

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

Université Blida 1

Faculté de technologie

Département des énergies renouvelables



Mémoire pour L'obtention du diplôme de Master

Option : conversion photovoltaïque

Thème

Dispositif électronique pour l'économie d'électricité
et l'accélération de la maintenance des systèmes
d'éclairage par la détection automatique des pannes

Par :

- **Amour Dit Zerrouk Oualid**

Soutenu devant le Jury composé par :

Monsieur T.DOUMAZ	M.A.A	Président
Monsieur A.BENAHMED	M.C.A	Examineur
Monsieur M.BOUZAKI	M.C.A	Promoteur

Juillet 2023

REMERCIEMENTS

On tient à exprimer toute ma reconnaissance à mon promoteur de mémoire, Monsieur Mohammed Bouzaki, de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé et motivé .

On adresse mes sincères remerciements à tous mes professeurs du département d'énergie renouvelable et toutes les personnes qui par leurs conseils et leurs critiques ont guidé et encouragé pour finir mes recherches et spécifiquement Monsieur Toufik Domaz

. Je remercie l'équipe du Metidja Inara . À tous ces intervenants, ainsi que ses responsables, administrateurs et techniciens, en particulier Abdelmounaim et Rabah, pour tout le soutien scientifique qu'ils m'ont apporté dans la réalisation de ce projet scientifique.

DEDICACES

أنتقدم بهذا العمل لأوجه أسمى عبارات الشكر والتقدير والامتنان إلى أعزما أملك في الوجود أمي وأبي نادية كتاب و محمد ، فقد أخبأت الحروف رؤوسها خجلا من وصفكما ووصف تضحياتكم في سبيل نجاحي ووصولي إلى هذه المرحلة ، بتوفيق الله و نصائحكم الذهبية سأسعى للمضي قدما لرد جميلكما بالنجاح في البحث العلمي .

كما أوجه أسمى عبارات الحب لإخوتي بسمة ومروة،محمد أمين ورياض،أسعى دائما لإتباع سيرة العلم الحسنة آملا في أن أكون مثال القدوة الحسنة للأخ الأكبر وأتمنى لكما كل النجاح و الفلاح كما أوجه رسالة تقدير وحب لإخوتي الأعداء أمينة و أمين و حياة و صباح و خالتي سمراء.

تحية عطرة إلى جدتي رحال فاطمة وعمتي فتيحة و جميلة و أعمامي جمال و صالح وكل عماتي و خالاتي فاطمة و زهيدة و خيرة و أخوالي خالي معمر ومعمر و حمزة و محمد كنتم سندا دائما لي بالتشجيع و التحفيز و إلى أفراد ائلتي كل بعزة إسمه و غلاوته و إلى كل براعم العائلة الأحباء.

وأهدي هذا العمل إلى الأرواح الطاهرة جدي محمد و عبد القادر وجدتي العالية ، فاللهم تغمدهما بوسع رحمتك و اجعل قبرهما روضا من رياض الجنة.

إلى أعز و أحب اصديقاء الطفولة و أصدقاء الجامعة و أصدقاء الاقامة الجامعية بالخصوص

و تحية خاصة لصديقي زاوي ناجي و ضويقي محمد امين على المساهمة و الدعم في هذه المذكرة و البحث العلمي

Sommaire

SOMMAIRE	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES ABREVIATIONS	
RÉSUMÉ	
INTRODUCTION GENERALE	1
PROBLEMATIQUE :	2
BUT DE TRAVAIL :	3
PLAN DE TRAVAIL :	3
CHAPITRE I	4
INTRODUCTION :	4
I.1 Production d'énergie électrique :	4
I.1.1 Centrales électriques :	5
I.1.1.1 -Centrales thermiques :	6
I.1.1.2 -Energies renouvelables :	6
I.1.1.2.A - Centrales hydrauliques :	6
I.1.1.2.B - Centrales éoliennes :	7
I.1.1.2.C Energie biomasse :	8
I.1.1.2.D Centrales solaires :	8
I.1.1.2.E Energie Géothermique :	9
I.2 Principaux acteurs du marché de production de l'électricité en Algérie :	10
I.3 Consommation de l'énergie électrique :	12
I.4 Protection des réseaux électriques :	12
I.5 Appareils de protection :	13
I.6 Etat de l'art :	14
CONCLUSION	16
CHAPITRE II	17
INTRODUCTION	17
II.1 Eclairage public :	18
II.2 Historique de l'éclairage public :	19
II.3 But de l'éclairage public	21
II.4 Grandeurs photométriques :	21
II.5 Type d'éclairage public :	24
II.6 Moyens extérieur d'éclairage public :	24
II.7 Contrôle du temps d'allumage :	27
II.8 Câblage :	28
II.9 Types d'implantation des lampadaires :	29
II.10 Sources d'énergie électrique d'éclairage public	30
II.11 Critères de choix des systèmes d'éclairage solaire :	33
II.12 Maintenance d'éclairage public :	34
II.13 Parc actuel et points lumineux en Algérie :	35
CONCLUSION	36

CHAPITRE III.....	37
INTRODUCTION :	37
III.1 Logiciel de programmation (Arduino IDE) :	37
III.2 Logiciel de design PCB (Kicad) :	39
III.3 Site du Conception PCB JLCPCB :	40
III.4 L'alimentation électrique du dispositif et de ses éléments :	43
III.5 La stabilisation et régulation d'alimentation électrique :	44
III.6 Le microcontrôleur ATMEGA 2560 :	45
III.7 Les capteurs de lumière (LDR) :	46
III.8 Le Module GSM SIM 800L :	46
III.9 Système de chauffage et refroidissement (Relay et Capteur DHT) :	47
III.10 Les LEDs du dispositif :	48
III.11 Présentation du dispositif et mode de fonctionnement :	48
III.11.1 Les fonctions du dispositif électronique :	49
III.11.1.1 Fonctionnement automatiquement à distance et le connecter avec les autorités concernées :	49
III.11.1.2 L'économie dans la consommation électrique du système d'éclairage public :	50
III.11.1.3 L'économie dans la consommation électrique du système de chauffage et de refroidissement :	50
III.12 Coté programmation :	51
CONCLUSION :	52
CHAPITRE IV.....	52
INTRODUCTION :	52
IV.1 Présentation des indications des LEDs du dispositif :	52
IV.2 Réception des messages par le dispositif :	54
IV.3 Envoi des messages par le dispositif :	54
IV.4 La charge appropriée de la batterie :	56
IV.5 Étude économique :	57
CONCLUSION :	58
CONCLUSION GENERAL ET PERSPECTIVES :	59
REFERENCE	61
ANNEXE.....	64

