

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE

Département : ELECTRONIQUE

Domaine : SCIENCES ET TECHNIQUES

Filière : ELECTRONIQUE

Spécialité : INSTRUMENTATION

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**Etude et réalisation d'un dispositif de Commande de l'éclairage public avec affichage de la température, à base de PIC16F877**

Présenté par : MEZAGHCHIA Cheima  
BOUAICHA Nour Elhouda

Encadrant : BOUGHAZI Mohamed      Professeur      U.B.M.A

**Jury de Soutenance :**

|                  |       |         |           |
|------------------|-------|---------|-----------|
| HAMDI Rachid     | Prof  | U.B.M.A | Président |
| BOUGHAZI Mohamed | Prof  | U.B.M.A | Encadrant |
| BENSAOULA Salah  | M.C.A | U.B.M.A | Examineur |

Année Universitaire : 2021/2022

## REMERCIEMENT

Nous rendons notre sincère gratitude à Dieu qui nous a aidés dans cette  
Accomplissez cette humble tâche.

Nous exprimons notre profonde gratitude à nos parents pour

Les encouragements, le soutien et les sacrifices qu'ils ont endurés.

Nous remercions. Notre encadrant **Professeur BOUGHAZI Mohamed**, nous remercions également

**Dr. REDJATI Abelghani** pour les efforts qu'il a déployés pour nous aider, nous conseiller, nous encourager  
et nous corriger.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour leur acceptation  
pour revoir notre travail.

Nous tenons également à remercier tout le personnel enseignant et administratif  
qui a contribué à notre formation universitaire.

Sans exception, tous nos amis.

## *DEDICACE*

*Avant tout, je tien à remercies le bon dieu, et L'unique qui m'offre le courage Et la volonté nécessaire pour affronter les différentes de la vie,*

*Je dédié ce modeste travail :*

- A mes chers parents qui m'ont élevé, qui ont toujours été là pour satisfaire tous mes besoins quels qu'ils soient, qui m'ont toujours soutenu, encouragé à y aller de l'avant, qui m'ont écouté qui ont su être là pour moi dans toutes situations. je ne te remercierai jamais assez pour tous ce que vous avez sacrifié pour moins depuis ma naissance ;des milliers de mots seront toujours peu pour vous.*
- A ma sœur et mon frère qui m'ont soutenu, que dieu vous bénisse dans toutes vous vies.*
- A mes amis et collègues de la promotion 2021/2022.*

*Cheima*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Au nom de Dieu le Miséricordieux*

## *Dedicace*

*Tout d'abord, je voudrais remercier le bon et unique Dieu qui  
me donne du courage et*

*La volonté nécessaire pour affronter les diverses difficultés de la  
vie,*

*Et tout particulièrement à ma chère maman, que Dieu la  
préserve, pour ses encouragements et les sacrifices qu'elle a  
consentis afin d'arriver à ce stade, en plus de mon grand et petit  
frère, mon mari, mes amis et collègues de la promotion [2022](#).*

*"électronique".*



تمثل الإضاءة العامة في بلدنا خسائر هائلة في استهلاك الطاقة كل عام ، ويرجع ذلك إلى الإدارة السيئة لأنظمة التحكم التي عفا عليها الزمن بشكل عام.

في هذا السياق، أنشأنا نظامًا ذكيًا يتحكم عن بُعد في الإضاءة العامة. مهمتنا هي معالجة هذه المشكلة وإيجاد حلول للتحكم الأمثل في الإضاءة العامة؛ وذلك عن طريق تقليل استهلاك الطاقة.

لهذا، تم إعداد المواصفات لتطوير نظام التحكم. حيث يعتمد تصميم وتنفيذ هذا النظام على متحكم دقيق

PIC16F877A يقوم هذا الأخير بإدارة جميع العمليات في الدائرة ويتحكم في الإضاءة.

## **Abstract**

Public lighting in our country represents enormous energy consumption losses each year, this is due to the poor management of control systems which are generally obsolete.

In this context, we have set up an intelligent system that remotely controls public lighting.

Our job is to remedy this problem and find solutions for optimal control of public lighting by reducing energy consumption.

For this, specifications have been set up for the development of a control system. .

The design and implementation of this system is based on a microcontroller PIC16F877A so that the latter manages all the processes in the circuit and controls the lighting.

## Résumé

L'éclairage public dans notre pays représente chaque année des pertes de consommation d'énergie énorme, cela est dû à la mauvaise gestion des systèmes de commandes qui sont en général obsolètes.

Dans ce cadre nous avons mis en place un système intelligent qui contrôle à distance l'éclairage public.

Notre travail consiste à remédier à ce problème et trouver des solutions de contrôle optimal de l'éclairage public en réduisant la consommation d'énergie.

Pour cela, un cahier de charge a été mis en place pour le développement d'un système de commande . La conception et la réalisation de ce système est basée sur un microcontrôleur PIC16F877A, afin que ce dernier gère tous les processus dans le circuit et contrôle l'éclairage.

## Liste des figures

| <b>Figure</b>   | <b>Nom de la figure</b>                                   | <b>page</b> |
|-----------------|---|-------------|
| Figure I .1     | éclairage public  | 5           |
| Figure I .2     | Figure I .2 :le lumandar                                  | 6           |
| Figure I .3     | Figure I .3 :l'horloge classique                          | 7           |
| Figure II .1    | configuration de PIC 16F877A                              | 14          |
| Figure II .2    | brochage de PIC 16F877A                                   | 15          |
| Figure II .3    | architecture interne de PIC16F877A                        | 16          |
| FigureII.4      | synoptique général du CAN pour le PIC16F87xA              | 22          |
| Figure III .1   | schéma synoptique de la carte d'éclairage                 | 25          |
| Figure III .2   | brochage de capteur de température LM35                   | 26          |
| Figure III .3   | photo transistor LDR                                      | 27          |
| Figure III .4   | exemple d'application                                     | 27          |
| Figure III .5   | Afficheur LCD   | 28          |
| Figure III .6   | schéma fonctionnelle d'un LCD                             | 28          |
| Figure III .7   | clavier 4*4   | 29          |
| Figure III .8   | Brochage clavier 4*4                                      | 29          |
| Figure III .9   | tableau du codage de clavier matriciel                    | 30          |
| FigureIII .10.1 | Relais  | 30          |
| FigureIII .10.2 | Symbole de relais   | 30          |
| Figure III .11  | barrière infra rouge                                      | 31          |
| Figure III.12   | block émetteur  | 31          |
| Figure III .13  | Block récepteur   | 32          |
| Figure III .14  | la table d'essai EasyPIC v7                               | 32          |
| Figure III.15   | étapes de développement de programme                      | 33          |
| Figure III .16  | compilateur de mikroC                                     | 34          |
| Figure III .17  | logiciel TCI  | 35          |
| Figure III.18   | le logiciel Isis Proteus en mode simulation de projet     | 35          |
| Figure III.19   | Barrière infra rouge                                      | 36          |
| Figure IV.1     | Alimentation (Jumper j6 en position USB)                  | 43          |
| Figure IV.2     | connexion du câble USB                                    | 44          |
| Figure IV.3     | menu de Project   | 45          |
| Figure IV.4     | chargement de programme dans le PIC                       | 46          |
| Figure IV.5     | réalisation de barrière Infrarouge dans plaque d'essais   | 46          |
| Figure IV.6     | réalisation de block de commande PIC dans plaque d'essais | 47          |
| Figure IV.7     | une plaque photosensible                                  | 48          |
| Figure IV.8     | l'insoleuse   | 48          |
| Figure IV.9     | Poudre de révélateur                                      | 48          |
| Figure IV.10    | schéma de la carte dans le révélateur                     | 49          |
| Figure IV.11    | carte après révélateur                                    | 49          |
| Figure IV.12    | la perceuse   | 49          |
| Figure IV.13    | carte après le perçage                                    | 50          |
| Figure IV.14    | perchlorure de fer  | 51          |
| Figure IV.15    | teste de carte de commande                                | 51          |

**Liste des Tableaux :**

| Tableaux  | Le nom  | page |
|-----------|---|------|
| Tableau 1 | caractéristique de<br>PIC16F877A                        | 17   |
| Tableau 2 | détail des registres SFR et<br>leurs états au démarrage | 19   |

**Table des matières :**

|   |    |
|---|----|
| Résumé  | II |
| Liste des figures   | V  |
| Liste des Tableaux  | VI |
| Introduction Générale   | 3  |
| <b>Chapitre I : DESCRIPTION SUR L'ECLAIRAGE ET LES MICROCONTROLEURS</b> |    |
| I.1 Introduction  | 5  |
| I.2 Les dispositifs de commande   | 5  |
| I. 2.1 Allumage manuel  | 6  |
| I. 2.2 Cellule photosensible avec ou sans réglage de sensibilité        | 6  |
| I. 2.3 Horloge simple   | 6  |
| I. 2.4 Calculateur astronomique   | 7  |
| I. 2.5 Les commandes centralisées                                       | 7  |
| I. 2.6 Commande par voie hertzienne                                     | 7  |
| I. 3 les modes fonctionnement de l'éclairage                            | 7  |
| I. 4 objective de l'éclairage automatique                               | 8  |
| I. 5 Gestion de système de commande                                     | 8  |
| 1.5.1 Détecteurs de présence  | 8  |
| 1.5.2 Cellules photosensibles   | 8  |
| 1.5.3 Multi-capteurs  | 8  |
| 1.5.4 Gestion centralisée de l'éclairage                                | 8  |
| 1.6 définition d'un microcontrôleur                                     | 9  |
| 1.7 les avantage du microcontrôleur                                     | 9  |
| I.8 choix d'un microcontrôleur  | 9  |
| I.9 conclusion  | 10 |
| <b>Chapitre II : DESCRIPTION DE PIC 16F877A</b>                         |    |
| II.1 Introduction   | 12 |
| II.2 définition de PIC  | 12 |
| II.3 les déférentes familles de PIC                                     | 12 |
| II.4 Identification de PIC  | 12 |
| II.5 le choix de PIC  | 13 |
| II.6 Présentation de PIC 16F877A  | 13 |
| II.7 Architecture interne de PIC 16F877A                                | 14 |
| II.8 les caractéristiques de PIC 16F877A                                | 15 |
| II.9 Eléments De Base De Pic 16F877 A                                   | 16 |
| II.10 les portes d'entrée/sortie  | 18 |
| II.11 convertisseur analogique numérique                                | 21 |
| II.10 conclusion  | 22 |
| <b>Chapitre III: les éléments de commande d'éclairage Public</b>        |    |
| III .1 Introduction   | 24 |
| III .2 les éléments qui relié avec le PIC                               | 24 |
| III.2.1 capteur de température LM35                                     | 22 |
| III.2.1.1 Brochage De LM35  | 25 |
| III.2.1.2 caractéristique de LM35                                       | 25 |

|  |     |
|--|-----|
| III.2.2 Photo transistor LDR                                 | 25  |
| III.2.2.1 principe de fonctionnement                         | 26  |
| III.2.3 Afficheur LCD (Light Control Display)                | 26  |
| III.2.3.1 schéma fonctionnelle                               | .27 |
| III.2.3.2 Rôle Des Différentes Broche de L'afficheur LCD     | 27  |
| III.2.4 clavier 4*4  | 28  |
| III.2.4.1 Brochage de clavier 4*4                            | 28  |
| III.2.4.2 Codage du clavier matriciel                        | 29  |
| III.2.5 relais   | 29  |
| III.2.6 Barrière infrarouge                                  | 30  |
| III.2.6.1 1 émetteur   | 30  |
| III.2.6.2 1e récepteur                                       | 31  |
| III. 3 présentations de la carte de développement EasyPIC v7 | 31  |
| III .4 principe de fonctionnement                            | 32  |
| III .5 les outils logiciels                                  | 32  |
| III .5.1 présentation de logiciel Isis Proteus               | 33  |
| III .5.2 présentation de logiciel TCI                        | 33  |
| III .6 partie simulation                                     | 34  |
| III .7 :l'organigramme                                       | 39  |
| III .8 conclusion  | 40  |
| <b>Chapitre IV : Partie pratique</b>                         |     |
| IV.1 Introduction  | 42  |
| IV.3 chargement du programme dans le microcontrôleur         | 42  |
| IV.4 réalisation pratique sur la plaque d'essai              | 45  |
| IV.5 réalisation de carte                                    | 46  |
| IV.5 .1 l'insolation   | 46  |
| IV.5 .2 Le révélateur  | 47  |
| IV.5 .3 Perçage  | 48  |
| IV.5 .4 gravure  | 49  |
| IV.5 .5 la soudure   | 49  |
| IV.6 Conclusion  | 50  |
| Conclusion et perspectives                                   | 53  |
| BIBLIOGRAPHE   | 52  |
| ANNEXE   | 54  |

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'éclairage public est en pleine mutation depuis quelques années grâce aux développements de la vie urbaine et sa fonction de base, permettant aux utilisateurs de vivre dans de bonnes conditions de confort. Malgré sa, l'éclairage a un grand problème tel que l'abus de l'énergie électrique et sa mauvaise gestion.

Notre projet consiste en l'étude et la réalisation d'une carte à base d'un microcontrôleur PIC16F877A permettant la commande automatique de l'éclairage public pour assurer une commande optimale de l'éclairage. Comme avantage on peut citer :

- \* Réduction de la consommation d'énergie : L'éclairage intelligent peut vous aider à économiser beaucoup d'argent sur votre facture d'électricité. Utilisé à plein régime, il a la capacité de réduire les dépenses énergétiques de l'éclairage public tout en maintenant le même niveau de qualité d'éclairage.

- \* Sécurité accrue : les communautés peuvent renforcer leur sentiment de sécurité en économisant l'énergie et en utilisant un éclairage ciblé.

- \* Amélioration de la qualité de l'éclairage : grâce à la capacité de l'éclairage intelligent à éclairer les endroits critiques, la qualité globale de l'éclairage dans les zones métropolitaines augmentera considérablement.

C'est ce dont nous parlerons dans notre projet.

Dans le chapitre I, nous avons présenté une description sur l'éclairage et les microcontrôleurs.

Dans le chapitre II, nous avons présenté la description de PIC16F877.

Dans le chapitre III, nous rappellerons une description théoriques sur les dispositifs que nous allons utiliser, et les outils logiciel et les étapes nécessaires pour faciliter de la réalisation de dispositif de commande de l'éclairage public.

Dans le dernier chapitre nous avons détaillé l'étude pratique de ce projet.



**Chapitre 1 : DESCRIPTION SUR  
L'ECLAIRAGE ET LES  
MICROCONTROLEURS**

## **Chapitre I**

### **I.1 Introduction :**

L'éclairage public est obtenu en utilisant des dispositifs qui convertissent l'énergie électrique en lumière pour satisfaire le besoin de l'éclairage dans de nombreux sites tel que : éclairage dans les salles, les escaliers et éclairage de la route.

Bien que l'éclairage public soit important mais il représente une part conséquente de la consommation d'énergie, de sorte que l'idée de concevoir un nouveau système pour une lampe ne consomme pas de grandes quantités d'électricité et illumine de grandes zones avec la plus haute intensité de la lumière est concernant chaque ingénieur qui travaille dans ce domaine.

La solution que nous avons proposée est la commande de l'éclairage public automatique avec un circuit programmable (microcontrôleur).



Figure I .1 : éclairage public

### **I.2 Les dispositifs de commande :**

La commande d'éclairage public est l'organe qui contrôle la mise en service et la mise hors service des appareils d'éclairage qui lui sont raccordés par les réseaux d'alimentation. L'éclairage public, dans la très grande majorité des cas, doit fonctionner quand la lumière

naturelle n'est pas suffisante pour assurer une vision suffisante nécessaire à la sécurité et au confort de tous les usagers des espaces publics (conducteurs, cyclistes, piétons ... ) Il est donc indispensable que l'éclairage soit en fonction dès la tombée de la nuit lorsque la lumière naturelle devient insuffisante, jusqu'au lever du jour, quand elle est à nouveau suffisante.

La maîtrise de l'énergie au niveau du système de commande peut se faire en agissant sur la maîtrise des temps de fonctionnement et sur la maîtrise de la puissance absorbée par les installations [1].

Les différents types de commande généralement rencontrés sont les suivants :

### **I. 2.1 Allumage manuel :**

C'est le plus rudimentaire des modes de commande. L'éclairage est déclenché par un simple interrupteur manœuvré à la demande. Obsolète - à proscrire principalement parce que très ancien et de ce fait réalisé en dehors des actuelles règles de l'art [1].

### **I. 2.2 Cellule photosensible avec ou sans réglage de sensibilité :**

C'est le système communément appelé « Lumandar». Le principe réside par la commande de la fermeture du contacteur de commande, pilotée par l'état de sortie d'une cellule photoélectrique. Il existe différentes technologies, mais toutes sont plus ou moins sensibles à dérive au fil du temps (vieillesse) ou en fonction de la température. Ce dispositif nécessitera donc un réglage périodique faute de quoi les heures d'allumage et d'extinction ne sont pas optimales [1].



Figure I .2 :le lumandar

### I. 2.3 Horloge simple :

Une horloge «classique» est installée et commande l'allumage et l'extinction. Ceci se rencontre parfois lors de diagnostics dans les armoires de commande de l'EP de certains anciens lotissements privés ou résidences où les lotisseurs ont largement minimisé les investissements, mais où l'énergie est prise en charge par la collectivité, ce qui est cela dit, parfaitement illégal si la voirie n'a pas été intégrée dans le domaine public (délit dit « de concussion »).

Inconvénient majeur : les heures de bascule de l'horloge doivent être régulièrement modifiées. Cette contrainte fait que le responsable, pour espacer ses interventions dans l'armoire de commande, a tendance à anticiper largement l'allumage quand les jours raccourcissent et omet parfois de retarder celui-ci quand les jours allongent. L'éclairage fonctionne alors parfois longuement en plein jour [1].



