech

Folio : 1/1



V.4. Partie réalisation :

V.4.1. Les éléments matériels :



Fig.5.29.Détecteur de présence PIR.



Fig.5.30.Fils souples.



Fig.5.31.Adaptateur 12V.



Fig.5.32.Lampe 24V+support.



Fig.5.33.Interrupteur.



Fig.5.34.Barrette.



Fig.5.35.Lampes LED couleurs.



Fig.5.36.Interrupteur va et vient.

- automate Zelio logique + disjoncteur + transformateur 24V continue :

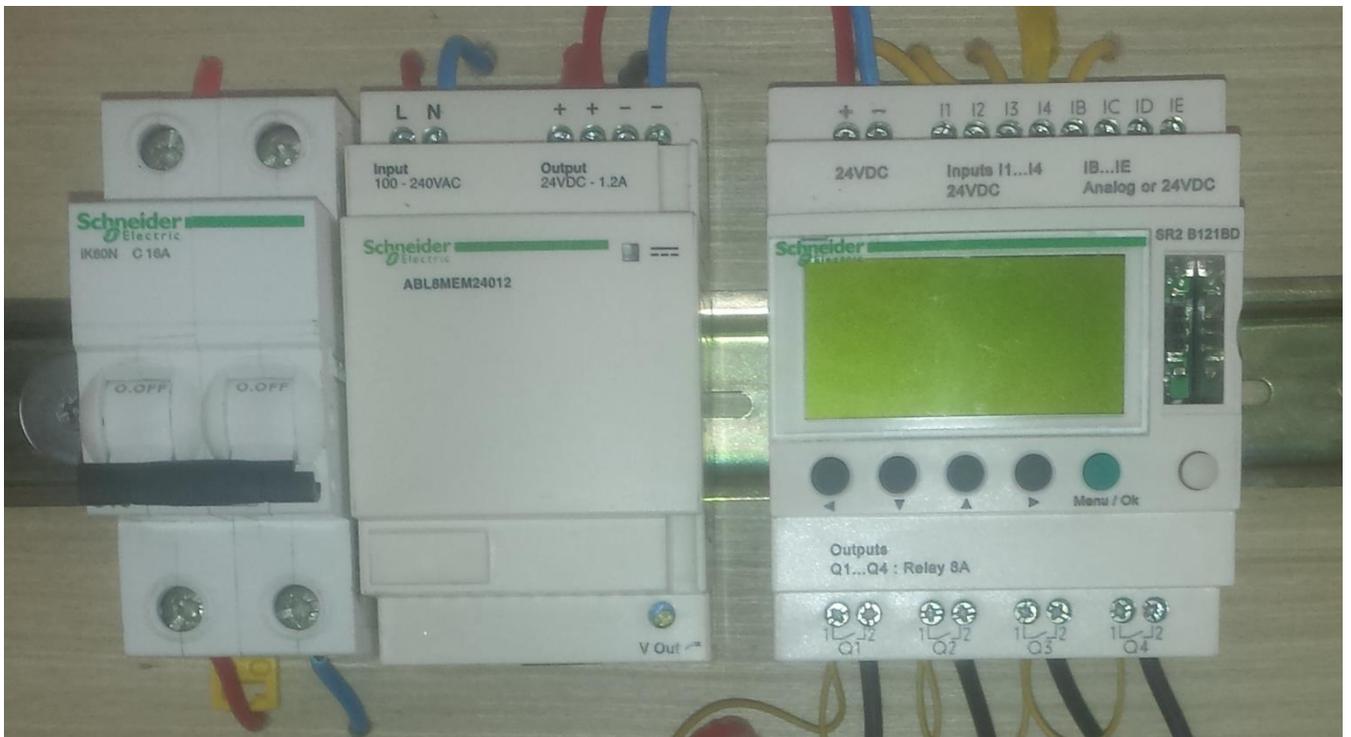


Fig.5.37.L'automate et ses différents éléments nécessaires.



Fig.5.38. Relais +Support.



Fig.5.39. Câble d'injection du programme.



Fig.5.40. Rail oméga.

V.4.2. Déroulement de la réalisation :

Tout d'abord nous avons raccordé l'alimentation 220V à travers un disjoncteur, un transformateur, un redresseur, et un filtre pour obtenir une tension de 24V continue indispensable pour l'alimentation de l'automate et ses périphériques.

On charge le programme dans le module Zelio Logic soit en FBD ou en LADDER, à l'aide d'un câble d'injection.

Finalement, on procède au test final de fonctionnement de toute l'installation de l'éclairage.



IV.4.3.Réalisation finale :



Fig.5.41.Maquette.