LISTE DES FIGURES

<i>Figure I-1 Conversion d'énergie</i>	<i>5</i>
<i>Figure I-2 Schéma d'une centrale hydraulique.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure I-3 Turbine Eolienne.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure I-4 Panneaux Solaires Photovoltaïque</i>	<i>8</i>
<i>Figure I-5 Centrale solaire thermodynamique</i>	<i>9</i>
<i>Figure I-6 Puissance installée par producteurs d'électricité.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure I-7 Puissance installée par type d'équipement.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure II-1 Eclairage public</i>	<i>18</i>
<i>Figure II-2 Éclairage au gaz à Londres.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure II-3 Lampadaire à bec de gaz (Berlin, Allemagne).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure II-4 L'évolution de l'éclairage</i>	<i>20</i>
<i>Figure II-5 Lampadaires utilisant l'énergie hybride éolienne et solaire.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure II-6 Diagramme photométrique</i>	<i>23</i>
<i>Figure II-7 les différents types d'implantation</i>	<i>30</i>
<i>Figure II-8 Module photovoltaïque «All-in-One".....</i>	<i>31</i>
<i>Figure II-9 Module photovoltaïque "All-in-Two".....</i>	<i>32</i>
<i>Figure III-1L'interface du logiciel Arduino IDE.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure III-2 L'interface du logiciel Kicad.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure III-3 L'interface du logiciel Kicad.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure III-4 La conception en trois dimensions du dispositif model 1.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure III-5 La conception en trois dimensions du dispositif model 2.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure III-6 Les principales composants du dispositif</i>	<i>42</i>
<i>Figure III-7 Les composants qu'ont relation avec l'alimentation électrique du dispositif.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure III-8 Les composants du stabilisation et régulation d'alimentation électrique.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure III-9L'emplacement du microcontrôleur sur le dispositif.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure III-10L'emplacement des capteurs de lumière (LDR)</i>	<i>46</i>
<i>Figure III-11 L'emplacement du module GSM800L sur le Dispositif</i>	<i>46</i>
<i>Figure III-12 L'emplacement de système des composants qui contrôle le système de chauffage et de refroidissement.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure III-13 L'emplacement des LEDs dans le dispositif.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure IV-1 L'indication des Leds du dispositif model 1 et 2</i>	<i>52</i>
<i>Figure IV-2 L'indication des Leds des relay du dispositif model 2.....</i>	<i>53</i>
<i>Figure IV-3 L'indication du message sms « recevoir – envoi » via la puce du dispositif</i>	<i>54</i>
<i>Figure IV-4 L'indication du message sms « envoi » via la puce du dispositif sur l'absence d'alimentation électrique.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure IV-5 L'indication du message sms « recevoir – envoi » via la puce du dispositif sur le problème du luminaire 1</i>	<i>55</i>
<i>Figure IV-6 L'indication du charge du batterie du dispositif.....</i>	<i>56</i>
<i>Figure IV-7 L'indication des tarifs d'impression du dispositif via Jlcpcb.....</i>	<i>57</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau II-1 : Les points lumineux en photovoltaïque de la wilaya de Blida : [20].....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau II-2 Parc d'éclairage public et points lumineux en Algérie :.....</i>	<i>36</i>

LISTE DES ABREVIATIONS

- BMS : système de gestion de batterie
- BT: Basse Tension
- C.E.I :La Commission Electrotechnique Internationale
- 3D : Trois dimensions
- GSM : Global System for Mobile Communications
- GWH: Gigawatt-heure
- HTA : Haute Tension Alimentation
- HT/EP: Haute Tension / Eclairage Public
- IDE : Integrated Development Environment
- IRC : Indice de rendu de couleurs
- LDR : Light-Dependent Resistor
- LED : light-emitting diode
- LFC :les lampes fluorescentes compactes
- MICLAT :Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire
- SPTE : Système Production-Transport de l'Electricité

ملخص

يتمحور هذا المشروع العلمي لمذكرة الماستر بعنوان «جهاز إلكتروني للاقتصاد في الكهرباء و تسريع صيانة أنظمة الإنارة باستكشاف الاعطاب اوتوماتيكيا» يهدف لإبتكار هذا الجهاز لتحسين تسيير أنظمة الإنارة العمومية و كذلك مختلف أنواعها و الاقتصاد في التغذية الكهربائية الخاصة بها .
تم التوصل لإبتكار النموذج الاولي للجهاز وفق المعايير القابلة للتصنيع لتجربته من طرف الجهات المختصة الموجه إليها .

الكلمات المفتاحية : جهاز إلكتروني؛ أنظمة الإنارة ؛ صيانة؛ ابتكار ؛ أوتوماتيكيا ؛ النموذج الاولي.

Résumé

Ce projet scientifique intitulé "Dispositif électronique pour l'économie d'électricité et l'accélération de la maintenance des systèmes d'éclairage par la détection automatique des pannes" vise à innover ce dispositif pour améliorer la gestion des systèmes d'éclairage public et l'économie de leur alimentation électrique.

Un prototype initial de l'appareil a été développé selon des normes de fabrication pour tester par les autorités compétentes qui lui sont destinées.

Mots-clés : dispositif électronique, systèmes d'éclairage, maintenance, innovation, automatiquement, prototype initial.

Abstract

This scientific project, titled "An Electronic Device for Electricity Economy and Accelerating Lighting Systems Maintenance through Automatic Fault Detection," aims to innovate this device to improve the management of public lighting systems, including various types, and to economize their electrical supply.

The initial prototype of the device has been developed in accordance with manufacturable standards to test it by the relevant authorities directed to it.

Keywords: electronic device, lighting systems, maintenance, innovation, automatically, initial prototype.



INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La question de l'énergie est au cœur des préoccupations mondiales, car elle est essentielle au développement économique, à la qualité de vie et à la préservation de l'environnement. Deux types majeurs d'énergie dominent le paysage énergétique : les énergies fossiles et les énergies renouvelables.

Les énergies fossiles, telles que le pétrole, le gaz naturel et le charbon, ont longtemps été les principales sources d'énergie utilisées à l'échelle mondiale. Elles sont le résultat de millions d'années de décomposition de matières organiques enfouies dans la terre. Ces énergies ont fourni une puissance inégalée pour alimenter nos industries, nos transports et nos infrastructures. Cependant, leur utilisation massive a conduit à des problèmes environnementaux majeurs, notamment le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre.

Face à ces défis, les énergies renouvelables ont émergé comme une alternative prometteuse. Les énergies renouvelables sont issues de sources naturelles inépuisables, telles que le soleil, le vent, l'eau et la biomasse. Elles sont respectueuses de l'environnement et permettent de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre. Les technologies associées aux énergies renouvelables, comme les panneaux solaires, les éoliennes et les centrales hydroélectriques, se sont considérablement développées et sont devenues plus accessibles et économiquement viables.

L'énergie photovoltaïque a connu une croissance significative ces dernières années en tant que source d'énergie renouvelable. Son adoption croissante est le résultat de la prise de conscience accrue de la nécessité de réduire notre dépendance aux combustibles fossiles et de minimiser notre empreinte carbone. Des études et des prévisions récentes nous alertent sur l'épuisement inévitable des réserves d'énergies fossiles et les conséquences néfastes sur l'environnement. Cette menace compromet sérieusement l'avenir de l'humanité. Il devient donc obligatoire de maîtriser notre consommation énergétique, de diversifier nos sources d'énergie et de promouvoir les énergies renouvelables. L'un des domaines où l'énergie photovoltaïque joue un rôle essentiel est l'éclairage public, qui représente une part considérable de la consommation d'électricité dans les zones urbaines.

La relation entre l'énergie photovoltaïque et l'économie d'énergie électrique dans le contexte de l'éclairage public est d'une importance capitale. L'utilisation de l'énergie photovoltaïque pour

alimenter les systèmes d'éclairage public permet de réduire la demande d'électricité provenant des réseaux traditionnels, contribuant ainsi à une utilisation plus efficace des ressources énergétiques et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

En outre, l'intégration de l'intelligence artificielle dans la gestion de l'éclairage public offre des opportunités passionnantes pour optimiser davantage l'utilisation de l'énergie photovoltaïque et réaliser des économies supplémentaires, spécifiquement en raison des limitations techniques rencontrées dans ce domaine. L'intelligence artificielle permet d'analyser les données en temps réel, de prédire les modèles de consommation, d'adapter intelligemment l'éclairage en fonction des besoins réels et de détecter les pannes ou les dysfonctionnements afin d'optimiser les performances des systèmes d'éclairage public.

Cette étude de mémoire vise à explorer et à analyser en profondeur la relation entre l'énergie photovoltaïque et l'économie d'énergie électrique, en mettant l'accent sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans la gestion de l'éclairage public. Nous examinerons les avantages de l'énergie photovoltaïque pour l'éclairage public, en termes de réduction des coûts énergétiques, d'indépendance énergétique et d'impact environnemental. De plus, nous explorerons notre système d'intelligence artificielle dans la gestion de l'éclairage public, en mettant en évidence les bénéfices potentiels tels que l'optimisation de la consommation d'énergie, l'amélioration de la maintenance préventive et la création d'environnements urbains plus durables.

En examinant ces aspects clés, cette recherche vise à fournir des informations approfondies et des recommandations pratiques pour promouvoir l'adoption de l'énergie photovoltaïque dans l'éclairage public et l'utilisation efficace de l'intelligence artificielle pour une gestion plus intelligente et plus durable de l'énergie électrique. En fin de compte, cette étude contribuera à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'énergie renouvelable et de l'efficacité énergétique, offrant des perspectives précieuses pour les décideurs, les professionnels de l'énergie et les chercheurs intéressés par ces sujets d'actualité.

PROBLEMATIQUE :

La problématique que nous souhaitons traiter est l'absence de systèmes efficaces et intelligents pour gérer les systèmes d'éclairage public et la dépendance aux méthodes traditionnelles, telles que l'allumage du réseau d'éclairage public uniquement pendant la journée pour détecter les

lampes défectueuses. Cela entraîne une importante perte d'énergie électrique et une maintenance inefficace.

BUT DE TRAVAIL :

L'objectif est d'inventer un dispositif électronique qui permet de gérer et d'accélérer la maintenance des systèmes d'éclairage public, de les rendre automatiques et de les connecter aux parties concernées. De plus, l'objectif est également de réaliser des économies d'énergie électrique dans ce domaine, ainsi que dans le domaine de la domotique.

PLAN DE TRAVAIL :

Dans ce mémoire descriptif, on suivra une approche méthodique pour présenter notre projet scientifique. On abordera de manière générale le domaine de l'électricité, car notre projet repose sur l'économie de cette énergie. Ensuite, on se concentrera en détail sur le domaine dans lequel notre dispositif sera utilisé, à savoir "l'éclairage public". On y présentera les concepts fondamentaux essentiels à ce domaine. Enfin, on abordera le dispositif électronique lui-même, son fonctionnement et les caractéristiques qu'il offre pour atteindre l'objectif scientifique que nous avons travaillé à réaliser.

CHAPITRE I

Chapitre I

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre dédié à l'énergie électrique et à l'Algérie, nous commencerons par poser les bases en abordant les notions fondamentales liées à cette forme d'énergie essentielle. L'électricité est une forme d'énergie largement utilisée dans tous les aspects de notre vie quotidienne, de l'éclairage domestique aux appareils électroniques en passant par l'industrie et les transports. Comprendre les concepts de base de l'énergie électrique est donc crucial pour appréhender les enjeux et les défis auxquels l'Algérie est confrontée dans ce domaine.