Figure I .3 :l'horloge classique

### I. 2.4 Calculateur astronomique :

Également appelé horloge astronomique. C'est un système datant des années 90. Il est composé d'un boîtier modulaire placé dans le coffret de commande de l'éclairage avec une antenne intérieure est parfois disponible pour une remise à l'heure journalière automatique, afin de pallier la dérive minime du quartz de l'appareil. Il n'y a pas de capteur externe. Cet appareil calcule l'heure d'allumage et d'extinction en fonction des éléments initialisés à l'installation qui sont principalement la date et l'heure et la longitude et latitude du site (coordonnées géographiques). Un algorithme de calcul permet de connaître chaque jour

l'heure exacte de l'aurore et de l'aube et ainsi de commander plus précisément l'allumage et l'extinction [1].

### **I. 2.5 Les commandes centralisées**

Les commandes centralisées reprennent, bien entendu, les fonctions essentielles des organes de commande d'éclairage public. On peut utiliser un interrupteur crépusculaire couplé avec une horloge de précision ou une horloge astronomique radio pilotée. Ces dispositifs permettent, soit par système radio, soit par système de téléphonie de type GSM, de piloter une commande d'éclairage public équipée des modules de réception. Les commandes centralisées ont pour objectif d'optimiser les durées de fonctionnement et surtout de synchroniser l'ensemble des points d'allumage d'une collectivité.

De plus, il peut permettre de moduler l'éclairage public dans certaines zones [1]

### **I. 2.6 Commande par voie hertzienne**

Ce principe repose sur l'émission d'ordres d'allumage / extinction depuis un émetteur au niveau de la commande centrale, lui-même opérant généralement grâce à un calculateur astronomique couplé à une cellule photoélectrique. Les ordres émis sont reçus par des récepteurs au niveau de chaque point de livraison d'énergie électrique [1].

### **I.3 les modes fonctionnement de l'éclairage :**

Associés à ces commandes différents modes de fonctionnement sont possibles favorisant plus ou moins la maîtrise de l'énergie [1] :

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

### **I.4 objective de l'éclairage automatique :**

Les systèmes d'éclairages intelligents et automatiques permettent :

Une forte économie d'énergie. Ces réductions de consommation sont réalisables du fait que les lampes utilisées dans de tels systèmes sont en communication permanente les unes avec les autres et avec l'environnement, grâce à une commande intégrée et adaptent leur performance aux conditions variables, comme la lumière du jour et le flux de personnes. L'éclairage automatique évite aussi de tâtonner à la recherche de l'interrupteur dans la pénombre. Elle se déclenche quand vous pénétrez dans une pièce sombre et s'éteint d'elle-

même quand vous la quittez. Particulièrement utile dans les endroits de la maison les plus passants, tels que le vestibule, le couloir ou le vide sanitaire et le grenier, une telle lumière peut éviter bien des chutes.

On peut aussi avec l'utilisation de ce système l'éclairage automatique éviter les contacts fréquents avec l'interrupteur d'éclairage est essentiel pour toutes les personnes, en particulier dans les lieux publics, en particulier à l'ère des épidémies et des virus [2].

## **I.5 Gestion de système de commande :**

### **1.5.1 Détecteurs de présence :**

Détecteurs infrarouges permettant d'éclairer les zones de travail ou les circulations seulement lorsqu'elles sont occupées. Ils peuvent être intégrés au luminaire ou bien être installés isolément au mur ou au plafond.

### **1.5.2 Cellules photosensibles :**

Elles permettent d'allumer, d'éteindre voire d'adapter l'éclairement produit par un ou plusieurs luminaires en fonction de la lumière ambiante. Et cela dans tout local bénéficiant de l'éclairage naturel.

### **1.5.3 Multi-capteurs :**

Ils permettent de remplacer plusieurs détecteurs comme la cellule photosensible et le détecteur de présence, mais intégrer également un récepteur de commande infrarouge (commande à distance).

### **1.5.4 Gestion centralisée de l'éclairage :**

La gestion centralisée permet le contrôle, la commande et la gestion horaire et calendrier de la gestion d'éclairage, Elle permet aussi de connaître l'état et les consommations de l'installation d'éclairage. [2]

## **I.6 Définition d'un microcontrôleur :**

Un microcontrôleur, est un composant électronique qui rassemble tous les éléments d'un "mini-ordinateur" et qui se présente sous la forme d'un circuit intégré. Un microcontrôleur permet de réaliser montages électroniques programmés. Cela veut dire que l'on pourra, avec le même montage, réaliser des fonctions très différentes qui dépendront du programme qui aura été programmé dans le microprocesseur [1].

## **I.7 Les avantages du microcontrôleur : [3]**

L'utilisation des microcontrôleurs pour les circuits programmables à plusieurs points forts et bien réels. Il suffit pour s'en persuader, d'examiner la spectaculaire évolution de l'offre des fabricants de circuits intégrés en ce domaine depuis quelques années. Un microcontrôleur intègre dans un seul et même boîtier. Il résulte donc une diminution évidente de l'encombrement de matériel et de circuit imprimé.

Cette ration a aussi comme conséquence immédiate de simplifier le tracé du circuit imprimé puisqu'il n'est plus nécessaire de véhiculer des bus d'adresses et de donnée d'un composant à un autre ; parmi les avantages on peut citer :

- L'augmentation de la fiabilité du système puisque, le nombre des composants diminuant, le nombre des connexions composants/supports ou composants/circuits imprimer diminue.
- Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux.
- Moins cher que les autres composants qu'il remplace.
- Diminuer les coûts de main d'œuvre.
- Réalisation des applications non réalisables avec d'autres composants.

### **I.8 choix d'un microcontrôleur :**

Il existe plusieurs microcontrôleurs fabriqués par INTEL, MOTOROLA, HITACHI, NEC TEXAS instrument etc....

Le choix d'un microcontrôleur dépend de plusieurs critères de sélection dont le développeur doit tenir compte comme :

- Nombre d'entrées/sorties.
- Liaison d'entrées/sorties.
- Conversion analogique numérique et numérique analogique.
- Entrées/sorties rapides, sorties spéciales (M.L.I, horodaté etc...).
- Mémoire RAM, ROM, EPROM interne ou externe, sa taille.
- Vitesse de l'horloge, temps d'exécution d'une multiplication, d'une division.
- Bus de données 8bits /16bits.
- Les logiciels de programmation (assembleur, c, micro c etc...).
- Les émulateurs pour la mise au point des applications.
- Les évolutions prévisibles du composant, son prix, les sources. [3]

### **I.5 conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons d'abord donné un aperçu de l'éclairage public et les différents types de commande pour simplifier la compréhension du principe de commande de l'éclairage public. Pour tirer parti à la construction de notre projet, et l'objectif d'automatiser la commande d'un système d'éclairage, nous avons aussi défini l'importance d'utiliser un circuit programmable.

## *Chapitre 2 : Description de PIC*

**16F877A**

## **II.1 Introduction :**

Notre but dans ce projet c'est l'automatisation de l'éclairage public pour cela on a opté à utiliser un microcontrôleur PIC16F877A qui consiste les éléments fondamentaux de la famille Mid-range de la famille « moyenne puissance » de Micro chip.

## **II.2 définition de PIC :**

Un PIC est un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajoute des composants externes. Les Pics sont des composant dits RISC (Reduced Instructions Set Computer), ou encore (composant a jeu d'instruction réduit). [1]

## **II.3 les différentes familles de PIC :**

Les Pics sont subdivisés en 3 grandes familles :

- La famille Baseline, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits.
- la famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie les 16F84 et 16F876/777).
- la famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits. [4]

## **II.4 Identification de PIC :**

Un PIC est généralement identifié par une référence de la forme suivante : xx(L)XXyy-zz

xx : famille du composant, actuellement « 12, 14, 16, 17 et 18 ».

L : tolérance plus importante de la plage de tension

XX : type de mémoire programme

C : EPROM ou EEPROM

CR : PROM

F : Flash

yy : Identificateur.

zz : vitesse maximale du quartz de pilotage.

Exemple :

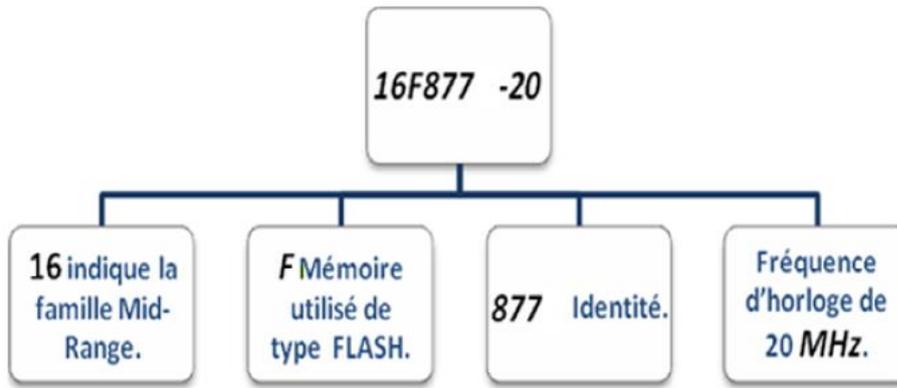


Figure II .1 : configuration de PIC 16F877A

### II.5 le choix de PIC :

Le choix d'un PIC est directement lié à l'application envisagée. Il faut dans un premier temps déterminer le nombre d'entrées/sorties nécessaires pour l'application. Ce nombre d'entrées/sorties nous donne une idée sur la famille du PIC.

Il faut ensuite déterminer si l'application nécessite un convertisseur Analogique/ Numérique ce qui va centrer un peu plus vers le choix du PIC.

La rapidité d'exécution est un élément important, il faut consulter les DATA-BOOK pour vérifier la compatibilité entre la vitesse maximale du PIC choisi et la vitesse max nécessaire au montage.

La taille de la RAM interne et la présence d'une EEPROM pour mémoriser des données est également important pour l'application souhaitée.

La longueur de programme de l'application détermine la taille de la mémoire programme du PIC recherché. [4]

Afin de choisir un PIC adéquat à notre projet, on a opté à utiliser un microcontrôleur PIC16F877A.

### II.6 Présentation de PIC 16F877A :

Le PIC 16F877A comprend 40 pins : 33 pins d'entrées/sorties, 4 pins pour

L'alimentation, 2 pins pour l'oscillateur et 1 pin pour le Reset (MCLR). Les broches VDD (broches 11 et 32) et VSS (broches 12 et 31) servent à alimenter le PIC.

Les broches OSC1 et OSC2 ou CLKIN et CLOUT permettent de faire fonctionner l'oscillateur interne du PIC qui peut être un quartz, un résonateur céramique, un oscillateur

externe ou un réseau RC dont le rôle est de créer des impulsions de fréquences élevées, la figure II- 2 représenté le brochage de pic16f877. [1]

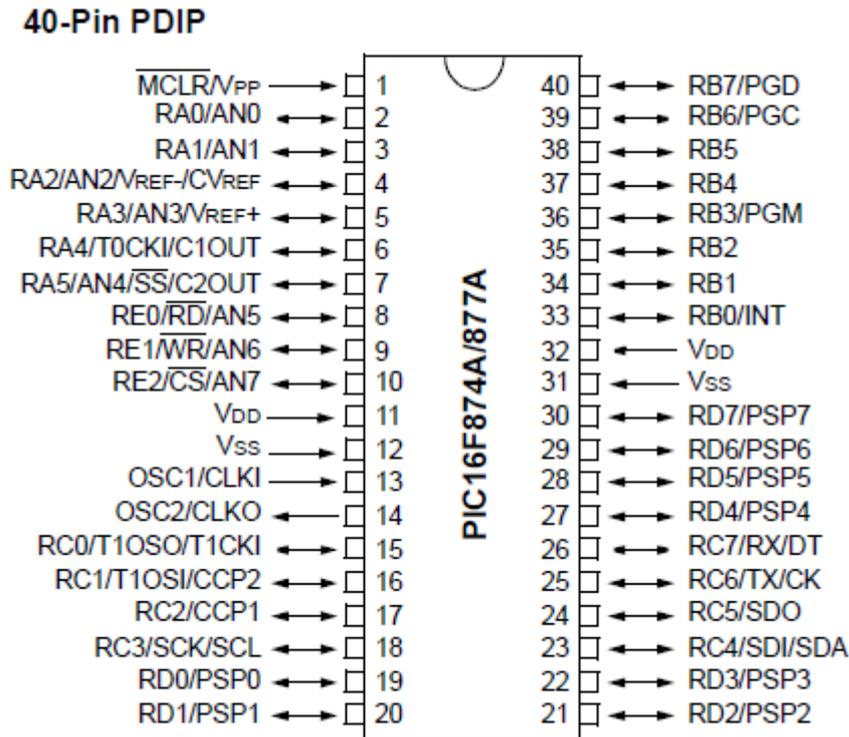
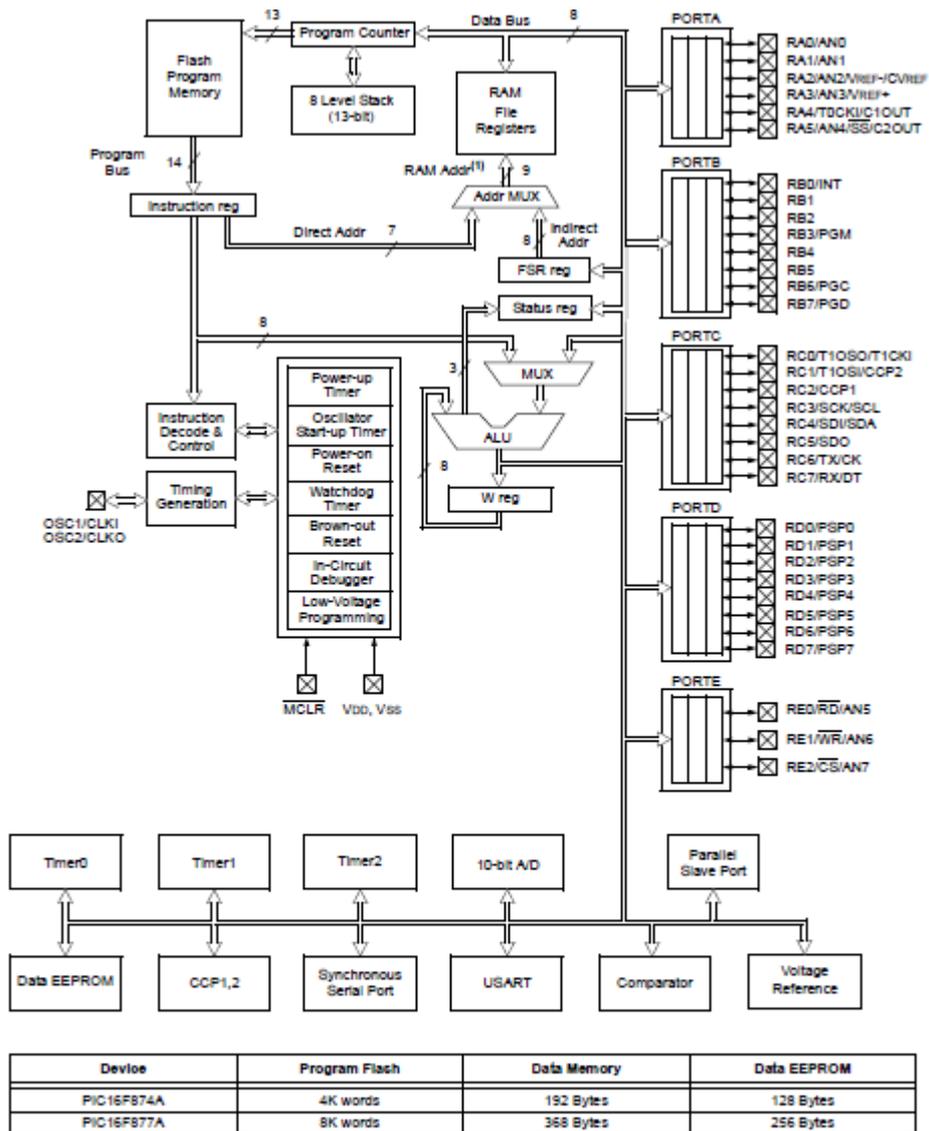


Figure II .2 : brochage de PIC 16F877A

### II.7 Architecture interne de PIC 16F877A :

L'architecture interne de PIC16F877A, commune à la majorité des microcontrôleurs Mid-range. Le microcontrôleur PIC16F877A répond tout à fait à nos demandes. Il dispose de 40 broches, d'une mémoire programme de 8K mots, d'une RAM de 368 octets, ne prend que très peu de place et il dispose de nombreux modules périphériques internes. ) La figure II. 3 représenté structure interne de pic16f877A.



Note 1: Higher order bits are from the Status register.

Figure II .3 : architecture interne de PIC16F877A

### II.8 les caractéristiques de PIC 16F877A :

Le PIC 16F877A est caractérisé par :

- Une Fréquence de fonctionnement élevée, jusqu'à 20 MHz.
- Une mémoire vive de 368 octets.
- Une mémoire EEPROM pour sauver des paramètres de 256 octets.
- Une mémoire morte de type FLASH de 8 K mots (1mot = 14 bits), elle est Réinscriptible à volonté.
- Chien de garde WDT.