V.5.Conclusion :

La réalisation pratique de l'installation d'éclairage à l'aide de l'automate Zelio Logic nous a permis d'apprendre la manipulation des automates pour satisfaire toutes les exigences d'un cahier de charge. C'est une expérience très enrichissante du fait qu'elle nous a permis d'apprendre l'exécution d'un projet de l'idée jusqu'à la réalisation de la maquette, en passant par les différentes étapes : étude fonctionnelle, schémas, programmation, simulation, test et validation.

Ce projet nous a montré que l'étude théorique ou l'étude par simulation était très proche de la réalité pratique, sauf que la réalisation nous donne une expérience vers la vie professionnelle.



Conclusion générale

Avec ce projet nous avons certes consolidé nos acquis théoriques dans le domaine de l'électronique, de l'informatique, mais nous avons entrouvert une porte vers un autre domaine tout aussi passionnant qui est la réalisation pratique de nos études théoriques.

Nous avons acquis durant la réalisation de notre projet d'innombrables et précieuses connaissances dans divers domaines aussi variés que la programmation de Zelio logique, l'électronique, et la sécurité de l'installation électrique ... etc.

Ainsi nous avons étudié dans notre premier chapitre les différents types d'allumage ou bien d'éclairage on parle du simple allumage, double allumage, vas et vient, et aussi du mode télérupteur. Nous avons également étudié des détecteurs comme le détecteur de présence, l'interrupteur crépusculaire ... etc.

Dans le deuxième chapitre nous avons soigneusement étudié les différentes notions et la réglementation de la sécurité des installations électriques pièce par pièce, les différents types des lampes, en donnant quelques définitions sur les termes d'éclairage, aussi nous avons appris à calculer l'énergie consommée dans une habitation.

Ensuite dans le troisième chapitre nous avons étudié les automates programmables en générale, et l'automate Zelio Logic en particulier. Nous avons passé en revue ses paramètres et ses caractéristiques, et les langages de sa programmation : Ladder, FBD.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous nous sommes intéressés à la conception et à la réalisation de notre projet, nous avons présenté en détails le Zelio Soft, notamment, les techniques de programmation avec ce logiciel, et pour terminer nous avons simulé le fonctionnement de notre réalisation.

Résoudre les difficultés pratiques auxquelles nous avons été confrontés nous a permis d'apprendre à porter un autre angle de réflexion sur la programmation des systèmes tout en prenant en compte les exigences liées à la réalisation pratique.

Notre immersion dans le domaine de la réalisation pratique nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les automates programmables.

Néanmoins nous espérons qu'avec notre travail nous avons fait un pas vers la maîtrise du domaine électronique, informatique, ainsi une maîtrise du Zelio Logic.



Notre réalisation peut avoir une amélioration comme tous les travaux, pour cela nous proposons certaines perspectives à envisager:

- L'amélioration du programme développé sous Zelio Soft.
- L'augmentation de la capacité du module Zelio Logic par l'ajout des extensions.
- L'utilisation d'autres types de détecteurs pour une habitation plus intelligente.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]: <http://www.technologuepro.com/schemas-normes-installation-domestique/chapitre-2-les-installations-eclairage-domestique.pdf> 18:29 08-06-2017.
- [2]: http://crochet.david.online.fr/bep/copie%20serveur/get_1er/modb2/1get_b2_tp02.pdf 22:55 22/02/2017
- [3]: http://stephane.genouel.free.fr/FT/0%20Dossier%20technique/1%20Texte/Scenari%20capteurs/co/module_DT_8.html 15:42 02-04-2017.
- [4]: <https://www.theben.fr/Les-detecteurs-de-presence-commandent-l-eclairage> 15:59 02-04-2017.
- [5] : M .Thiébaud-Brodier, « domotique securite –confort-économies,elektor-paris » .
- [6] : Marie –Pierre Dubois petroff, « Le guide de mon projet électricité ».
- [7] : <http://www.schneider-electric.fr/fr/work/support/reglementation/norme-nfc15-100/> 09 :00 15/04/2017.
- [8] : <http://sites.uclouvain.be/energie-plus/index.php?id=10681> 10 :00 06/04/2017.
- [9] : <http://www.led-fr.net/les-sources-lumineuses-tableau.htm> 19:11 10/04/2017.
- [10] : http://didier.villers.free.fr/STI-2D/Tronc-commun/ETT%20%20ACTIVITES/TD%20lampe%20led%20energie/tableau_lampes.pdf 19 :51 09/04/2017.
- [11] : M. Déribère – P. Chauvel, « L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment ».
- [12] : <https://www.ilephysique.net/sujet-l-utilance-272712.html> 22:00 21/04/2017.
- [13] : <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/combien-les-appareils-electromenagers-consomment-ils/71/> 22 :00 22/04/2017.
- [14] : https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=fxaXLzas&id=919A55590B0B4923C4B5DAE56AE32426C542C04C&thid=OIP.fxaXLzasgCWMM3sxbA_gEAEsDm&q=Etiquette+%C3%A9nergie+d%E2%80%99une+lave+%E2%80%93linge.&simid=608053541118414809&selectedIndex=13&ajaxhist=0 19 :00 24/04/2017.
- [15] : <http://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-luxmetre-14907/> 20 :00 22/04/2017.