L'électricité est générée à partir de différentes sources d'énergie primaires, telles que les combustibles fossiles (comme le gaz naturel et le charbon), l'énergie nucléaire, l'énergie hydraulique, l'énergie solaire et l'énergie éolienne. Ces sources d'énergie sont converties en électricité grâce à des centrales électriques, qui fonctionnent en exploitant les principes de la transformation d'énergie. L'électricité est ensuite acheminée via un réseau de transmission et de distribution pour atteindre les utilisateurs finaux.

Dans le contexte de l'Algérie, la production et la consommation d'énergie électrique occupent une place prépondérante dans le secteur énergétique du pays. L'Algérie dispose de ressources considérables en gaz naturel, ce qui a historiquement contribué à la production d'électricité. Cependant, le pays est également conscient de la nécessité de diversifier ses sources d'énergie et de promouvoir les énergies renouvelables pour assurer un approvisionnement énergétique durable à long terme.

Au cours de ce chapitre, nous aborderons également des concepts et des connaissances de base sur l'énergie électrique nous permettront d'explorer plus en détail sa situation actuelle en Algérie, les enjeux auxquels le pays est confronté et les perspectives d'avenir pour un système énergétique plus durable et efficace.

I.1 Production d'énergie électrique :

La production d'énergie électrique est en fait une transformation de l'énergie primaire, par des procédés de conversion de différents types .

Nous pouvons classer les sources primaires en deux grandes familles ; les énergies fossiles que l'on extrait du sol que sont le pétrole, le gaz, le charbon et l'uranium d'une part et d'autre part

les énergies renouvelables (solaire, éolien, hydraulique, biomasse) ou de l'activité du magma terrestre comme la géothermie. Le diagramme ci-dessous schématise l'ensemble des voies de production de l'énergie électrique. [01]

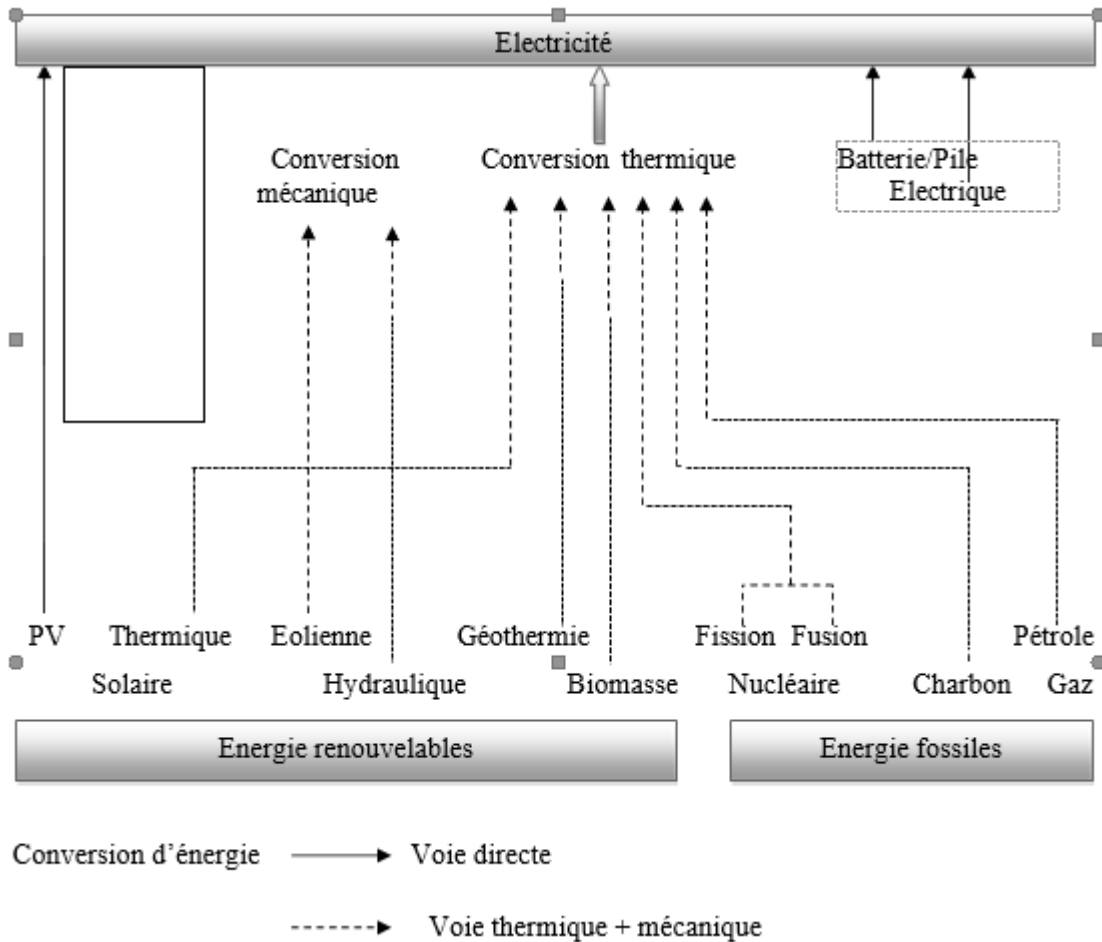


Figure I-1 Conversion d'énergie

Pour ne pas être dépendant d'une seule ressource, il faut que la production de l'énergie électrique soit aussi diversifiée que possible, le choix d'une unité de production d'une ligne, ou d'un poste électrique dépend de leurs caractéristiques (capacité de production ou de transport), de leurs coûts d'investissement, de leurs durée de vie etc.

I.1.1 Centrales électriques :

L'énergie électrique est produite à partir des énergies primaires et de manière efficace et continue pour répondre à la demande croissante d'électricité. On a deux modes de production (centralisée et décentralisée). Nous allons voir dans ce qui suit le principe de fonctionnement des centrales électriques, leurs caractéristiques techniques, leurs coûts d'investissement et leurs durées de vie etc

I.1.1.1 -Centrales thermiques :

Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, du mazout ou du gaz naturel. On les trouve souvent près d'une rivière ou d'un lac, car d'énormes quantités d'eau sont requises pour refroidir et condenser la vapeur sortante des turbines. Elle se décompose en deux principales centrales: [02]

I.1.1.2 -Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables sont des énergies propres qui proviennent des sources inépuisables comme le soleil, le vent, la géothermie et les marées, alors, il est indispensable de les développer afin de prendre le relais des énergies dont les réserves s'épuisent. [02]

L'Algérie s'est engagée sur la voie de développement des énergies renouvelables, afin d'obtenir une solution globale et durable afin de faire face au tarissement et la préservation des ressources fossiles et pour faire face à la protection de l'environnement. Dans ce contexte un programme national des énergies renouvelables à été décidé par l'état.