- 33 Entrées et sorties.
- Chaque sortie peut sortir un courant maximum de 25 mA.
- 3 Temporisateurs : TIMER0 (8 bits avec prediviseur), TIMER1 (16 bits) avec prediviseur avec possibilité d'utiliser une horloge externe réseau RC ou QUARTZ) et TIMER2 (8 bits avec prediviseur et post diviseur).
- 2 entrées de captures et de comparaison avec PWM (Modulation de largeur d'impulsions).
- Convertisseur analogique numérique 10 bits avec 8 entrées multiplexées Maximum.
- Une interface de communication série asynchrone et synchrone.(USART/SCI).
- Une interface de communication série synchrone (SSP/SPI et I2 C).
- Une tension d'alimentation entre 2 et 5.5 V.[6]

| <b>Principales caractéristiques</b>     | <b>PIC16F877A</b>    |
|---|----------------------|
| Fréquence de fonctionnement             | DC – 20 MHz          |
| Resets                                  | POR, BOR (PWRT, OST) |
| Mémoire de programme FLASH              | 8K                   |
| Mémoire DATA                            | 368                  |
| Mémoire DATA EEPROM                     | 256                  |
| Interprète                              | 15                   |
| I/O Ports                               | Ports A, B, C, D, E  |
| Timers                                  | 3                    |
| Capture/Compare/PWM modules             | 2                    |
| Communication série                     | MSSP, USART          |
| Communication parallèle                 | PSP                  |
| 10-bit module analogique vers numérique | 8 inputs channels    |
| Comparateur analogique                  | 2                    |
| Jeu d'instruction                       | 35 Instructions      |

Tableau 1 : caractéristique de PIC16F877

## **II.9 Eléments Base du Pic 16F877 A:[7]**

### **1. l'horloge :**

L'horloge peut être soit interne soit externe. L'horloge interne est constituée d'un oscillateur à quartz ou d'un oscillateur RC.

Avec l'oscillateur à Quartz, on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de  $\mu$ C. Le filtre passe bas (Rs, C1, C2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et Réduit l'amplitude de l'oscillation, il n'est pas obligatoire.

Avec un oscillateur RC, la fréquence de l'oscillation est fixée par Vdd, Rext et Cext.

Elle peut varier légèrement d'un circuit à l'autre.

Dans certains cas, une horloge externe au microcontrôleur peut être utilisée pour Synchroniser le PIC sur un processus particulier.

Quel que soit l'oscillateur utilisé, l'horloge système dite aussi horloge instruction est obtenue en divisant la fréquence par 4. Dans la suite de ce document on utilisera le terme Fosc/4 pour désigner l'horloge système.

Avec un quartz de 4 MHz, on obtient une horloge instruction de 1 MHz, soit le temps pour exécuter une instruction de 1  $\mu$ s.

### **2.L'ALU et l'accumulateur W :**

L'ALU est une Unité Arithmétique et logique 8 Bits qui réalise les opérations arithmétiques et logique de base. L'accumulateur W est un registre de travail 8 bits, toutes les opérations à deux opérandes passent par lui. On peut avoir :

- Une instruction sur un seul opérande qui est en général un registre situé dans la RAM.
- Une instruction sur 2 opérandes. Dans ce cas, l'un des deux opérandes est toujours l'accumulateur W, l'autre peut être soit un registre soit une constante.

### **3.Organisation De La Mémoire RAM :**

L'espace mémoire RAM adressable est de **512** positions de 1 octet chacune :

- Les 416 positions restantes constituent les registres GPR (General Purpose Registers) ou RAM utilisateur. Sur le 16F876 et 16F877, 3 blocs de 16 octets chacun ne sont pas implantés physiquement d'où une capacité de RAM utilisateur de 368 GPR.
- 96 positions sont réservées au SFR (Special Function Registers) qui sont les registres de configuration du PIC.

Pour accéder à la RAM, on dispose de deux modes d'adressage : direct et indirect.

### **4. Quelques Registre De Configuration et leurs bits :**

|            |       |         |         |         |         |         |         |         |           |
|------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| STATUS     | IRP   | RP1     | RP0     | TO      | PD      | Z       | DC      | C       | 0001 1xxx |
| OPTION_REG | RBPUP | INTEDG  | TOCS    | TOSE    | PSA     | PS2     | PS1     | PS0     | 1111 1111 |
| INTCON     | GIE   | PEIE    | TOIE    | INTE    | RBIE    | TOIF    | INTF    | RBIF    | 0000 000x |
| PIE1       | PSPIE | ADIE    | RCIE    | TXIE    | SSPIE   | CCP1IE  | TMR2IE  | TMR1IE  | 0000 0000 |
| PIR1       | PSPIF | ADIF    | RCIF    | TXIF    | SSPIF   | CCP1IF  | TMR2IF  | TMR1IF  | 0000 0000 |
| PIE2       | N.I.  | Réservé | N.I.    | EEIE    | BCLIE   | N.I.    | N.I.    | CCP2IE  | -r-0 0-0  |
| PIR2       | N.I.  | Réservé | N.I.    | EEIF    | BCLIF   | N.I.    | N.I.    | CCP2IF  | -r-0 0-0  |
| EECON1     | EEPGD | —       | —       | —       | WRERR   | WREN    | WR      | RD      | x--- x000 |
| TXSTA      | CSRC  | TX9     | TXEN    | SYNC    | —       | BRGH    | TRMT    | TX9D    | 0000 -010 |
| RCSTA      | SPEN  | RX9     | SREN    | CREN    | ADDEN   | FERR    | OERR    | RX9D    | 0000 000x |
| CCPxCON    | —     | —       | DCxB1   | DCxB0   | CCPxM3  | CCPxM2  | CCPxM1  | CCPxM0  | --00 0000 |
| T1CON      | —     | —       | T1CKPS1 | T1CKPS0 | T1OSCEN | T1SYNC  | TMR1CS  | TMR1ON  | --00 0000 |
| T2CON      | —     | TOUTPS3 | TOUTPS2 | TOUTPS1 | TOUTPS0 | TMR2ON  | T2CKPS1 | T2CKPS0 | --00 0000 |
| SSPCON     | WCOL  | SSPOV   | SSPEN   | CKP     | SSPM3   | SSPM2   | SSPM1   | SSPM0   | 0000 0000 |
| SSPCON2    | GCEN  | ACKSTAT | ACKDT   | ACKEN   | RCEN    | PEN     | RSEN    | SEN     | 0000 0000 |
| SSPSTAT    | SMP   | CKE     | D/A     | P       | S       | R/W     | UA      | BF      | 0000 0000 |
| CCP1CON    | —     | —       | CCP1X   | CCP1Y   | CCP1M3  | CCP1M2  | CCP1M1  | CCP1M0  | --00 0000 |
| TXSTA      | CSRC  | TX9     | TXEN    | SYNC    | —       | BRGH    | TRMT    | TX9D    | 0000 -010 |
| RCSTA      | SPEN  | RX9     | SREN    | CREN    | ADDEN   | FERR    | OERR    | RX9D    | 0000 000x |
| CCP2CON    | —     | —       | CCP2X   | CCP2Y   | CCP2M3  | CCP2M2  | CCP2M1  | CCP2M0  | --00 0000 |
| ADCON0     | ADCS1 | ADCS0   | CHS2    | CHS1    | CHS0    | GO/DONE | —       | ADON    | 0000 00-0 |
| ADCON1     | ADFM  | —       | —       | —       | PCFG3   | PCFG2   | PCFG1   | PCFG0   | 0--- 0000 |
| TRISx      |       |         |         |         |         |         |         |         | 1111 1111 |

Tableau 2 : détail des registres SFR et leurs états au démarrage

## 5. Les instructions de PIC16F877A:

- Tous les PICs Mid-Range ont un jeu de 35 instructions,
- Chaque instruction est codée sur un mot de 15 bits qui contient le code opération (OC) ainsi que l'opérande,
- Toutes les instructions sont exécutées en un cycle d'horloge, à part les instructions de saut qui sont exécutées en 2 cycles d'horloge. Sachant que l'horloge système est égale à  $f_{osc}/4$ , si on utilise un quartz de 4MHz, on obtient une horloge  $f_{osc}/4 = 1000000$  cycles/seconde, cela nous donne une puissance de l'ordre de 1MIPS (1 Million d'Instructions Par Seconde). Avec un quartz de 20MHz, on obtient une vitesse de traitement de 5 MIPS.

### II.10 les portes d'entrée/sortie :

Le PIC 16F877A dispose de 40 broches d'entrée/sortie regroupés dans 3 ports PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE.

Chaque broche d'un port peut être configurée soit en entrée soit en sortie à l'aide des registres de direction TRISA, TRISB, TRISC :

Bit k de TRISx = 0 ➡ Broche k de PORTx = Sortie

Bit k de TRISx = 1 ➡ Broche k de PORTx = entrée

### **II.10.1 : PORTA et le registre TRISA:**

PORTA est un port bidirectionnel de 6 bits de large. Le correspondante registre de direction des données est TRISA.

Définition d'un Le bit TRISA (= 1) fera la broche PORTA correspondante

Une entrée (c'est-à-dire, mettre le pilote de sortie correspondant dans un mode haute impédance).

L'effacement d'un bit TRISA (= 0) faire de la broche PORTA correspondante une sortie (c'est-à-dire mettre le contenu du verrou de sortie sur la broche sélectionnée).

La lecture du registre PORTA lit l'état du broches, tandis que l'écriture dessus écrira sur le loquet du port.

Toutes les opérations d'écriture sont des opérations de lecture-modification-écriture.

Par conséquent, une écriture sur un port implique que les broches du port sont Lu, la valeur est modifiée puis écrite sur le port verrou de données.

La broche RA4 est multiplexée avec l'horloge du module Timer0 entrée pour devenir la broche RA4/T0CKI. Le RA4/T0CKI pin est une entrée Trigger schmitt et une sortie à drain ouvert.

Toutes les autres broches PORTA ont des niveaux d'entrée TTL.

Les autres broches PORTA sont multiplexées avec des entrées analogiques et l'entrée analogique VREF pour les deux convertisseurs A/N Le fonctionnement de chaque broche est sélectionné en effaçant/définissant les bits de contrôle appropriés dans les registres ADCON1 et/ou CMCON.et les comparateurs. Le fonctionnement de chaque broche est sélectionné en effaçant/définissant les bits de contrôle appropriés dans les registres ADCON1 et/ou CMCON.

### **II.10.2 : PORTB et le registre TRISB:**

PORTB est un port bidirectionnel de 8 bits de large. Le correspondant le registre de direction des données est TRISB.

- Toutes les broches sont compatibles TTL.

· La configuration de direction se fait à l'aide du registre TRISB, positionner un bit de TRISB à 1 configure la broche correspondante de PORTB en entré et inversement. Au départ toutes les broches sont configurées en entrée.

· En entrée, la ligne RB0 appelée aussi INT peut déclencher l'interruption externe INT.

· En entrée, une quelconque des lignes RB4 à RB7 peut déclencher l'interruption RBI.

### **II.10.3 : PORTC et le registre TRISC :**

PORTC est un port bidirectionnel de 8 bits de large. Le correspondant le registre de direction des données est TRISC.

Définition d'un Le bit TRISC (= 1) rendra le PORTC correspondant épingler une entrée (c'est-à-dire mettre le pilote de sortie correspondant dans un mode haute impédance). Effacement d'un bit TRISC (= 0) fera de la broche PORTC correspondante une sortie (c'est-à-dire, mettre le contenu du verrou de sortie sur la broche sélectionnée).

PORTC est multiplexé avec plusieurs fonctions périphériques Les broches PORTC ont une entrée Schmitt Trigger tampons.

### **II.10.4: PORTD et le registre TRISD:**

PORTD est un port 8 bits avec entrée Schmitt Trigger tampons. Chaque broche est configurable individuellement comme entrée ou sortie.

PORTD peut être configuré comme un large 8 bits port du microprocesseur (Parallel Slave Port) en réglant bit de contrôle, PSPMODE (TRISE<4>).

### **II.10.5: PORTE et le registre TRISE:**

PORTE à trois broches (RE0/RD/AN5, RE1/WR/AN6\_ et RE2/CS/AN7) configurables individuellement\_ comme entrées ou sorties. Ces broches ont Schmitt Trigger\_ tampons d'entrée.

Les broches PORTE deviennent les entrées de contrôle d'E/S pour le port du microprocesseur lorsque le bit PSPMODE (TRISE<4>) est ensemble. Dans ce mode, l'utilisateur doit s'assurer que le TRISE<2:0> bits sont définis et que les broches sont configurées comme entrées numériques. Assurez-vous également qu'ADCON1 est configuré pour les E/S numériques. Dans ce mode, les tampons d'entrée sont TTL. [ 7]

## II.11 Convertisseur analogique numérique :

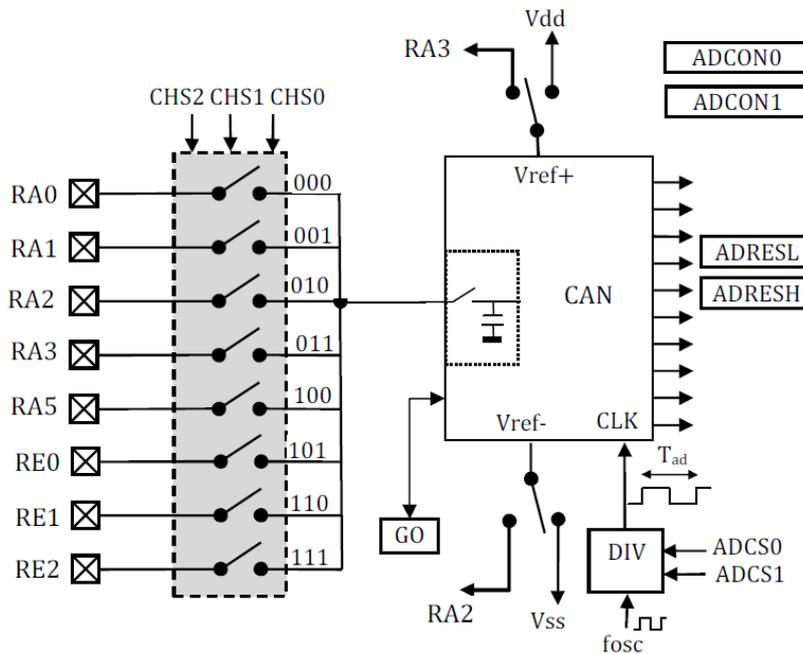


Figure II .4 :synoptique général du CAN pour le PIC16F87x

Ce module est constitué d'un convertisseur Analogique Numérique 10 bits dont l'entrée analogique peut être connectée sur l'une des 8 (5 pour 16F876) entrées analogiques externes. On dit qu'on a un CAN à 8 canaux. Les entrées analogiques doivent être configurées en entrée à l'aide des registres TRISA et/ou TRISE. L'échantillonneur bloqueur est intégré, il est constitué d'un interrupteur d'échantillonnage et d'une capacité de blocage de 120 pF. Les tensions de références permettant de fixer la dynamique du convertisseur. Elles peuvent être choisies parmi Vdd, Vss, Vr+ ou Vr-.Le control du module se fait par les deux registres ADCON0 et ADCON1.

**ADCON0**

|       |       |      |      |      |         |   |      |
|-------|-------|------|------|------|---------|---|------|
| ADCS1 | ADCS0 | CHS2 | CHS1 | CHS0 | GO/DONE | — | ADON |
|-------|-------|------|------|------|---------|---|------|

**ADCS1 :ADCS0** : Choix d'horloge de conversion donc de temps de conversion

**CHS2 :CHS0** : choix de l'entrée analogique

000 = Channel 0, (RA0)

001 = Channel 1, (RA1)

010 = Channel 2, (RA2)

011 = Channel 3, (RA3)

100 = Channel 4, (RA5)

101 = Channel 5, (RE0)

110 = Channel 6, (RE1)

111 = Channel 7, (RE2)

**GO/DONE** : Une conversion démarre quand on place ce bit à 1. A la fin de la conversion, il est remis automatiquement à zéro. Ce bit peut aussi être positionné automatiquement par le module CCP2.

**ADON** : Ce bit permet de mettre le module AN en service

|               |      |   |   |   |       |       |       |       |
|---------------|------|---|---|---|-------|-------|-------|-------|
| <b>ADCON1</b> | ADFM | — | — | — | PCFG3 | PCFG2 | PCFG1 | PCFG0 |
|---------------|------|---|---|---|-------|-------|-------|-------|

**ADFM** : justification à droite ou à gauche du résultat dans les registre ADRESH et ADRESL

**ADRESH ADRESL**

**1** : justifié à droite **000000XX XXXXXXXX**

**0** : justifié à gauche **XXXXXXXXX XX000000**

**PCFG3:PCFG0** : Configuration des E/S et des tensions de références. Les 5 broches de PORTA et les 3 de PORTE peuvent être configurés soit en E/S digitales, soit en entrées analogiques. RA2 et RA3 peuvent aussi être configurées en entrée de référence.

### II.11.1 : Déroulement d'une conversion :

Le PIC dispose d'un échantillonneur bloqueur intégré constitué d'un interrupteur S, d'une capacité de maintien C=120 pF et d'un convertisseur Analogique numérique 10 bits. Pendant la conversion, la tension  $V_e$  à l'entrée du convertisseur A/N doit être maintenue constante.

Au départ il faut commencer par faire l'acquisition du signal en fermant l'interrupteur S, ceci se fait à l'aide du registre ADCON0, soit au moment de la validation du module par le bit ADON soit après un changement de canal si ADON est déjà positionné. Après la fin de l'acquisition, on peut démarrer une conversion en positionnant le bit GO\_DONE, l'interrupteur S s'ouvre pour assurer le blocage de la tension. La conversion commence, elle est réalisée en 12 TAD, à la fin, le bit GO\_DONE repasse à 0, le drapeau ADIF passe à 1 et le résultat est chargé dans les registres ADRESL et ADRESH. Le module met 2 TAD supplémentaires pour fermer l'interrupteur S ce qui démarre une nouvelle phase d'acquisition pendant laquelle la tension  $V_e$  rejoint la tension analogique d'entrée  $V_a$ . Le temps d'acquisition dépend de la constante de temps RC, R étant la somme des résistances entre le module de conversion et la source de la tension analogique. Après la fin de l'acquisition, on peut démarrer une nouvelle conversion et ainsi de suite.