- [16] : [https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11859#c3287+c3288+c3289`](https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11859#c3287+c3288+c3289) 21 19 :15
15/03/2017.
- [17] : <http://www.directindustry.fr/fabricant-industriel/luminancemetre-75077.html> 22:00
16/03/2017.
- [18] : <https://www.environnementbienetre.com/eclairage-habitat-sante-confort-visuel/> 19 :20
09/02/2017.
- [19] : http://cchst.com/oshanswers/ergonomics/lighting_survey.html 18 :08 05/04/2017.
- [20] : <http://leclairage.fr/tm-photometrie/> 21 :00 08/04/2017.
- [21] : <http://leclairage.fr/th-photometrie/> 22 :05 07/04/2017.
- [22]: http://www.energieeffizienz.ch/fr/dam/ratgeber/2012_Fachbuch_Licht_im_Haus_df/fr/Beleuchtung_f.pdf 22:00 13/03/2017.
- [23]: http://media.xpair.com/auxidev/L10_RLum.pdf 19:00 22/03/2017.
- [24]:http://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf 23:00 17/04/2017.
- [25]: <http://www.institut-numerique.org/iii43-avantages-de-lapi-4e1b375ea3d5b> 22:01 17/04/2017.
- [26] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des-systemes-industriels-42396210/langages-de-programmation-pour-systemes-automatisees-norme-cei-61131-3-s8030/> 21 :23 12/04/2017.
- [27]: <http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm> 19:18 19/04/2017.
- [28]: <http://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-automate-programmable-10525/> 20:29 14/04/2017.
- [29]: <http://www.genie-electronique.com/2016/12/exercice-et-correction-fonctionnement.html>
18:06 13/04/2017.
- [30]: <http://www.institut-numerique.org/iv1-definition-de-ladder-4e1b375eb2846> 22:26
16/04/2017.

- [31]: <http://www.institut-numerique.org/iv2-origine-de-ladder-4e1b375eb339> 23:45 16/04/2017.
- [32]: <http://www.institut-numerique.org/iv3-principe-de-ladder-4e1b375eb414b> 19:30 18/04/2017.
- [33]: <http://www.institut-numerique.org/iv4-les-composants-du-langage-ladder-4e1b375eb4ad4> 18:45 22/04/2017.
- [34]: <http://www.institut-numerique.org/iv41-les-entrees-ou-contacts-4e1b375eb54c2> 22:05 22/04/2017.
- [35]: <http://www.institut-numerique.org/iv42-les-sorties-ou-bobines-4e1b375eb6112> 22:25 23/04/2017.
- [36] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des-systemes-industriels-42396210/langages-de-programmation-pour-systemes-automatisees-norme-cei-61131-3-s8030/langage-fbd-s8030v2niv10005.html> 21:09 26/04/2017.
- [37]: http://www.plcopen.org/pages/promotion/publications/downloads/intro_iec_francais.pdf 19:45 29/04/2017.
- [38] Zelio soft, aide en ligne Zelio soft.
- [39] : <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=UE%2B0m1VA&id=8A7672764E5173C9F4CB3DD06B2CD8F42363D41E&thid=OIP.UE-0m1VAhyyZOn-N1W47mAEBDI&q=zelio&simid=608030331119275139&selectedindex=13&mode=overlay&first=1> 09 :00 09/06/2017.
- [40]: http://ww2.ac-poitiers.fr/electronique/IMG/pdf/000_Presentation_gamme_Zelio.pdf 19:00 01/05/2017.
- [41]: http://graczyk.fr/lycee/IMG/pdf/11-12_DR_Tutoriel_Zeliosoft.pdf 22:00 09/05/2017.
- [42]: http://ww2.ac-poitiers.fr/electronique/IMG/pdf/007_Manuel_utilisateur_complet_Zelio.pdf 16/05/2017.
- [43]: <Http://www.schneider-electric.be/documents/schematheque/32NI038F.pdf> 17:20 01-04-2017.