La consistance de programme en énergie renouvelables à réaliser pour les besoin de marché national sur la période 2015-2030 est de 22000 MW, dont plus de 4500 MW seront réalisés d'ici 2020. [01]

Shariket Kahraba watakat Moutadjadida participe à la réalisation du programme national par la prise en charge de la réalisation de 343 MW en photovoltaïques. [01]

I.1.1.2.A - Centrales hydrauliques :

Dans une centrale hydraulique, l'eau acquiert une énergie cinétique qui fait tourner une turbine, qui entraîne un alternateur. Ce dernier convertit une partie de l'énergie mécanique de rotation de la turbine en énergie électrique sans produire de gaz à effet de serre, alors il s'agit d'une énergie propre[03].

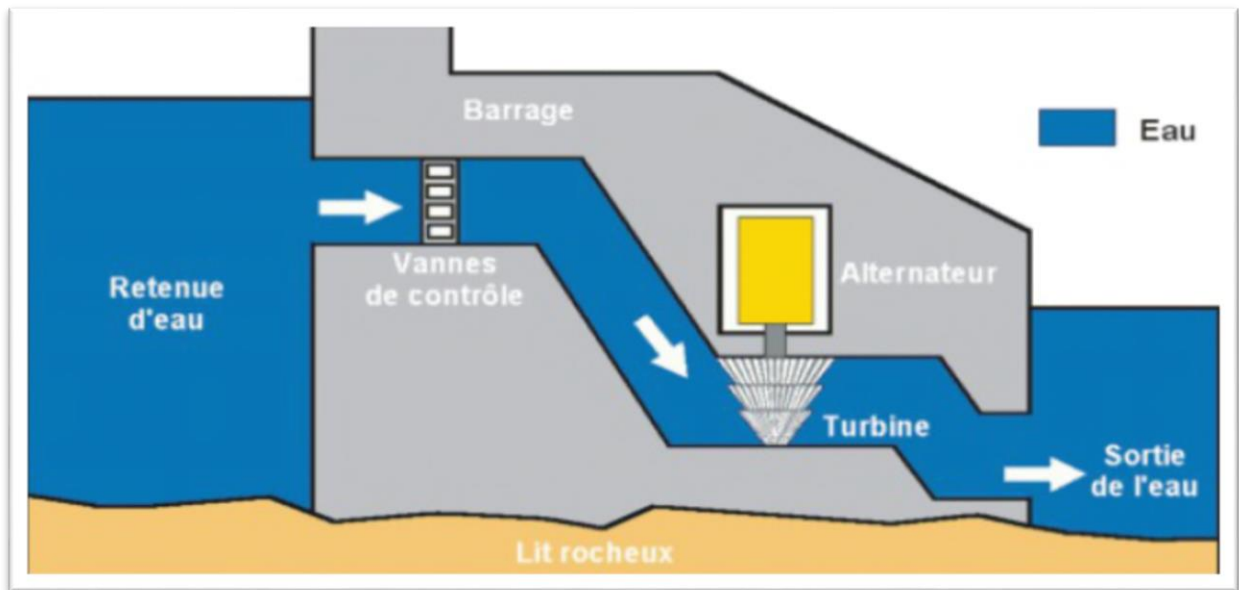


Figure I-2 Schéma d'une centrale hydraulique

I.1.1.2.B - Centrales éoliennes :

La conversion de l'énergie due au vent est assurée par les éoliens qui convertissent l'énergie mécanique du vent en faisant tourner les pales qui constituent la turbine de l'éolienne, qui entraîne également un alternateur. Une partie de l'énergie mécanique de rotation des pales est ainsi converti par ce dernier en énergie électrique. Ici il s'agit d'une énergie renouvelable propre n'émettant aucune pollution mais son seul aspect négatif est celui de l'esthétique. [04]

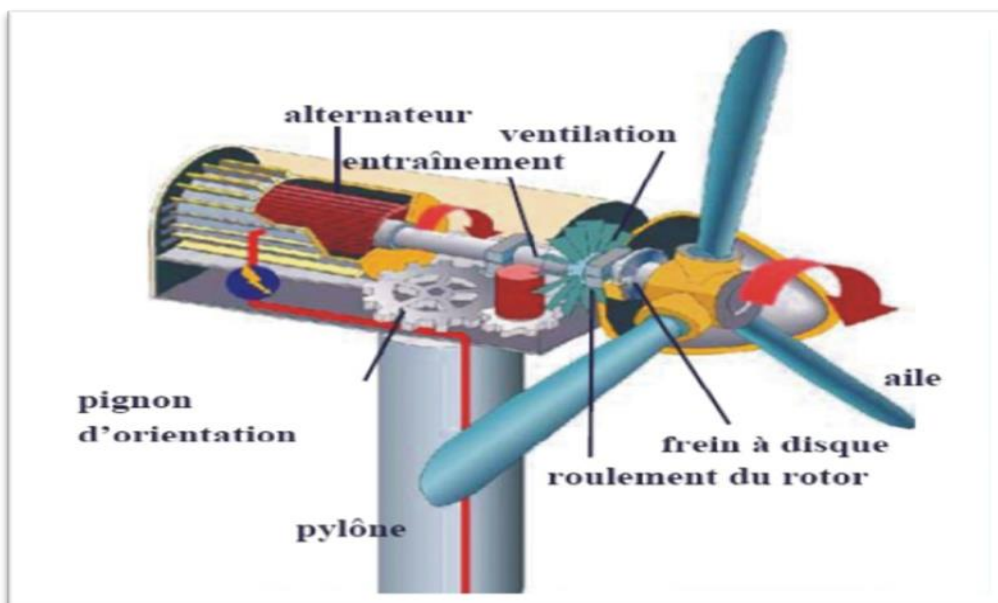


Figure I-3 Turbine Eolienne

I.1.1.2.C Energie biomasse :

L'énergie biomasse regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie; En législation européenne, la biomasse est la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux. [04]

I.1.1.2.D Centrales solaires :

L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur, elle est virtuellement inépuisable à l'échelle des temps humains.