### II.13 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné une description générale sur le PIC choisi dans ce travail qui est le PIC 16F877A. Dans le chapitre suivant nous détaillons comment nous avons utilisé ce microcontrôleur avec le reste des circuits envisagés.

## *Chapitre III : les éléments de commande d'éclairage Public*

## Chapitre III

### III .1 Introduction :

Après avoir fait, précédemment donner une description sur le PIC utilisé dans notre projet. Nous allons développer dans ce chapitre une description théoriques sur les dispositifs que nous avons utilisé, les outils logiciel et les étapes nécessaires qui nous facilitent la réalisation de notre projet «dispositif de commande d'éclairage public avec affichage de température, à base de PIC 16F877 ».

### III .2 les éléments qui relié avec le PIC :

L'emploi d'un microcontrôleur de type 16F877A simplifie à l'extrême le schéma de principe du montage. Il est relié aux autres blocs, le programme implémenté dans sa mémoire EEPROM assure le bon fonctionnement de l'ensemble .Il est relié au reste des composants du montage comme le montre la figure III .1

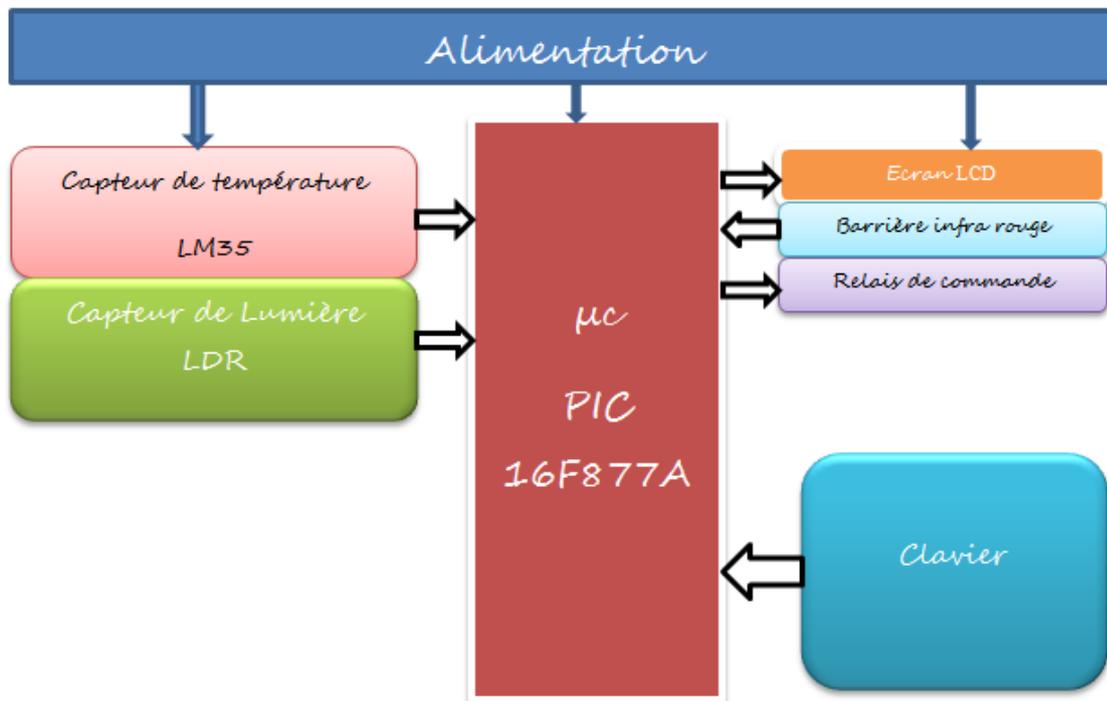


Figure III .1 : schéma synoptique de la carte d'éclairage

#### III.2.1 capteur de température LM35 :

Le capteur de température utilisé est un capteur résistif, dans notre cas nous allons utiliser un capteur du type actif (Circuit intégré LM35).



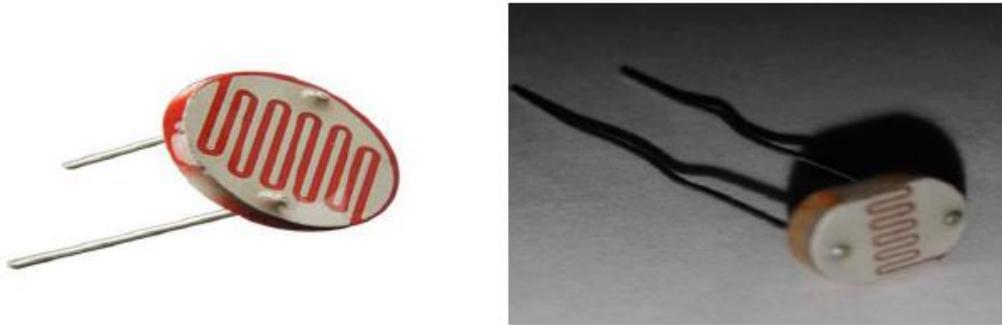


Figure III .3 LDR

### III.2.2.1 principe de fonctionnement :

Cette cellule photo-électrique est sensible à lumière reçue. Une variation de lumière signifie une variation de la résistance de ce capteur ce qui provoque une variation de la tension aux bornes de ce capteur. [11]

Ces capteurs sont sensibles à la lumière visible comme à l'infra-rouge

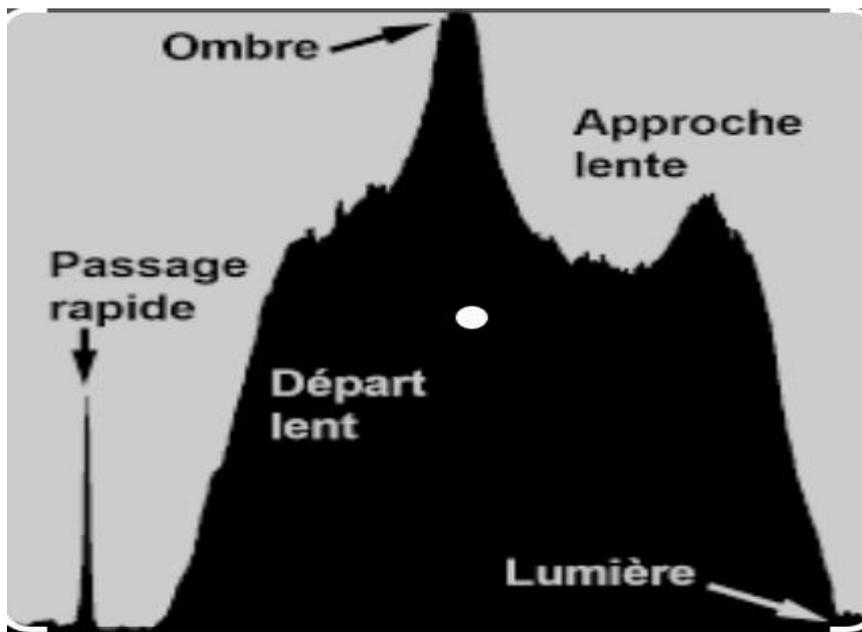


Figure III .4 exemple d'application

### III.2.3 Afficheur LCD (Light Control Display) :

Les afficheurs LCD sont devenus indispensables dans les systèmes techniques qui nécessitent l'affichage de paramètres de fonctionnement. Grâce à la commande par un microcontrôleur ces afficheurs permettant de réaliser un affichage de message aisé. Ils permettent de créer ses propres caractères. [12]



Figure III .5 Afficheur LCD

### III.2.3.1 schéma fonctionnelle :

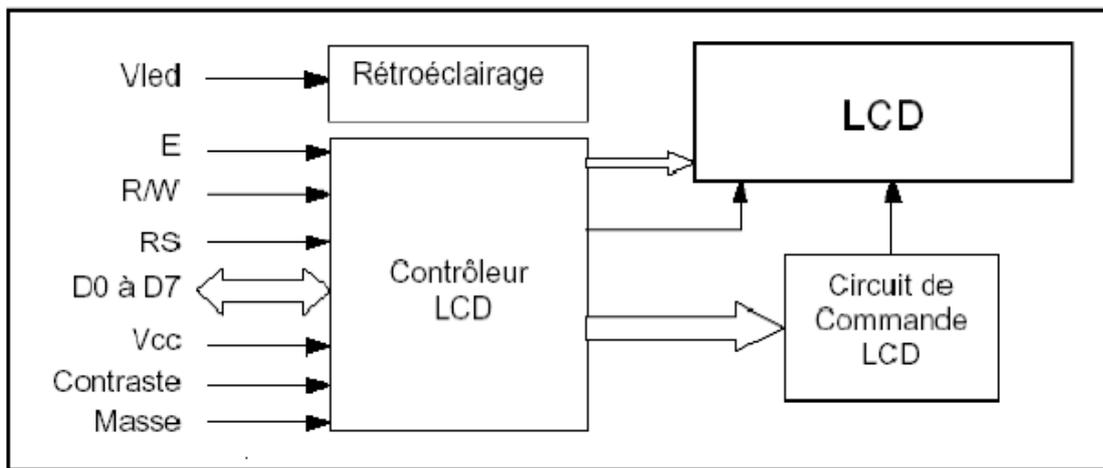


Figure III .6 schéma fonctionnelle d'un LCD

### III.2.3.2 Rôle des différentes broche de l'afficheur LCD :

**VCC, Masse :** alimentation de l'afficheur LCD. Un afficheur LCD s'alimente en 0V-5V.

**Contraste :** entrée permettant de régler le contraste de l'afficheur LCD. Il faut appliquer une tension continue réglable (entre 0V et 5V) à l'aide d'un potentiomètre.

**Vled :** différence de potentiel permettant de commander le rétro éclairage.

**E :** entrée de validation (ENABLE), elle permet de valider les données sur un front descendant. Lorsque E=0 alors le bus de données est à l'état haute impédance.

**RS : Register Select** cette entrée permet d'indiquer à l'afficheur si l'on souhaite réaliser une commande (RS=0) par des instructions spécifiques, ou écrire une donnée (envoi du code du caractère à afficher) sur le bus (RS=1).

**R/W:** entrée de lecture (R/W=1) et d'écriture (R/W=0). Lorsqu'on commande l'afficheur LCD il faut se placer en écriture.

**D7...D0** : bus de données bidirectionnel, il permet de transférer les instructions ou les données à l'afficheur LCD.

### III.2.4 clavier 4\*4 :[ 13]

A titre d'exemple, un clavier matriciel 4x4 est composé de 4 lignes (L1 L2 L3 L4) et de 4 colonnes (C1 C2 C3 C4).

Lorsqu'une touche est enfoncée, une connexion entre une ligne et une colonne est établi.

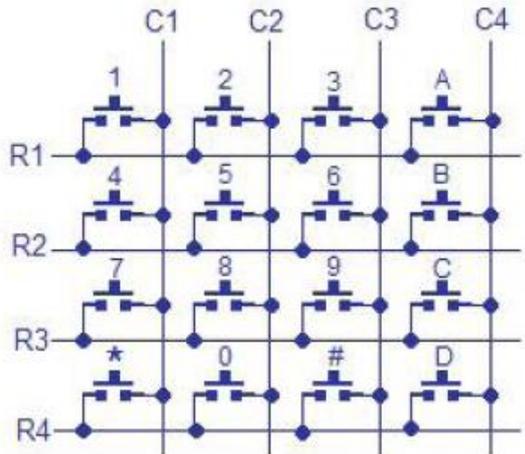


Figure III .7 clavier 4\*4

#### III.2.4.1 Brochage de clavier 4\*4 :

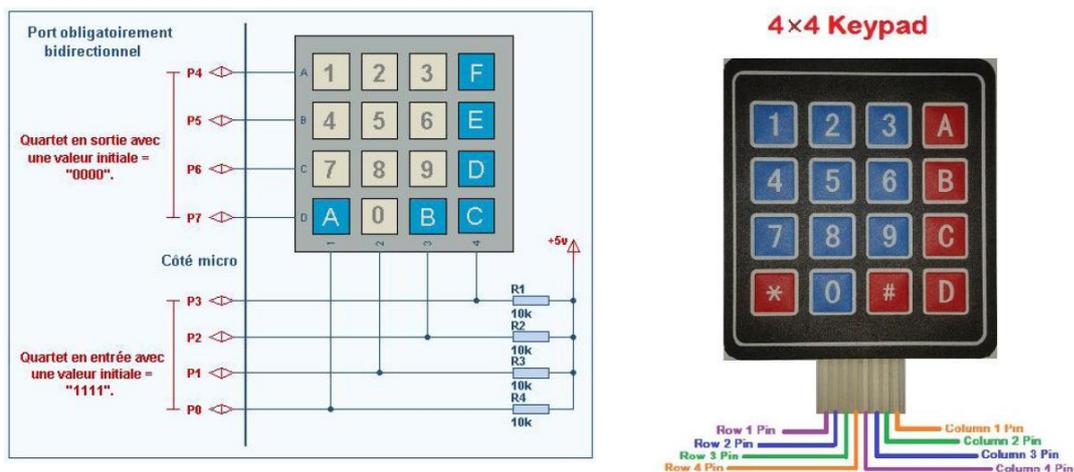


Figure III .8 Brochage clavier 4\*4

Le brochage dit "matrice carrée" (présenter dans la figure III .8) est obligé faire l'utilisation d'un port parallèle et obligier bidirectionnel et complet (8 bits de P0 à P7). Le poids faible de ce port sera réservé pour les colonnes et initialisé en entrée avec la valeur "1111" tandis que son poids fort est affecté aux lignes et initialisé en sortie avec la valeur "0000".

### III.2.4.2 Codage du clavier matriciel :

La touche enfoncée provoque un court-circuit entre la ligne et la colonne correspondantes. Si ce court-circuit est matérialisé par un niveau logique 0 et tout le reste est à 1, on peut alors facilement, établir le tableau de la figure suivante :

| Touches<br>(Valeur ASCII) | P7     | P6 | P5 | P4 | P3       | P2 | P1 | P0 | Codes<br>Hexa |
|---------------------------|--------|----|----|----|----------|----|----|----|---------------|
|                           | Lignes |    |    |    | Colonnes |    |    |    |               |
|                           | D      | C  | B  | A  | 4        | 3  | 2  | 1  |               |
| '1' => 49                 | 1      | 1  | 1  | 0  | 1        | 1  | 1  | 0  | EE            |
| '2' => 50                 | 1      | 1  | 1  | 0  | 1        | 1  | 0  | 1  | ED            |
| '3' => 51                 | 1      | 1  | 1  | 0  | 1        | 0  | 1  | 1  | EB            |
| 'A' => 65                 | 1      | 1  | 1  | 0  | 0        | 1  | 1  | 1  | E7            |
| '4' => 52                 | 1      | 1  | 0  | 1  | 1        | 1  | 1  | 0  | DE            |
| '5' => 53                 | 1      | 1  | 0  | 1  | 1        | 1  | 0  | 1  | DD            |
| '6' => 54                 | 1      | 1  | 0  | 1  | 1        | 0  | 1  | 1  | DB            |
| 'B' => 66                 | 1      | 1  | 0  | 1  | 0        | 1  | 1  | 1  | D7            |
| '7' => 55                 | 1      | 0  | 1  | 1  | 1        | 1  | 1  | 0  | BE            |
| '8' => 56                 | 1      | 0  | 1  | 1  | 1        | 1  | 0  | 1  | BD            |
| '9' => 57                 | 1      | 0  | 1  | 1  | 1        | 0  | 1  | 1  | BB            |
| 'C' => 67                 | 1      | 0  | 1  | 1  | 0        | 1  | 1  | 1  | B7            |
| '*' => 42                 | 0      | 1  | 1  | 1  | 1        | 1  | 1  | 0  | 7E            |
| '0' => 48                 | 0      | 1  | 1  | 1  | 1        | 1  | 0  | 1  | 7D            |
| '#' => 35                 | 0      | 1  | 1  | 1  | 1        | 0  | 1  | 1  | 7B            |
| 'D' => 68                 | 0      | 1  | 1  | 1  | 0        | 1  | 1  | 1  | 77            |

Figure III .9 : tableau du codage de clavier matriciel

### III.2.5 relais :

Le relais est utilisé pour contrôler la commutation d'un élément mécanique, il est composé par un ou plusieurs contacts pilotés par une bobine d'excitation. En général ce relais est commandé par un transistor en commutation qui assure son excitation. [2]



Figure III .10.1 relais

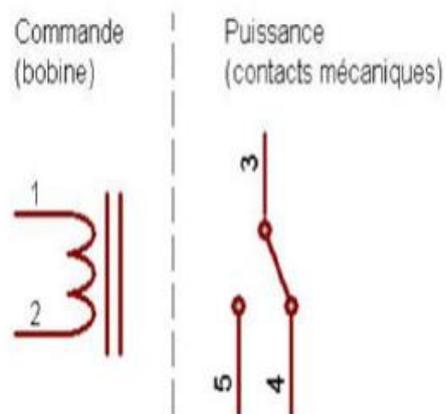


Figure III.10.2 symbole de relais

### III.2.6 Barrière infra rouge :

Afin d'agréments le montage nous avons rajouté au schéma d'origine une barrière infrarouge dont le récepteur est branché à la broche INT/ RBO du PIC.

Les détecteurs infrarouges sont insensibles à la lumière visible, mais réagissent au rayonnement de la chaleur ; celui-ci comporte une grande quantité d'infrarouges et les détecteurs sont prévus pour les reconnaître.

Dans notre circuit, la barrière infrarouge est constituée de deux petits boitiers représentant respectivement un émetteur infrarouge et un récepteur placés à une certaine distance l'un de l'autre comme le montre la Figure III .11. lors de passage d'un individu, cette dernière provoquera une interruption du faisceau infrarouge qui va automatiquement engendrer l'allumage d'une lampe pendant une certaine durée réglable à partir du clavier.

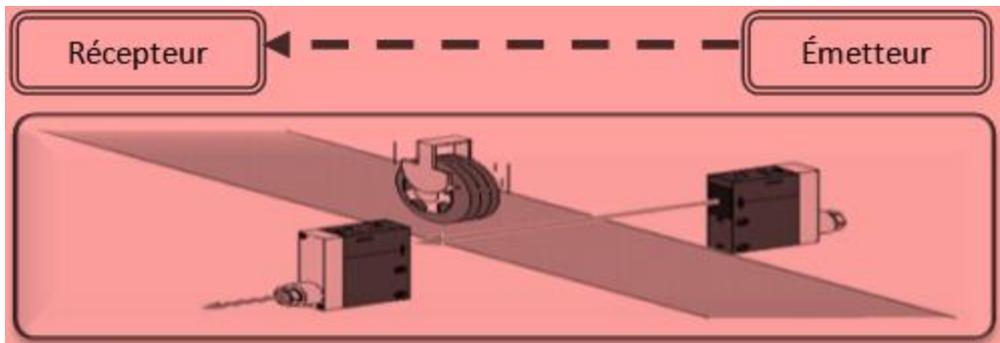


Figure III.11 : barrière infra rouge

#### III.2.6.1 1 émetteur :

L'étage émetteur de figure la Figure II .12 fonctionne avec une tension de 5 à 9 volts. Il est composé d'une diode à infrarouge émettrice (source de signal), commandée par un circuit astable à NE555. Il génère des ondes rectangulaires dont on peut varier le rapport cyclique, et qui serviront à coder le signal infrarouge émis.

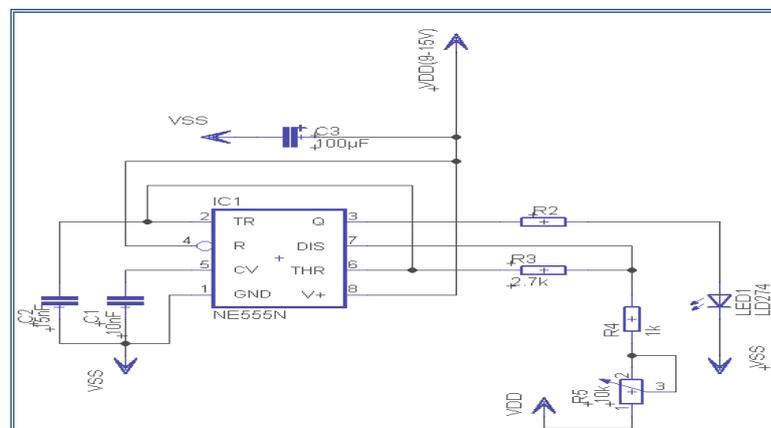


Figure III.12 : block émetteur

### II.2.6.2 récepteur :

Cette partie consiste à traiter le signal reçu par la diode émettrice.

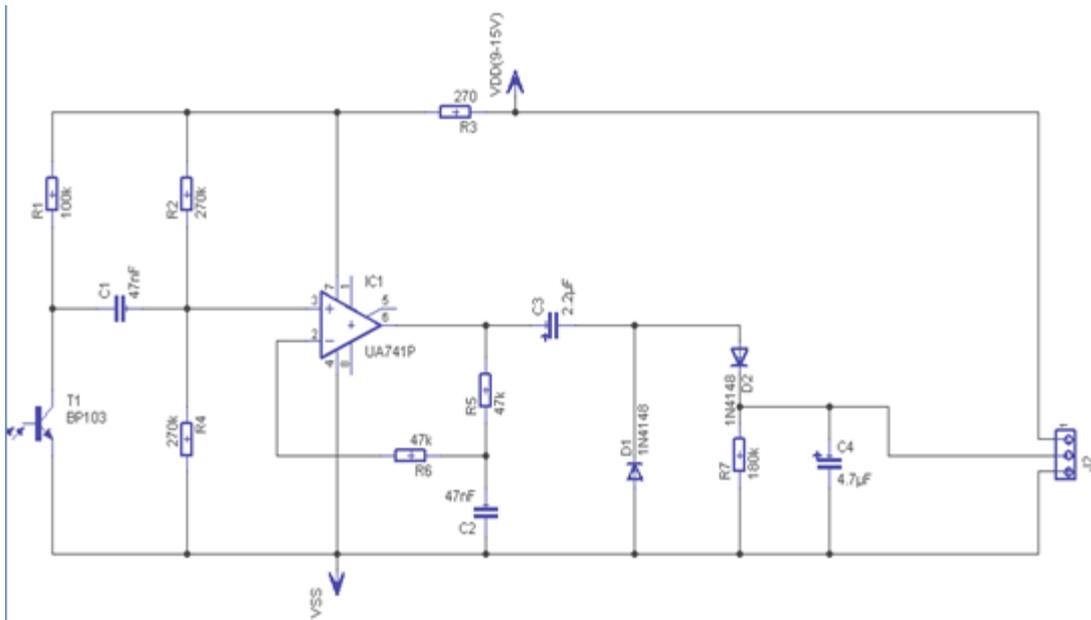


Figure III .13: block récepteur

### III. 3 présentations de la carte de développement EasyPIC v7 :

Nous avons utilisé la carte de Mikro Electronika EasyPIC v7 développement board pour la programmation de notre microcontrôleur PIC16F877A.

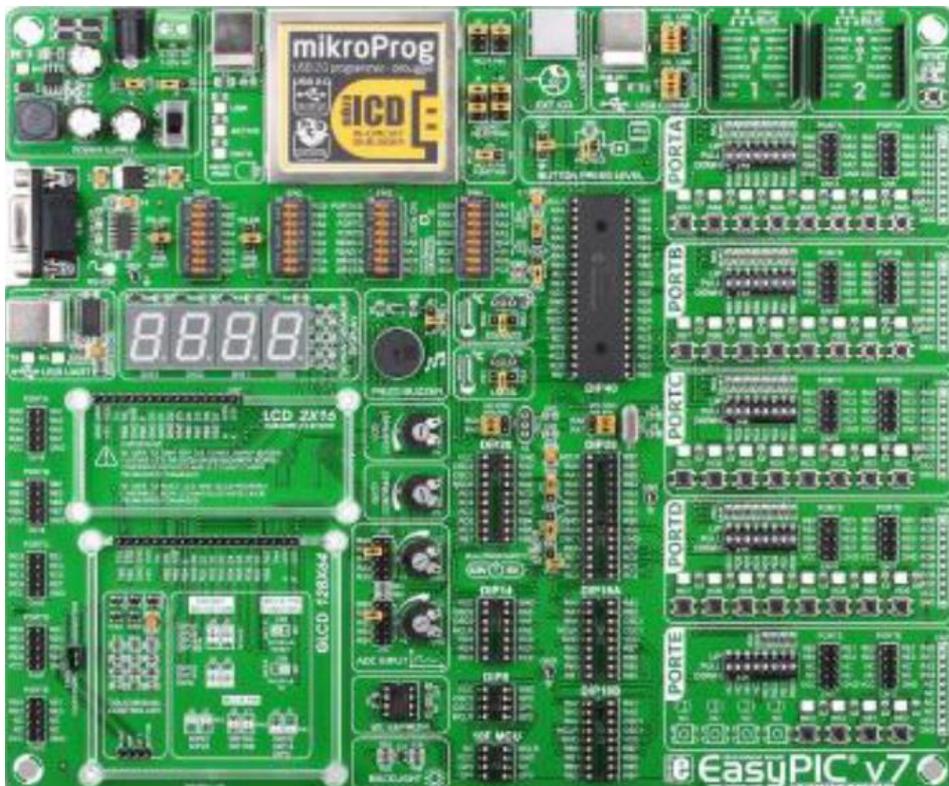


Figure III.14 la table d'essai EasyPIC v7

### III .4 Principe de fonctionnement :

Réaliser un dispositif de commande automatique d'un système d'éclairage en fonction de luminosité ambiante.

### III .5 les outils logiciels :

Lors de notre réalisation, nous nous sommes basé sur trois logiciels, Proteus, TCI, et le MikroC. Les deux premières nous ont servi une plateforme d'essais et de tests avant l'entame sur la plateforme réelle et le troisième nous a servi à programmer et configurer notre PIC (voir Figure III.19).

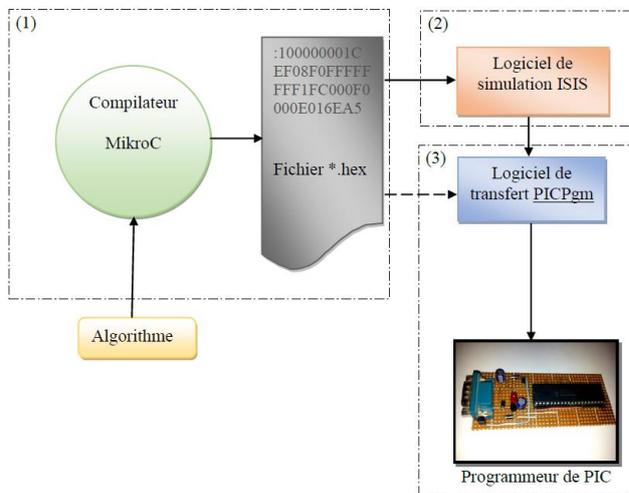


Figure III.15 : Etapes de développement de programme

Le langage de programmation utilisé est MikroC illustré dans la Figure III.16.

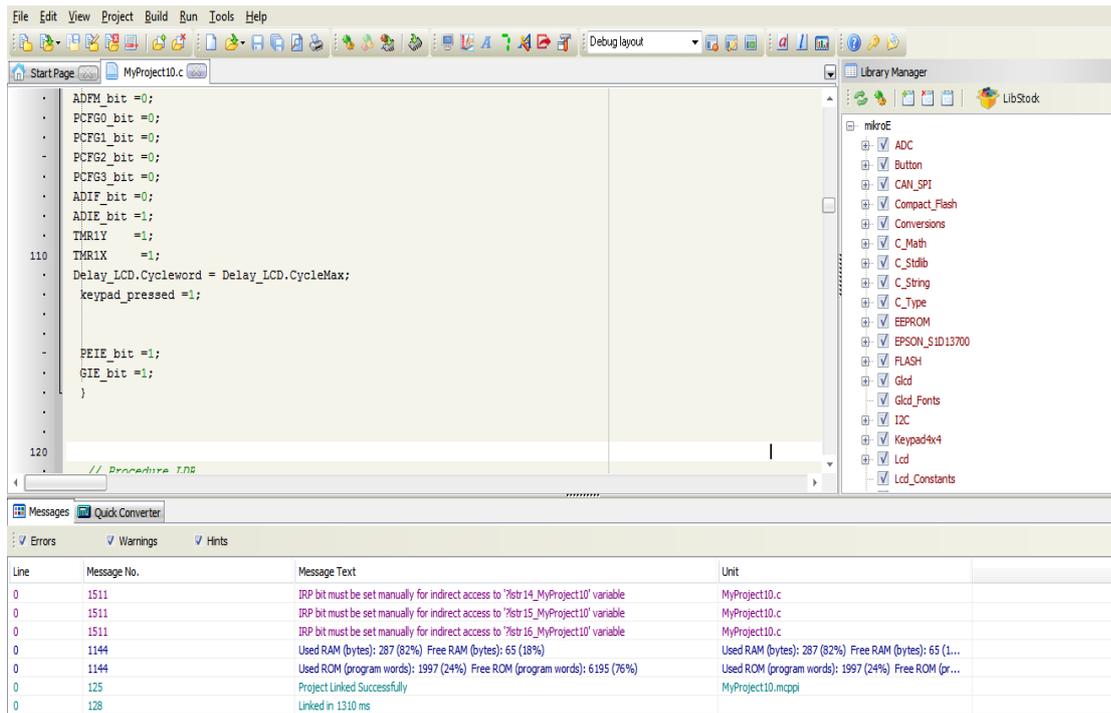


Figure III.16 : Compilateur de MikroC

### III .5.1 présentation de logiciel Isis proteus :

ISIS proteus est un outil logiciel permettant la conception électronique assistée par ordinateur, éditée par la société Labcenter Electronics. Proteus est composé par deux logiciels :

ISIS : permettant entre autres la création de schémas et la simulation électrique.

ARES : pour la création de circuit imprimés

### III .5.2 présentation de logiciel TCI :

TCI est un logiciel pour les électroniciens, destiné à la conception de circuits imprimé. Ce logiciel permet de tracer les circuits simples ou double face rapidement et d'imprimer chacune des couches sur papier ou sur transparent bureautique (pour obtenir un film directement exploitable).

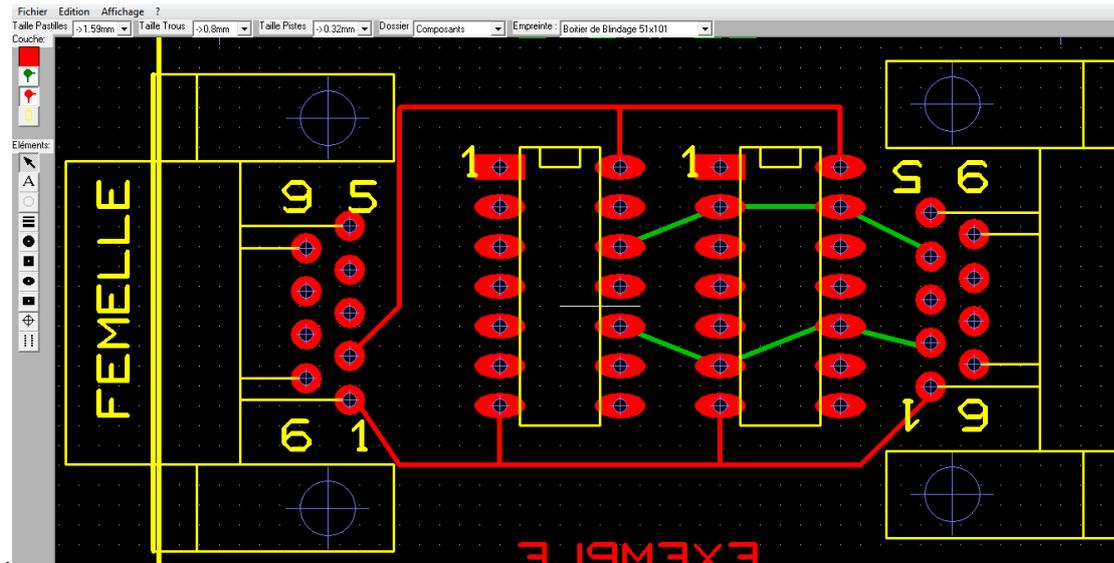


Figure III.17 logiciel TCI

### III.6 Partie Simulation :

Le schéma de notre projet est présenté dans la figure III.18

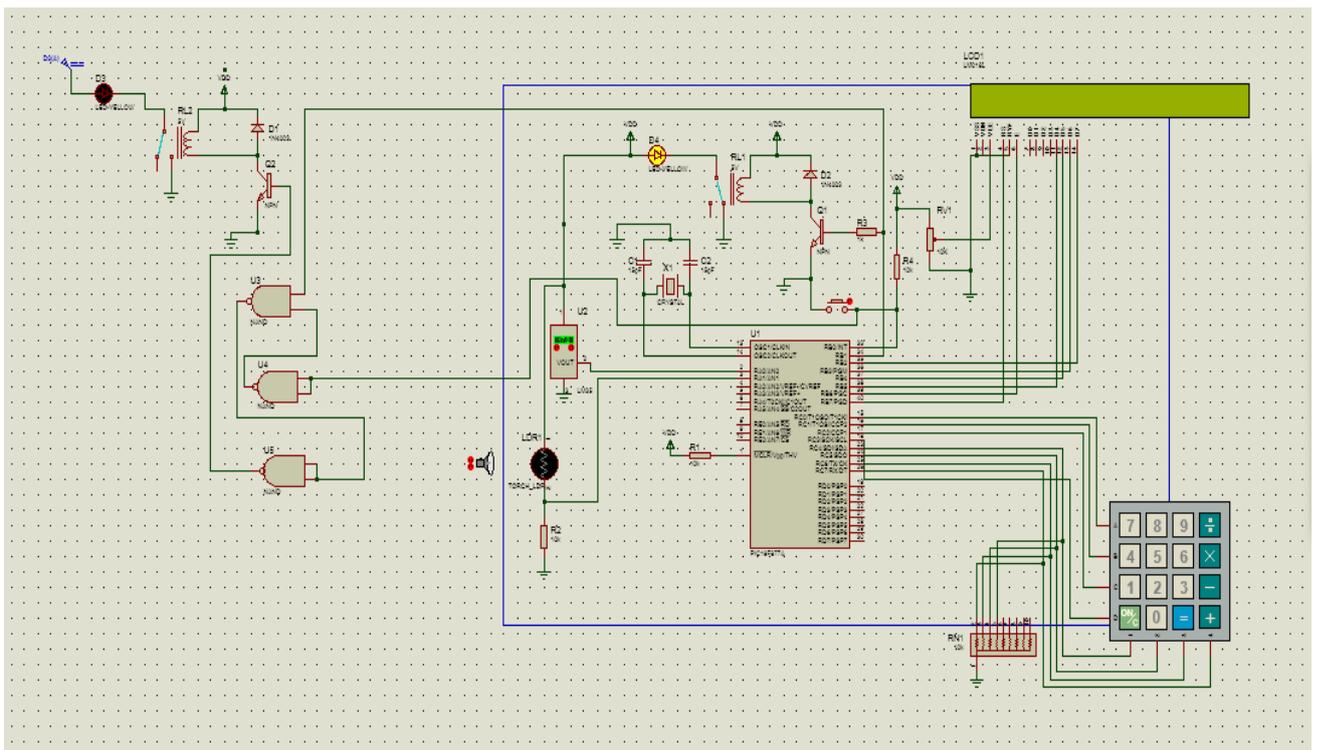


Figure III.18 : le logiciel Isis proteus en mode simulation de projet

Comme mentionné dans le chapitre précédent (chapitre 2) nous avons ajouté au montage de figure III.18, une barrière infrarouge composée par un émetteur et un récepteur qui sont présentés par la figure III. 19