Centrales solaires photovoltaïques (PV) :

C'est un autre moyen de production de l'électricité avec l'énergie solaire en utilisant les rayonnements lumineux du soleil, qui sont directement transformés en courant électrique par des cellules à base de silicium (ou autre matériau ayant des propriétés de conversion lumière/électricité) qui délivrant une faible tension alors on les assemble en panneaux.



Figure I-4 Panneaux Solaires Photovoltaïque

Centrales solaires thermodynamiques (par rayonnement) :

Le solaire thermodynamique est l'une des valorisations du rayonnement solaire direct. Cette technologie consiste à concentrer le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à haute température et produire l'électricité. [05]

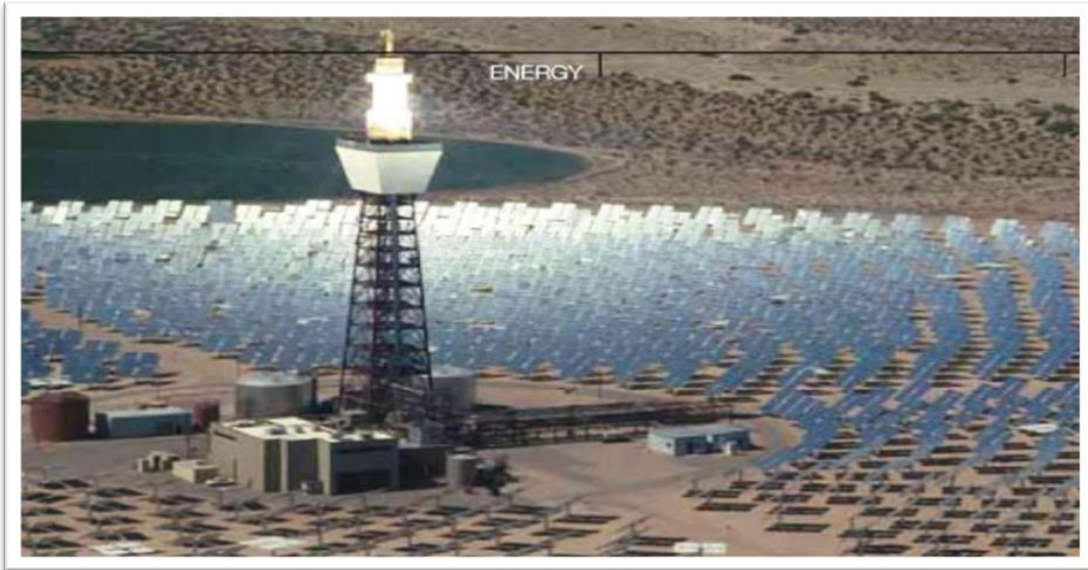


Figure I-5 Centrale solaire thermodynamique

I.1.1.2.E Energie Géothermique :

L'énergie géothermique provient de la chaleur accumulée dans le sous-sol et elle est perpétuellement réapprovisionnée par la radioactivité des roches et la proximité du magma au dessous de la croûte terrestre. [06]

Production d'électricité décentralisée :

La production décentralisée ou "dispersée" est la production d'énergie à l'aide des installations de petite puissance raccordées aux réseaux à basse tension (et plus rarement à moyenne tension) contrairement à la production centralisée de grande puissance, raccordées au réseau de transport. La production décentralisée est à base de sources d'énergie renouvelable, mais dans certains cas elle peut être effectuée aussi avec des générateurs conventionnels (groupes diesel et micro-turbines à gaz en cogénération). Actuellement, la puissance cumulative de la production d'électricité décentralisée est en forte augmentation. Cet accroissement est dû à différents facteurs, mais principalement c'est la libéralisation progressive des marchés de l'énergie dans une grande majorité des pays. [07]

I.2 Principaux acteurs du marché de production de l'électricité en Algérie :

Producteurs :

Beaucoup d'efforts ont été fournis par SONELGAZ et ses filiales pour le renforcement des capacités de production installée, qui ont connu une évolution conséquente ces dernières années. Celle-ci est passée de 7 492 MW en 2005 à 17 238,6 MW en 2015, soit près de 10 000 MW additionnelle mise en service en dix ans. La répartition de la puissance installée par filière et par producteur est illustrée dans les graphiques ci-après: [08]

SONELGAZ Production Electricité (SPE)

Sharikat Kahraba Skikda (SKS)

Sharikat Kahraba Oua Ma Arzew (KAHRAMA)

Sharikat Kahraba Berrouaghia (SKB)

Sharikat Kahraba hadjrat Ennous (SKH)

Sharikat Kahraba Terga (SKT)

Sharikat Kahraba Koudiet Eddraouche (SKD)

Comme on trouve aussi quelques producteurs autonomes qui produisent environ 5% de la production totale.