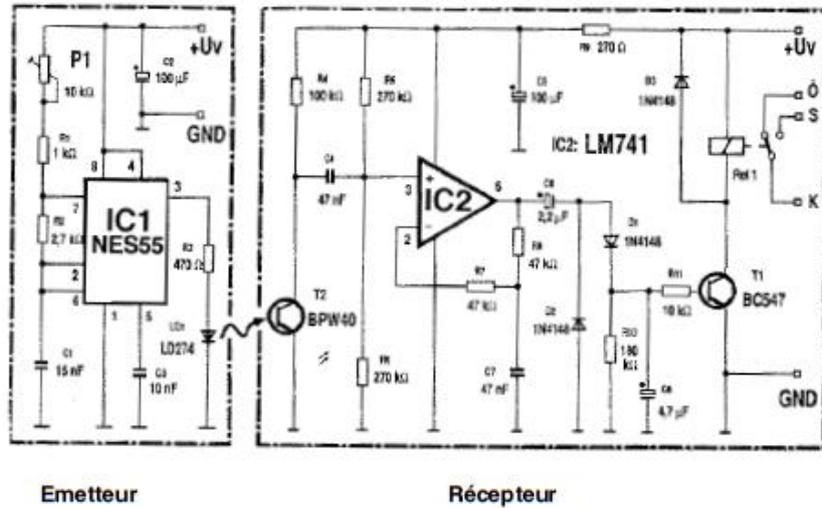
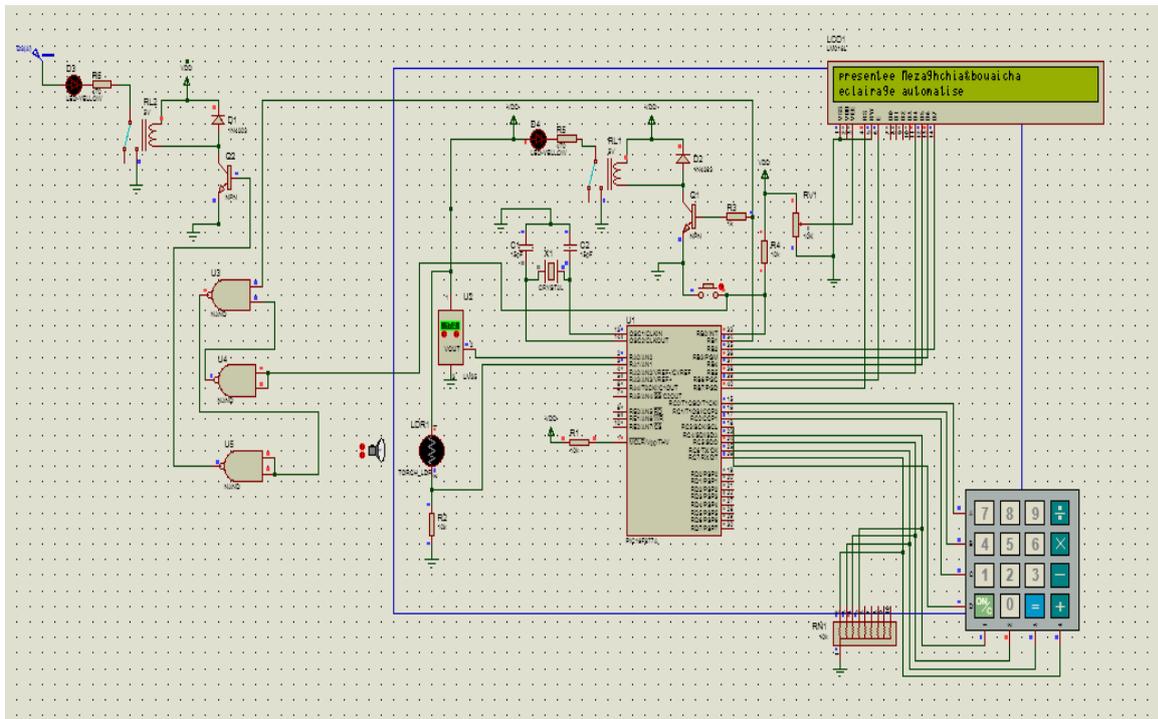


Figure III.19 : la barrière infra rouge

Nous avons conçu ce système selon les critères suivant :

Lorsque le capteur de lumière reçoit la valeur de seuil avec l'obligation de passer quelque chose dans la distance de barrière infra rouge, les deux lampes s'allument et l'information s'affiche sur l'écran LCD(les Noms, la température, état de la lampes)

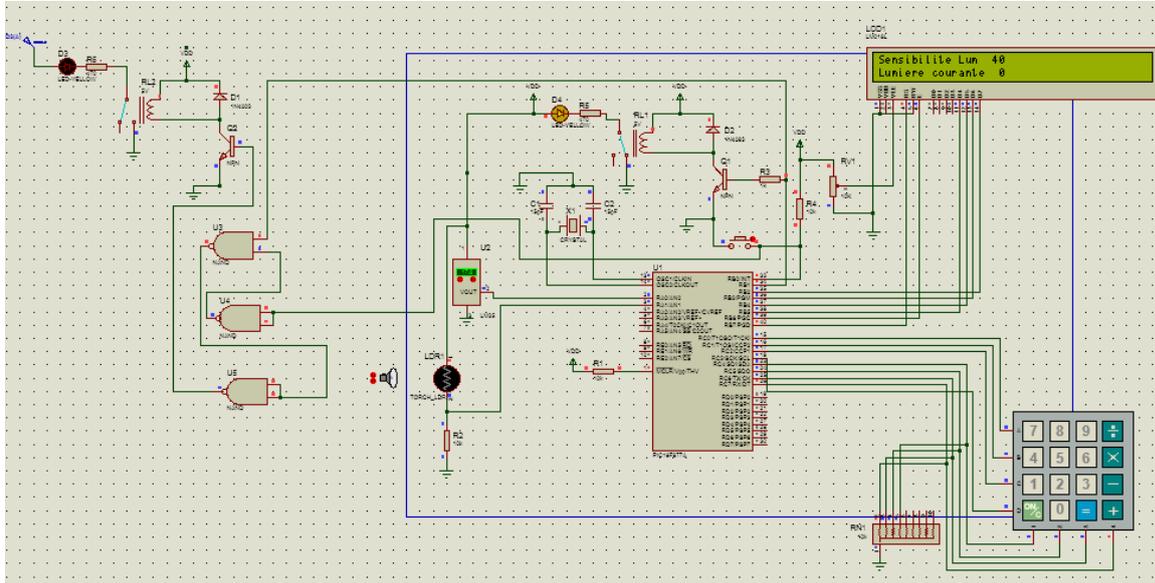


Chaque touche de notre clavier a pour fonction :

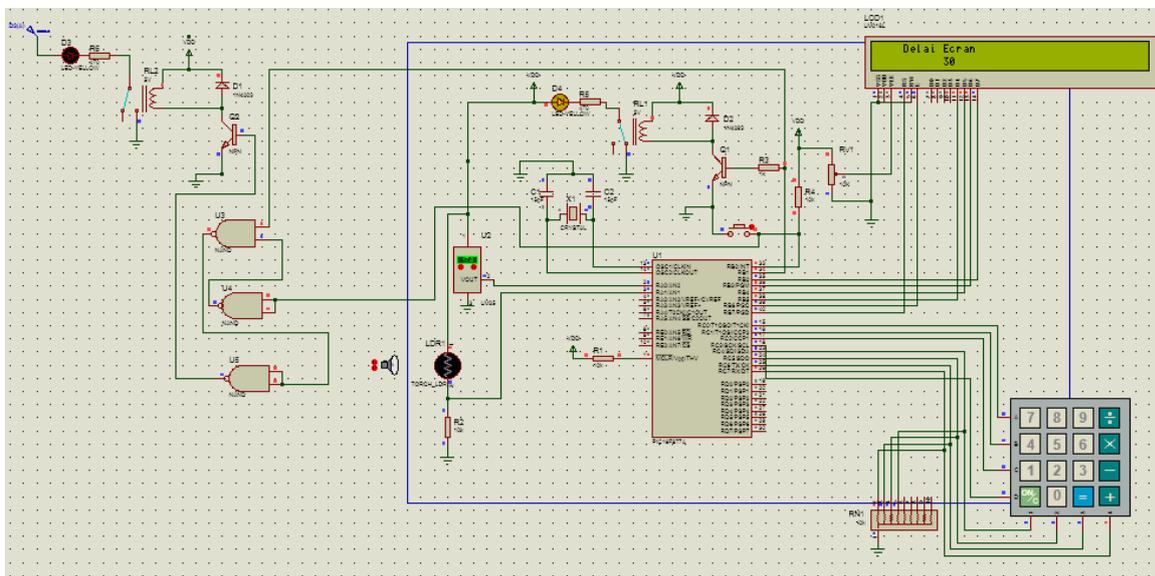
\* Touche « = » correspond à l'état de Barrière infra rouge (active ou non).

En appuyant sur cette touche la barrière est active et pour revenir, on doit actionner la touche « 8 »

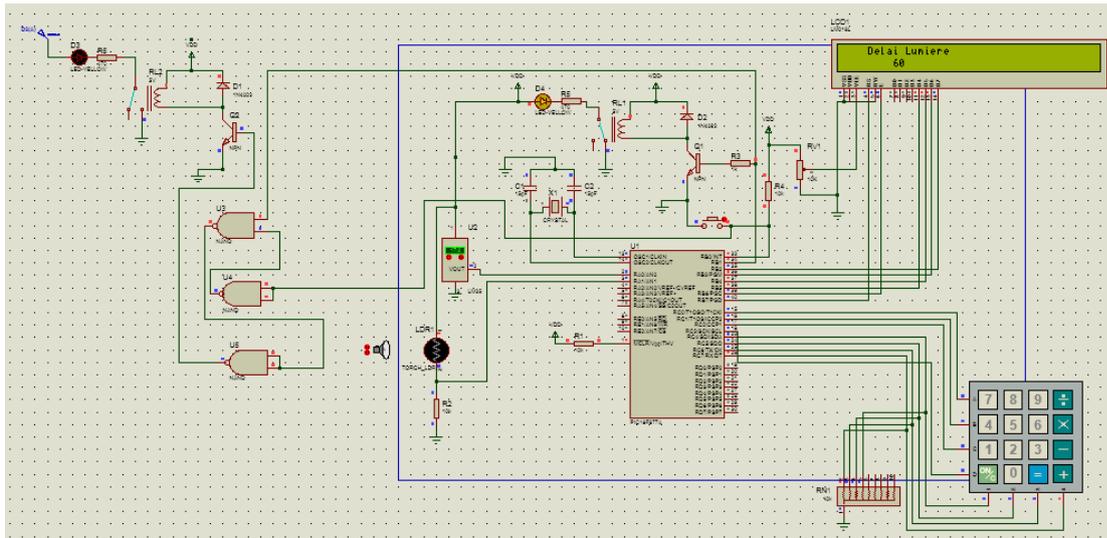
Affichage LCD : la première ligne : sensibilité lumière et sur deuxième ligne lumière courante.



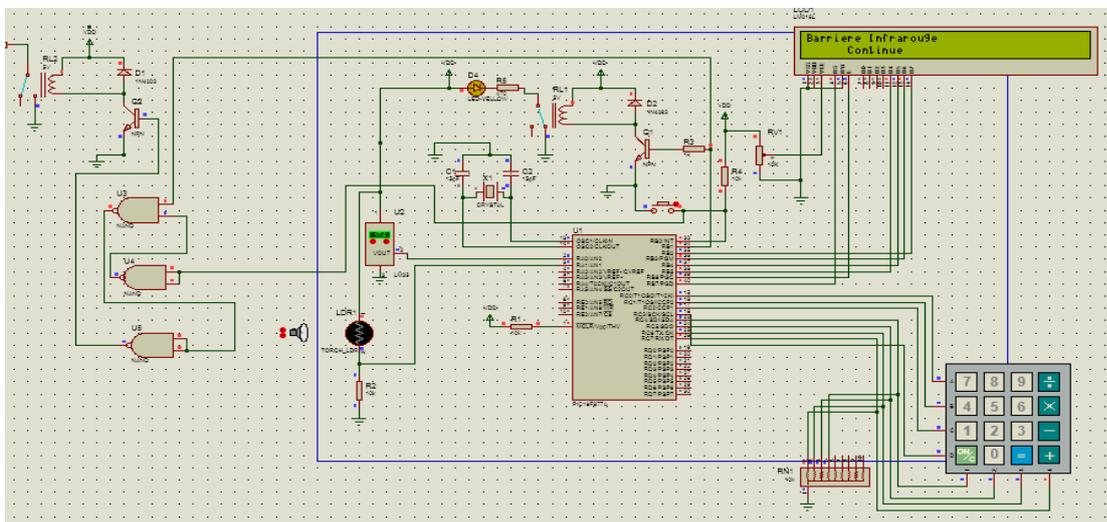
\* Touche « - » Affichage : le délai écran.



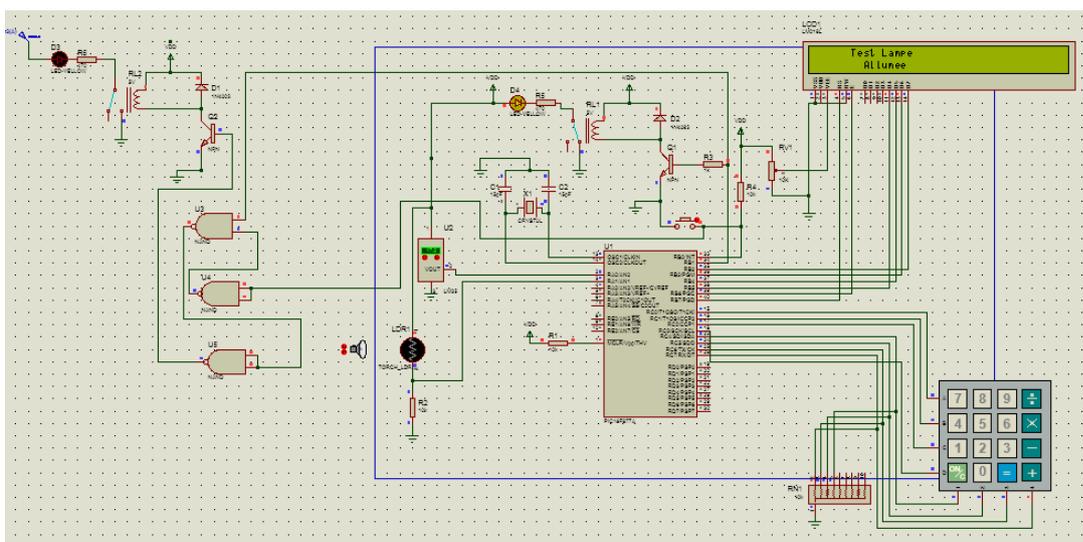
\* Touche « \* » pour voir le délai lumière.



\* Touche « 3 » pour voir l'état de barrière infrarouge (continue ou discontinue).