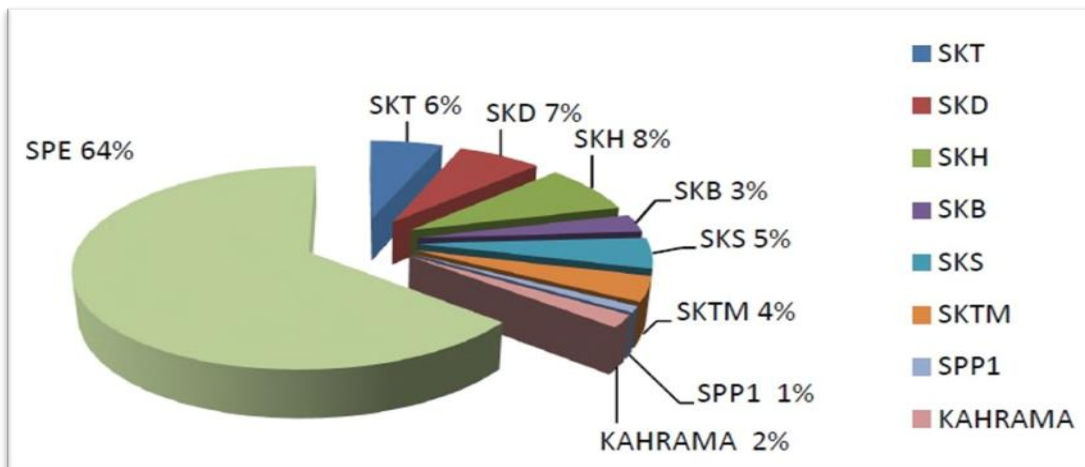


Figure I-6 Puissance installée par producteurs d'électricité

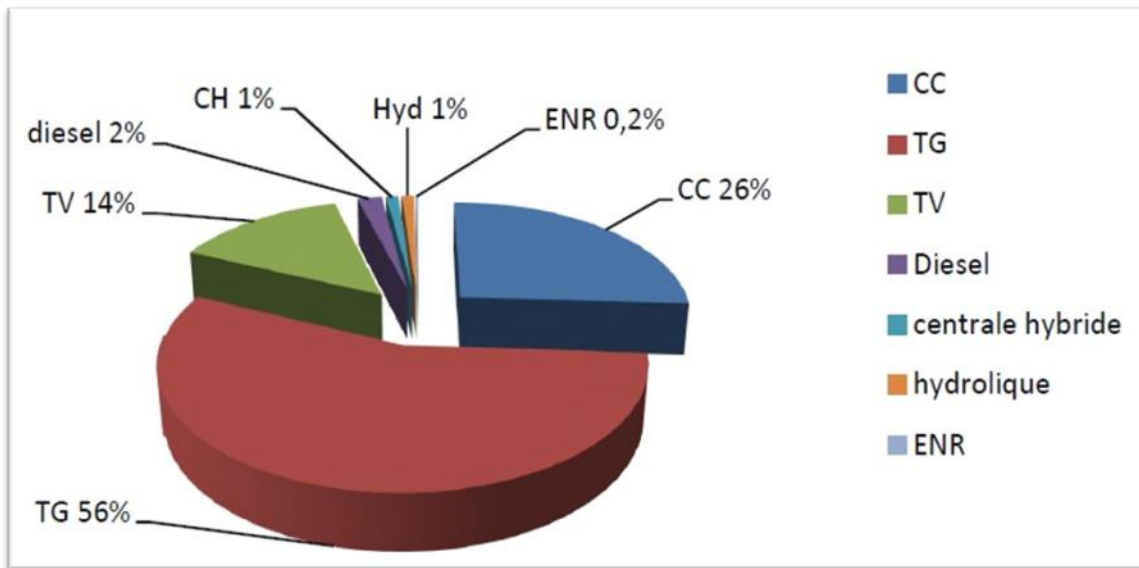


Figure I-7 Puissance installée par type d'équipement

Distributeurs :

Il y a Quatre (04) Entreprises régionales de Distribution :

- SONELGAZ Distribution d'Alger (SDA)
- SONELGAZ Distribution Centre (SDC)
- SONELGAZ Distribution Est (SDE)
- SONELGAZ Distribution Ouest (SDO)

Actuellement, la société SONELGAZ est la seule qui fournisse l'électricité (produite par SONELGAZ ou par des producteurs indépendants). Activité qu'elle exerce à travers de ses filiales de distributions. Cependant, la régulation permet par décret, l'approvisionnement des clients éligibles par des fournisseurs indépendants. C'est le cas de la centrale hybride de Hassi R'mel qui commercialisera son produit à Sonatrach.

Clients :

Tous les clients non éligibles sont alimentés par les sociétés de distribution. à des conditions tarifaires fixées par la Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG). Pour ce qui est des clients éligibles les prix sont fixés dans les contrats commerciaux. Le Tarif

d'utilisation du réseau transport électrique par les clients éligibles est fixé annuellement par la CREG. [06]

I.3 Consommation de l'énergie électrique :

La consommation d'électricité, reflet de l'activité économique et sociale du pays, présente un caractère globalement prévisible, mais avec une marge aléatoire notable. A cet effet, il est nécessaire de prévoir la demande, même à très court terme, et cela constitue le principal défi auquel est confronté le gestionnaire du Système Production-Transport de l'Electricité (SPTE) quotidiennement.

Prévision de la demande :

Les prévisions sont faites pour le scénario fort et le scénario moyen en se basant sur une analyse statistique antérieure de minimum de 5 ans. [09]

Scénario fort: Etabli en utilisant les taux de croissance de la demande exceptionnels représentant la consommation dans des conditions climatiques extrêmes.

La demande énergétique croît à un rythme de 4,3% par an. Elle passera de 34,7 M Tep (Taux équivalent pétrole) en 2007 à 61,5Mtep en 2020 et 91,54 M tep en 2030.

Tel que: 1GWh = 86 Tep (Tonne équivalent pétrole)

Scénario moyen: Etabli en utilisant les taux de croissance normaux autrement dit l'évolution de la consommation dans les conditions climatique normales.

La demande croît à un rythme plus lent pour atteindre 52 MTep en 2020 et 66,45 MTep en 2030, avec une moyenne de 2,86% par an (3% entre 2010-2020 et 2,3% an entre 2020-2030).

La consommation des industries énergétiques: en 2030, elle devra légèrement diminuer passant de 19% en 2007 à 17% de la consommation totale d'énergie.

I.4 Protection des réseaux électriques :

La protection des réseaux électriques désigne l'ensemble des appareils de surveillance et de protection assurant la stabilité d'un réseau électrique. Cette protection est nécessaire pour éviter

la destruction accidentelle d'équipements coûteux et pour assurer une alimentation électrique ininterrompue. Elle doit également garantir la stabilité des réseaux électriques.

La Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I) définit la protection comme l'ensemble des dispositions destinées à la détection des défauts et des situations anormales des réseaux afin de commander le déclenchement d'un ou de plusieurs disjoncteurs et, si nécessaire d'élaborer d'autres ordres de signalisations. [08]

La plupart des systèmes de fourniture d'énergie électrique sont interconnectés et doivent bénéficier de telles protections. . La sélectivité est une qualité très importante pour la protection électrique, différentes méthodes existent pour la réaliser. Pour la protection, on divise le réseau électrique en zones délimitées par les disjoncteurs. Chaque zone doit être correctement protégée. Les zones se recouvrent pour ne laisser aucun point du réseau sans protection.