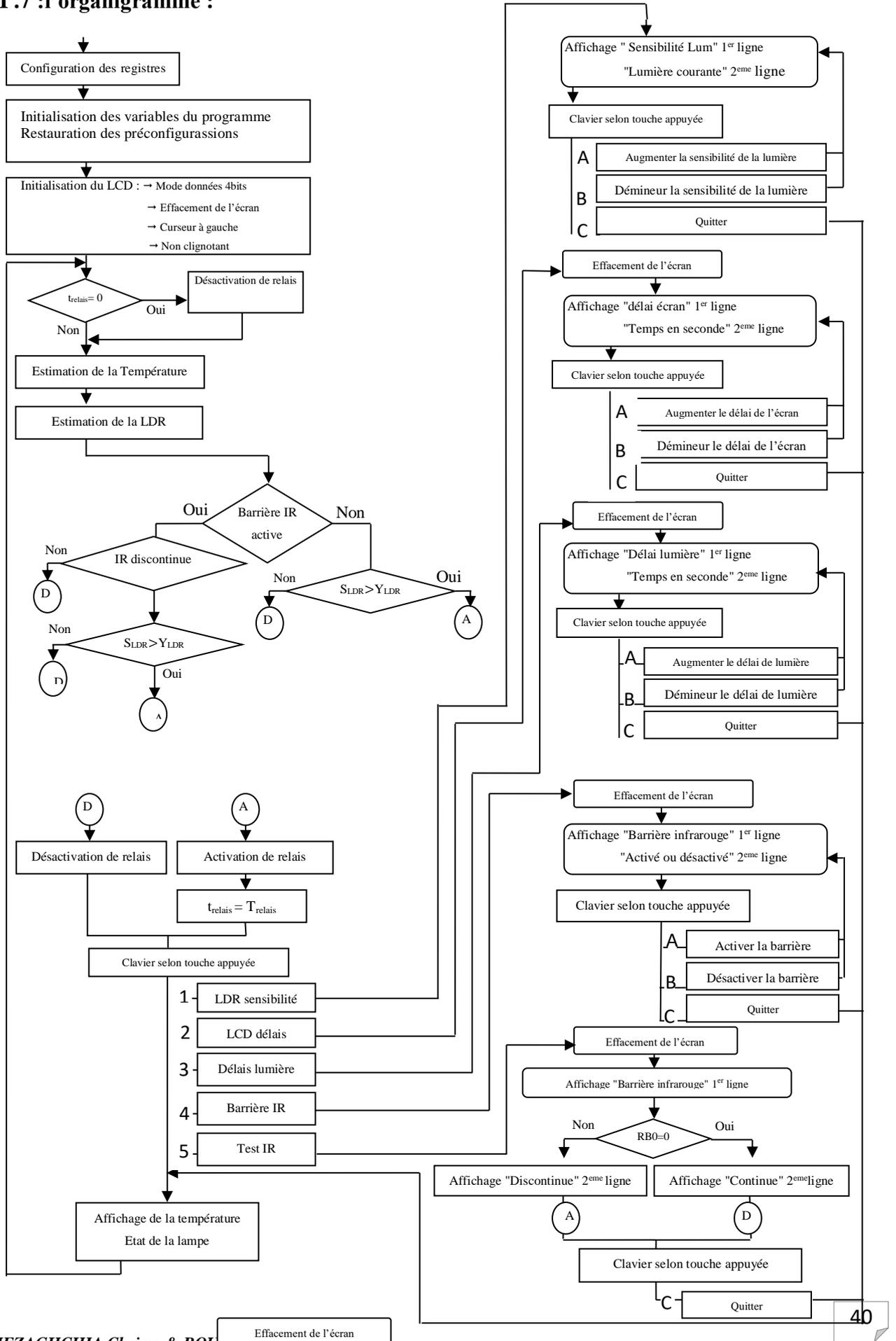
\* Touche « 6 » lampe Test .



\* Touches « 9 » et « / » : Réglage (Augmenter ou diminuer).

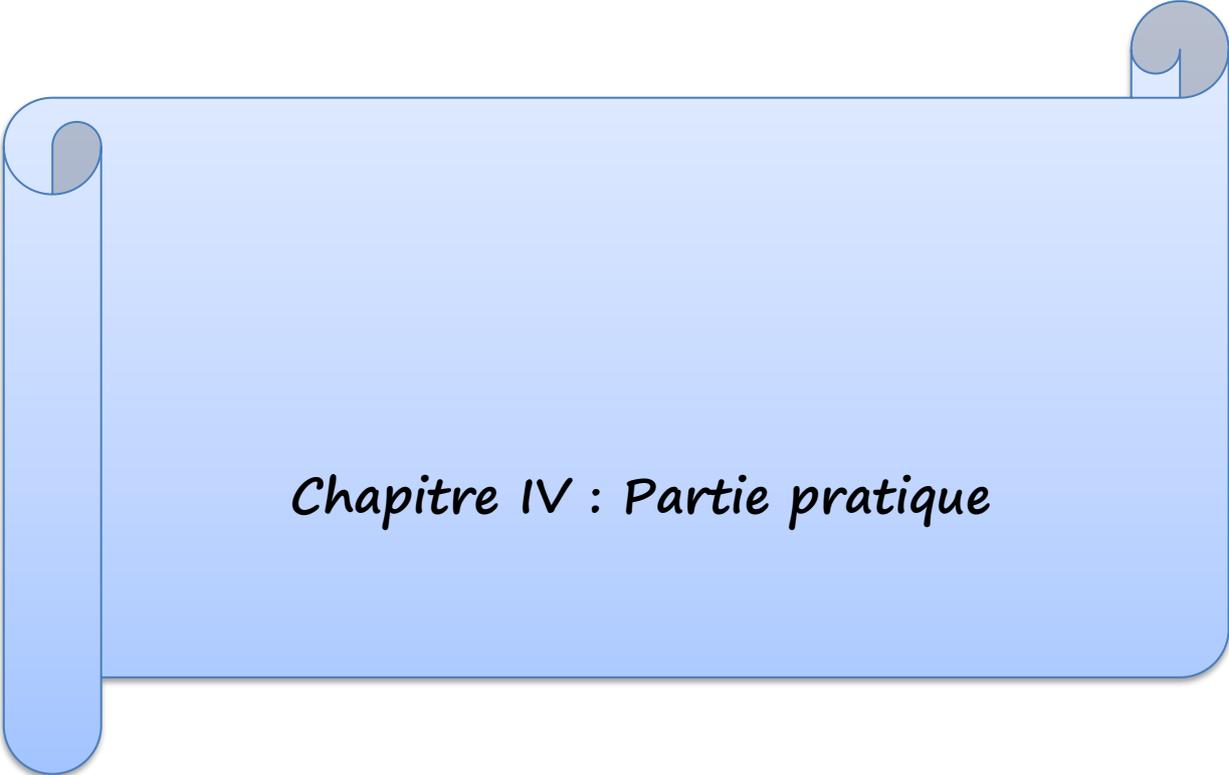


### III .7 :l'organigramme :



### **III .8 conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude détaillé pour les composants principaux a utilisé dans notre projet et concernant la commande automatique de l'éclairage public et les outils logiciel et les étapes nécessaires concernant la conception d'un système d'éclairage automatique.



## *Chapitre IV : Partie pratique*

#### IV.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons détailler les étapes de réalisation pratique de notre projet.

#### IV.2 Etapes de réalisation :

la réalisation de notre dispositif de commande de l'éclairage public regroupe les étapes suivantes :

Première étape : Elle consiste à la recherche des informations bibliographiques et techniques à utiliser pour la conception de circuit.

Deuxième étape : écrire le programme de notre PIC par le logiciel MikroC et le tester dans l'environnement ISIS Protues.

Troisième étape : chargement de programme dans la mémoire de PIC 16F877A.

Quatrième étape : Réalisation pratique du montage dans une plaque d'essais (récepteur et émetteur, carte de PIC ).

Cinquième étape : conception du circuit imprimé par le logiciel TCI.

Sixième étape : insolation, gravure et soudage des circuits.

Septième étape : Tester le fonctionnement de circuit.

#### IV.3 chargement de programme dans la mémoire de PIC 16F877A:

Nous avons utilisé la carte de développement EasyPIC v7 pour transférer le fichier code machine dans la mémoire du PIC en suivant les étapes suivantes [18] :

##### Etape 1 :

On faut s'assurer que le jumper J6 est bien placé sur la position USB, comme indiqué dans la Figure IV.1.on utilise le câble USB fournit pour connecter le système de développement EasyPICv7 au PC.



Figure IV.1 Alimentation (Jumper j6 en position USB)



Figure IV.2 connexion du câble USB

### **Etape 2 :**

Dans le cas où un des compilateur MikroElektronika est déjà installé sur le PC, il n'est pas nécessaire de réinstaller le PICflash. Il faut suivre les instructions pour l'installation des pilotes USB et du programmeur PICflash.

### **Etape 3 :**

En démarrant le système de développement et en poussant l'interrupteur d'alimentation sur la position ON. Les LED's « power » et « USB LINK » s'allument, signifiant que notre système de développement est prêt à être utilisé. En cliquant sur l'icône « build+Program » le programmeur PIC FLASH sera automatiquement activé après avoir complété le processus de compilation, et le programme compilé sera immédiatement transféré à la mémoire programme du microcontrôleur.

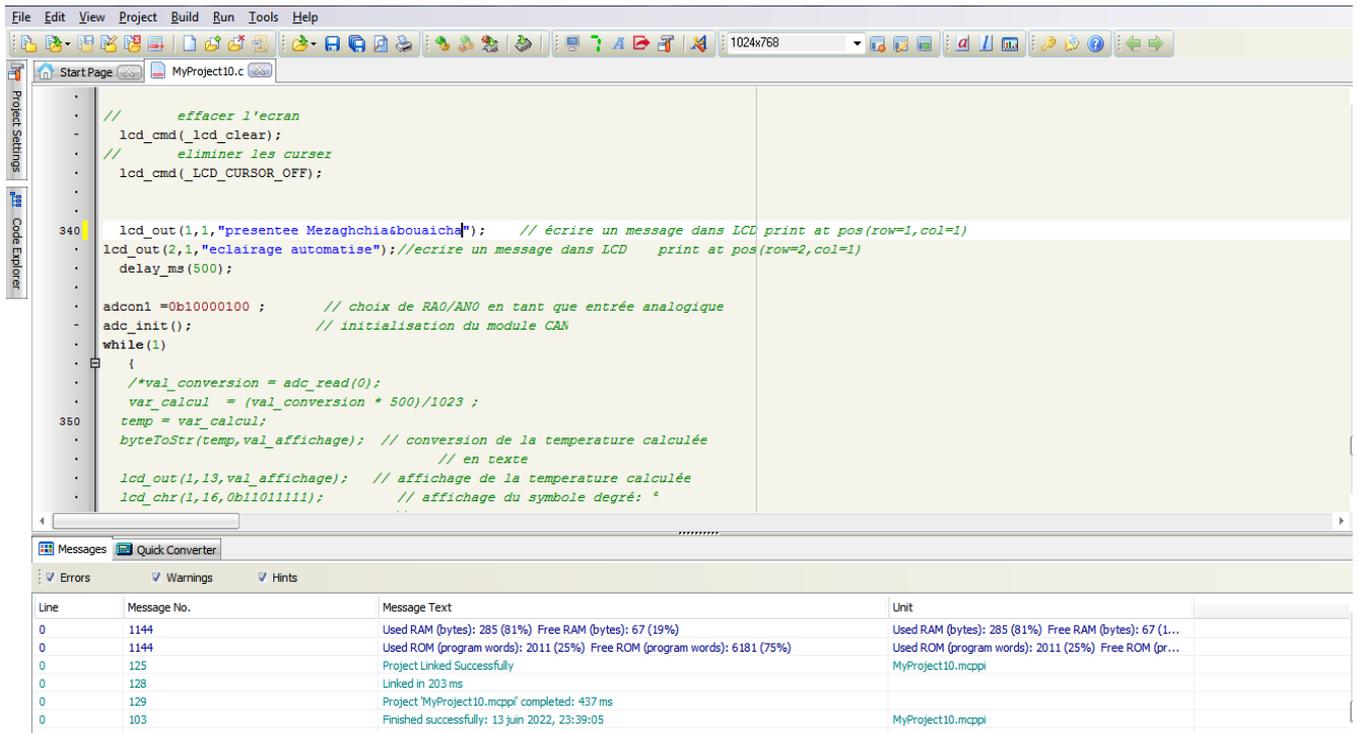
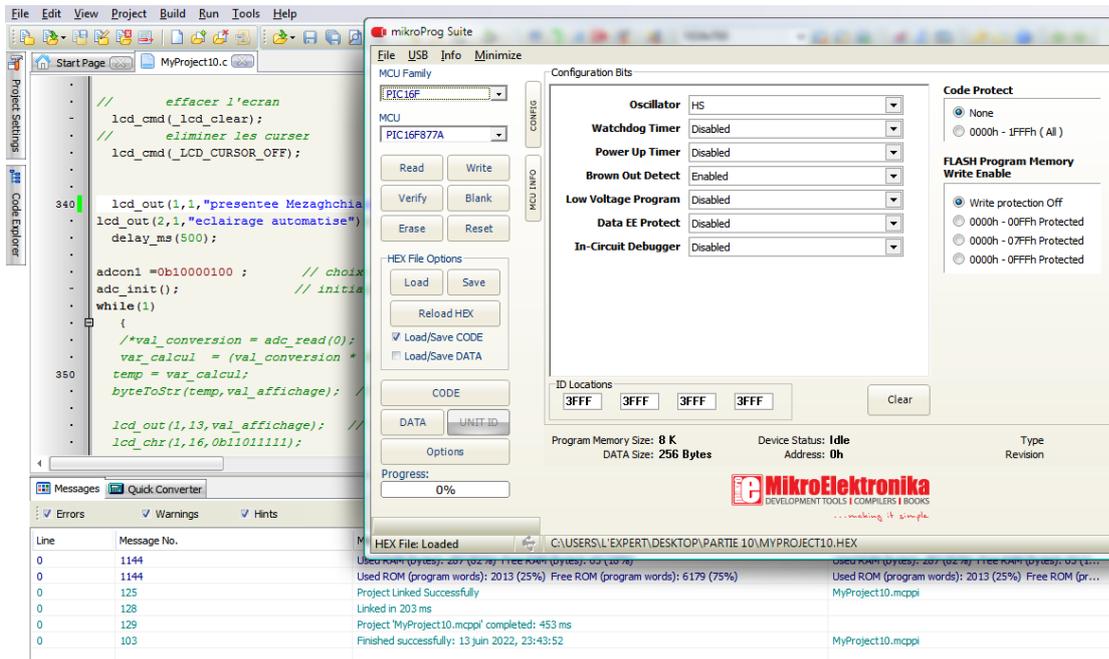


Figure IV.3 menu de Project



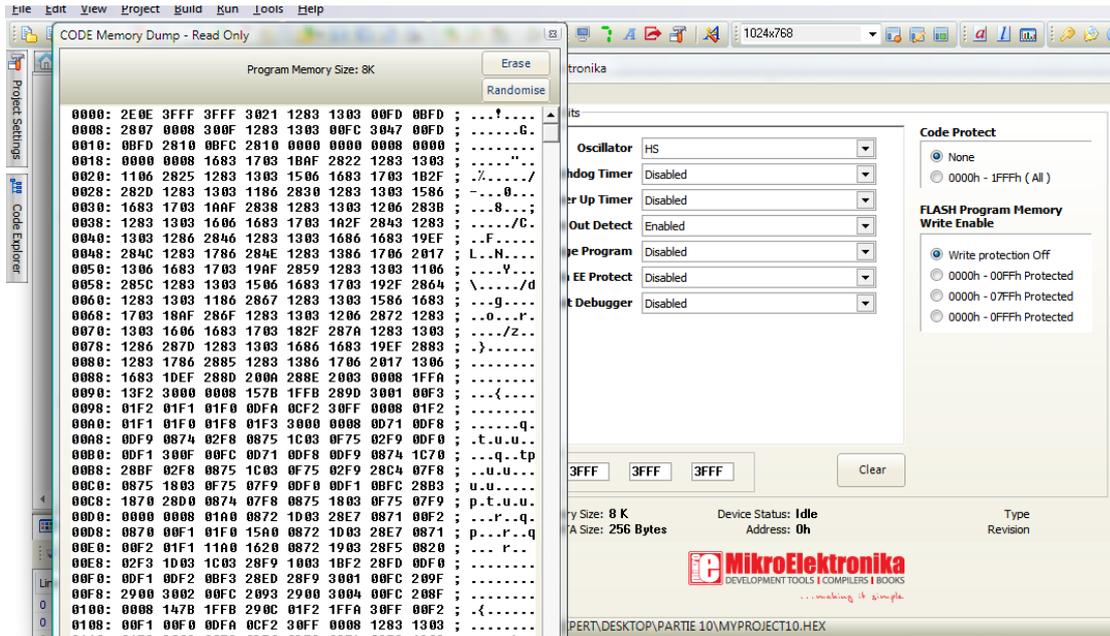


Figure IV.4 chargement de programme dans le PIC

#### IV.4 réalisation pratique sur la plaque d'essai :

Cette réalisation est constituée un bloc d'alimentation, un bloc de commande à base PIC16F877A et un bloc de écran LCD, et un Bloc de Barriere infra rouge et un bloc de clavier.

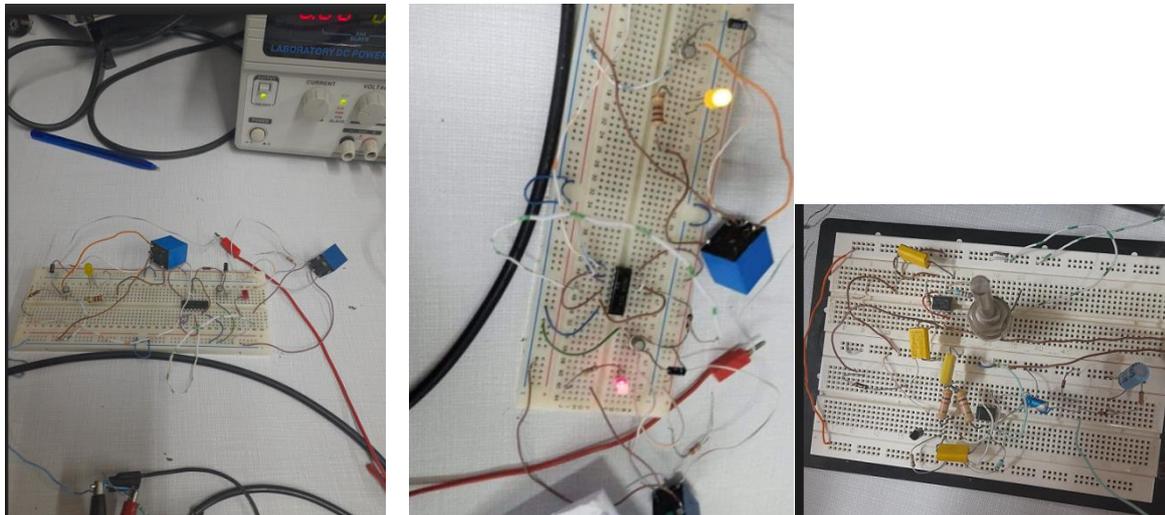


Figure IV.5 réalisation de barrière Infrarouge dans plaque d'essais

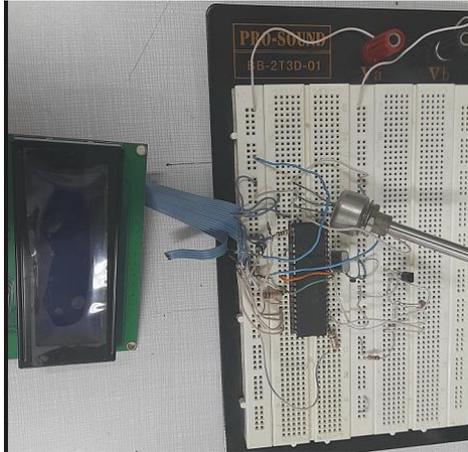


Figure IV.6 réalisation de block de commande PIC dans plaque d'essais (sans le clavier)

#### IV.5 réalisation de carte :

##### IV.5 .1 l'insolation :

Une insoleuse est un appareil doté de 4 à 1 tube rayonnant des UV, destiné à insoler des plaques de circuit imprimé aux UV.

Les étapes à suivre pour réaliser cette opération suivent les démarches ci-dessous :

- Découper la plaque d'époxy à la taille du typon en laissant une petite marge.
- Retirer la pellicule protectrice de la plaque.
- Positionner le typon dans le bon sens sur la vitre de l'insoleuse.
- Positionner le typon dans le bon sens sur la vitre de l'insoleuse.
- Poser cette plaque avec le coté vert sur le typon dans l'insoleuse et fermer le capot.

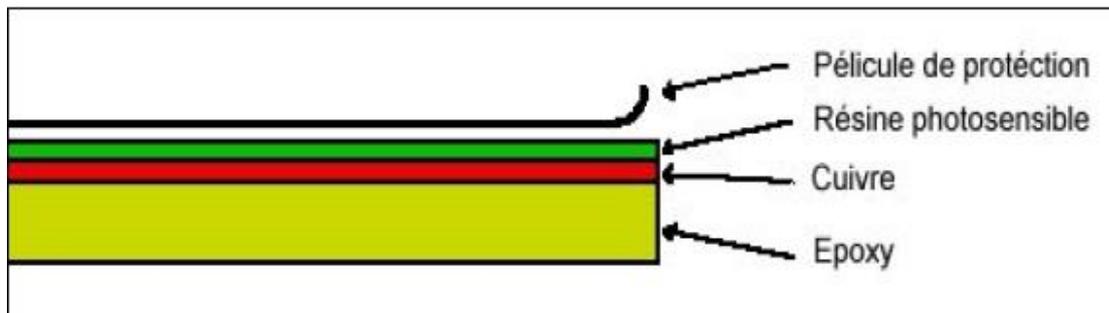


Figure IV.7 une plaque photosensible



Figure IV.8 l'insoleuse

#### IV.5 .2 LE Révélateur :

Le révélateur est un produit chimique danger.il se trouve sous forme liquide prêt à l'emploi ou forme de poudre à diluer avec de l'eau, dans notre carte on utilise la poudre.



Figure IV.9 Poudre de révélateur

Cette étape mettra la cuivre à nu les pistes resteront protégé par la résine.



Figure IV.10 schéma de la carte dans le révélateur

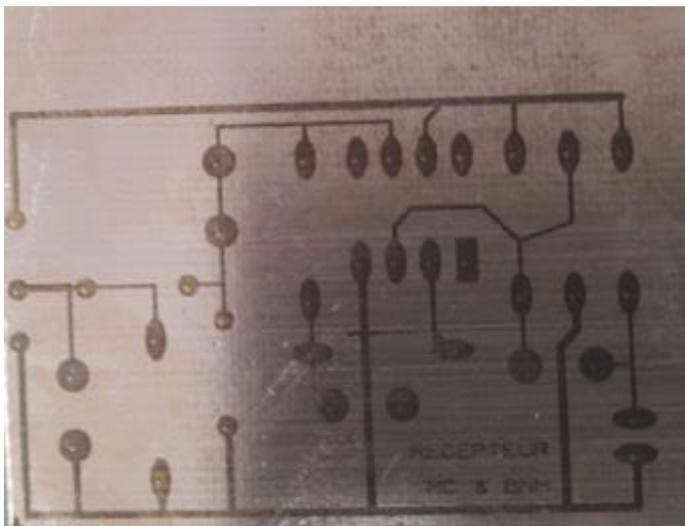


Figure IV.11 carte après révélateur

### IV.5 .3 Perçage :

On utilisera une perceuse monté sur baté avec des forets de 1mm.

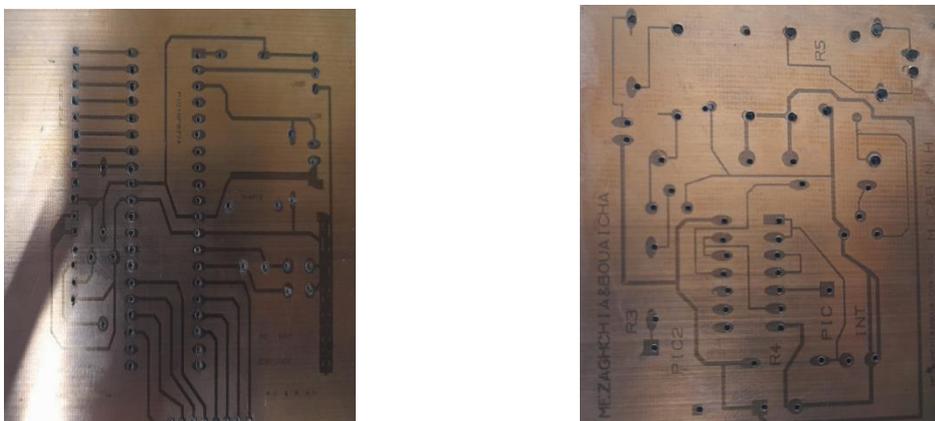


Figure IV.12 les carte après le perçage

#### IV.5 .4 gravure :

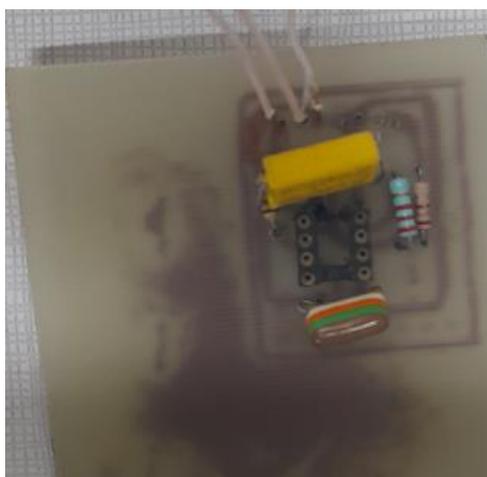
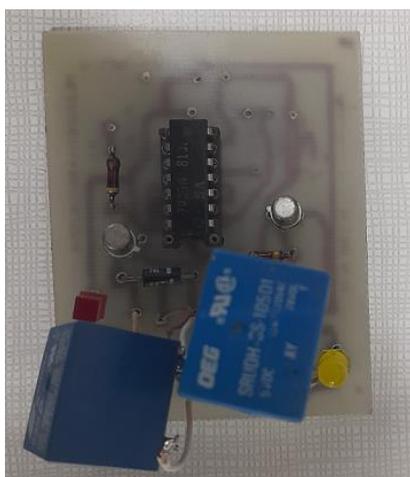
le graver sont des récipients contenant le produit attaquant le cuivre (perchlorure de fer ) dans notre carte perchlorure de fer.



Figure IV.13 perchlorure de fer

#### IV.5 .5 la soudure :

Cette opération faite à l'aide d'un fer a souder et l'étain.



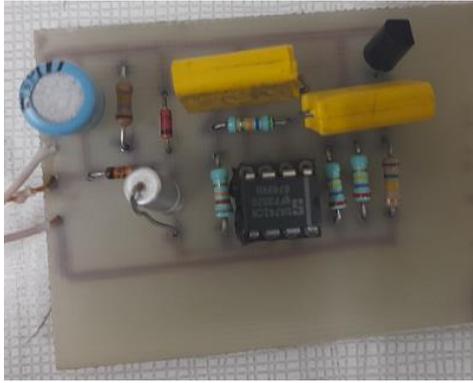


Figure IV.14 cartes de barrière infra rouge



Figure IV.15 : teste de carte de commande

#### IV.6Conclusion:

ce dernier chapitre a été entamé par une réalisation pratique. cette analyse a été suivi d'une

explication détailler des différentes étapes de réalisation de notre carte de commande d'éclairage public a base le PIC16F877A.

### **Conclusion et Perspectives**

Ce travail nous a permis de contrôler de manière optimale l'éclairage public et réduire le cout de consommation d'énergie. Il nous a permis aussi d'approfondir nos connaissances en électronique et en informatique.

Une partie de simulation a été élaborée pour tester le bon fonctionnement de notre système intelligent et les résultats étaient satisfaisants.

Une seconde partie a été consacrée au test de la partie électronique et informatique.

Et finalement nous avons développé les circuits imprimés pour chaque étage et nous avons mis en place le système électronique complet pour les tests.

Différents capteurs ont été utilisés, et pour une bonne économie d'énergie, une barrière infrarouge est mise en place pour réduire la consommation d'énergie en cas d'absence d'individu ou de voiture.

Un système a été mis en place qui peut changer et afficher les résultats l'utilisateur.

Le système est contrôlé par un microcontrôleur PIC 16F877 à une fréquence de 4MGHZ.

Enfin ce travail reste toujours un travail d'actualité et nécessite beaucoup de temps et de travail.

## **BIBLIOGRAPHE :**

- [1]SMAIL,Soufiane. *Commande de l'éclairage public et mesure de la température à base de PIC18F4550.Mémoire fin d'étude pour MASTER. Université Mohamed Khider Biskra :Faculté des Sciences et de la Technologie Département de Génie Electrique,juin 2013,Pages 2,3,4,5.*
- [2] NEBBACHE Akram/LAZOUACHE Charef Eddine/DEGDEG Sadek.*Commande automatique de l'éclairage des Escaliers d'un immeuble. Mémoire fin d'étude pour LICENCE. Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj :Faculté des Sciences et de la technologie Département d'Electronique, septembre 2021, pages 3,4,5,6,7.*
- [3]Briza, T.Masoudi, A (2010) : *Réalisation d'un système intelligent détecteur*
- [4] : GUESSOUMI Farid/Saadi Amel. *Commande de panneau solaire à l'aide d'une carte à pic. Mémoire fin d'étude pour MASTER.Université Mohamed Khider, Biskra, : Faculté des Sciences et de la Technologie Département de Génie Electrique,, 2009/2010, p23-33*
- [5] Amplificateur opérationnelle UA741 [disponible en ligne. sur : <https://youpilab.com/components/product/amplificateur-operationnelle-UA741>.
- [6] : ARCHOUCHE Adel/BOUSSID Sihem. *Etude et réalisation d'une Commande automatique de l'éclairage publique à base de microcontrôleur pic16f877. Mémoire fin d'étude pour MASTER. Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi :Faculté Des Sciences et de la Technologie Département des Sciences et Technologie,2011,p16.*
- [7] A.OUMNAD.*Microcontrôleur Famille Mid-Range de Microchip Le PIC16F876/877.chapitre II,Les Elément De Base De PIC 16F876/877,12 pages.*
- [8] all datasheet capteur de temperature[en ligne] <https://www.alldatasheet.com/>
- [9] REMITA Tarek/SAOUD Houcine. *Conception d'un système d'asservissement standard (température/pression) à base d'un PIC16F877A. Mémoire fin d'étude pour MASTER. UNIVERSITE KASDI MERBAH Ouargla :Faculté des Nouvelles Technologies de L'Information et de la Communication,juin 2015, page 18.*
- [10] interface-Z.capteur d'intensité lumineuse LDR[en ligne],disponssible sur :<https://interface-z.fr/pronfiture/fr/sans-contact/160-lumiere-ldr.html>
- [11]\_Dr. ABADLI Salah.*systèmes embarqués et systèmes temps réel. traveaux pratique. Université Frères Mentouri – Constantine 1 :Département d'Electronique,2019/2020,pages ,1.*
- [12] Dr. ABADLI Salah.*systèmes embarqués et systèmes temps réel. traveaux pratique. Université Frères Mentouri – Constantine 1 :Département d'Electronique,2019/2020,pages ,2,3.*
- [13] SARTAK Ramdane/ IDDA Boubekeur. *Etude et simulation d'un dispositif de Commande d'éclairage public. Université Ahmed Draïa Adrar :Faculté des Sciences et de la Technologie,2018,page 59,60.*
- [14] (<http://ebookbrowse.com/cours-complet-pic18f4520-v1-1-pdf-d253954337>) "*Informatique industrielle : le PIC 18F4520 et sa programmation en C*" 30 - 32 - 28/03/2013
- [15] Alibi Elmehdi/Jawadi Sami, *Rapport de projet de fin d'études Conception et réalisation d'un enregistreur de données, 2010/2011, p43, 1/04/2013*
- [16] AURLIEN JARO. *Les afficheurs à cristaux liquide 1998-2008*

[17] *ATR 42/72-500 PRESENTATION ATA 00 Training manuel*

[18] *DOUCHI Imane /BELKACEMI Litissia.Réalisation d'un Prototype permettant le contrôle des deux modes starting/Generation A bord de L'ATR 72-500. Mémoire fin d'étude pour MASTER,2017.*

**ANNEXE :**

# PIC16F87XA

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION

| Pin Name  | PDIP Pin# | PLCC Pin# | TQFP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type         | Buffer Type            | Description   |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------|------------------------|---|
| OSC1/CLKI<br>OSC1<br><br>CLKI                       | 13        | 14        | 30        | 32       | I<br><br>I         | ST/CMOS <sup>(4)</sup> | Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins). |
| OSC2/CLKO<br>OSC2<br><br>CLKO                       | 14        | 15        | 31        | 33       | O<br><br>O         | —                      | Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.                        |
| MCLR/VPP<br>MCLR<br><br>VPP                         | 1         | 2         | 18        | 18       | I<br><br>P         | ST                     | Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.   |
| RA0/AN0<br>RA0<br>AN0                               | 2         | 3         | 19        | 19       | I/O<br>I<br>I      | TTL                    | PORTA is a bidirectional I/O port.<br><br>Digital I/O.<br>Analog input 0.   |
| RA1/AN1<br>RA1<br>AN1                               | 3         | 4         | 20        | 20       | I/O<br>I<br>I      | TTL                    | Digital I/O.<br>Analog input 1.   |
| RA2/AN2/VREF-/CVREF<br>RA2<br>AN2<br>VREF-<br>CVREF | 4         | 5         | 21        | 21       | I/O<br>I<br>I<br>O | TTL                    | Digital I/O.<br>Analog input 2.<br>A/D reference voltage (Low) input.<br>Comparator VREF output.  |
| RA3/AN3/VREF+<br>RA3<br>AN3<br>VREF+                | 5         | 6         | 22        | 22       | I/O<br>I<br>I      | TTL                    | Digital I/O.<br>Analog input 3.<br>A/D reference voltage (High) input.  |
| RA4/T0CKI/C1OUT<br>RA4<br><br>T0CKI<br>C1OUT        | 6         | 7         | 23        | 23       | I/O<br><br>I<br>O  | ST                     | Digital I/O – Open-drain when configured as output.<br>Timer0 external clock input.<br>Comparator 1 output.   |
| RA5/AN4/SS/C2OUT<br>RA5<br>AN4<br>SS<br>C2OUT       | 7         | 8         | 24        | 24       | I/O<br>I<br>I<br>O | TTL                    | Digital I/O.<br>Analog input 4.<br>SPI slave select input.<br>Comparator 2 output.  |

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

| Pin Name                                 | PDIP Pin# | PLCC Pin# | TQFP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type        | Buffer Type | Description   |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------|-------------|---|
| RC0/T1OSO/T1CKI<br>RC0<br>T1OSO<br>T1CKI | 15        | 16        | 32        | 34       | I/O<br>O<br>I     | ST          | PORTC is a bidirectional I/O port.<br>Digital I/O.<br>Timer1 oscillator output.<br>Timer1 external clock input.                         |
| RC1/T1OSI/CCP2<br>RC1<br>T1OSI<br>CCP2   | 16        | 18        | 35        | 35       | I/O<br>I<br>I/O   | ST          | Digital I/O.<br>Timer1 oscillator input.<br>Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.   |
| RC2/CCP1<br>RC2<br>CCP1                  | 17        | 19        | 36        | 36       | I/O<br>I/O        | ST          | Digital I/O.<br>Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.   |
| RC3/SCK/SCL<br>RC3<br>SCK<br>SCL         | 18        | 20        | 37        | 37       | I/O<br>I/O<br>I/O | ST          | Digital I/O.<br>Synchronous serial clock input/output for SPI mode.<br>Synchronous serial clock input/output for I <sup>2</sup> C mode. |
| RC4/SDI/SDA<br>RC4<br>SDI<br>SDA         | 23        | 25        | 42        | 42       | I/O<br>I<br>I/O   | ST          | Digital I/O.<br>SPI data in.<br>I <sup>2</sup> C data I/O.  |
| RC5/SDO<br>RC5<br>SDO                    | 24        | 26        | 43        | 43       | I/O<br>O          | ST          | Digital I/O.<br>SPI data out.   |
| RC6/TX/CK<br>RC6<br>TX<br>CK             | 25        | 27        | 44        | 44       | I/O<br>O<br>I/O   | ST          | Digital I/O.<br>USART asynchronous transmit.<br>USART1 synchronous clock.   |
| RC7/RX/DT<br>RC7<br>RX<br>DT             | 26        | 29        | 1         | 1        | I/O<br>I<br>I/O   | ST          | Digital I/O.<br>USART asynchronous receive.<br>USART synchronous data.  |

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power  
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