Les protections électriques mettent en œuvre différents éléments : des capteurs, des relais, des automates et des disjoncteurs. Elles fonctionnent typiquement en l'espace de quelques centaines de millisecondes. Chaque composant du réseau nécessite des types de protections spécifiques.

I.5 Appareils de protection :

Relais :

Les relais de protection sont des appareils qui reçoivent un ou plusieurs informations (signaux) à caractère analogique (courant, tension, puissance, fréquence, température..etc.) et les transmettent à un ordre binaire (fermeture ou ouverture d'un circuit de commande) lorsque ces informations reçues atteignent les valeurs supérieures ou inférieures à certaines limites qui sont fixées à l'avance. Donc le rôle des relais de protection est de détecter tout phénomène anormal pouvant se produire sur un réseau électrique tel que le court-circuit, variation de tension. ...etc. [04]

Transformateur de Protection :

Le transformateur de protection nécessite une bonne précision pour les courants importants et une limite de précision (zone de linéarité) plus élevée afin que les relais de protection détectent les seuils de protection qu'ils sont censés être surveiller.

Disjoncteurs :

Le disjoncteur, dont la fonction principale est la protection, assure également la fonction commande, et suivant son type d'installation le sectionnement (débranchable). Les disjoncteurs HTA sont presque toujours montés dans une cellule HTA, et selon la définition de la Commission Electrotechnique internationale (C.E.I), un disjoncteur à HTA est destiné à établir, supporter et interrompre des courants sous sa tension assignée (la tension maximale du réseau électrique qu'il protège) à la fois :

Dans des conditions normales de service, par exemple pour connecter ou déconnecter une ligne dans un réseau électrique,

Dans des conditions anormales spécifiées, en particulier pour éliminer un court-circuit.

I.6 Etat de l'art :

La technologie utilisée dans le monde d'aujourd'hui cherche à appliquer des techniques innovantes en termes d'économie d'énergie électrique et de dépannage des défauts électriques et ce dans diverses utilisations en raison de son extrême importance et de l'énorme perte électrique qui se produit dans le monde. Mais malgré toutes ces façons, la technologie comporte encore de nombreuses lacunes, par exemple dans le domaine de l'économie dans l'éclairage public, cette industrie brevetée est numérotée **FR2950669** à partir du site Web (patentscope de l'OMPI) , où la technologie de cette industrie est centrée sur l'économie de la consommation d'électricité en rendant le système d'éclairage alimenté par des énergies renouvelables et de manière autonome, c'est-à-dire uniquement dans les cas nécessaires pour éviter les pertes électriques, mais la pénurie ici est qu'il ne peut pas être surveillé et assurer son fonctionnement automatiquement, car il n'est pas connecté aux autorités concernées en cas de perturbations de la source d'électricité ou d'autres éléments électroniques tels que la lampe.. etc. et donc dans ce cas l'efficacité est limitée et c'est parmi ce qui distingue notre invention car elle permet d'économiser dans la consommation d'électricité et permet de contrôler le bon fonctionnement du réseau électrique en le mettant en contact avec les autorités concernées dans les cas nécessaires.

Il y a aussi des lacunes dans l'intégration des industries précédentes en termes d'économie d'électricité dans de nombreuses activités, où il y a cette industrie détenant un brevet avec le numéro suivant: **FR2329951A1** du site (worldwide.espacenet), en rendant le système de chauffage de l'eau automatique en fonction d'une certaine température, tandis que notre

l'invention repose sur la norme de changement de température secondairement afin d'appliquer le système de chauffage et refroidissement automatique est plus économique et intégré par rapport aux industries technologiques actuellement disponibles.

La technologie industrielle algérienne comprend également l'invention du Dr Abdelhalim Souki intitulée "OCP" (Optimiseur de Consommation d'Énergie), qui permet d'économiser de l'énergie électrique grâce à ses composants et sa programmation spécifique. Ce dispositif permet de calculer et de surveiller la consommation d'énergie électrique, mais il ne peut pas intervenir en cas de panne électrique dans le système auquel il est connecté. Par conséquent, les autorités responsables ne peuvent pas être en contact automatique avec le dispositif .

Conclusion

En conclusion, ce chapitre nous a permis d'explorer en profondeur les différents aspects liés à l'énergie électrique et en Algérie. Nous avons examiné la production d'énergie électrique, en mettant en évidence les principaux acteurs du marché et leur rôle dans le pays. Nous avons également analysé la consommation d'énergie électrique, soulignant les défis et les opportunités associés à cette demande croissante.

De plus, nous avons abordé les enjeux auxquels le pays est confronté, notamment la nécessité de diversifier les sources d'énergie et de promouvoir les énergies renouvelables pour assurer un approvisionnement énergétique plus durable. Nous avons également évoqué les perspectives d'avenir pour un système énergétique plus efficace, en mettant l'accent sur les avancées technologiques et les politiques visant à favoriser la transition énergétique.

Il est clair que l'Algérie est confrontée à des défis majeurs dans le domaine de l'énergie électrique. Cependant, avec une vision stratégique et des mesures appropriées, le pays peut saisir les opportunités offertes par les énergies renouvelables et les nouvelles technologies pour promouvoir un système énergétique plus durable, résilient et respectueux de l'environnement.

CHAPITRE II

Chapitre II

INTRODUCTION

Dans ce deuxième chapitre, on explorera en détail le domaine de l'éclairage public, en mettant l'accent sur les aspects liés à sa maintenance. L'éclairage public constitue un élément essentiel de l'infrastructure urbaine, et il est donc primordial d'assurer son bon fonctionnement et sa durabilité.

Tout d'abord, on examinera les différents éléments composant un système d'éclairage public, tels que les luminaires, les supports, les câbles et les dispositifs de commande. On se penchera sur les caractéristiques de chaque composant, leur fonctionnement et leur rôle dans le système global.

Ensuite, on abordera les techniques de maintenance utilisées pour assurer le bon état de l'éclairage public. On discutera des différentes approches de maintenance préventive et curative, en mettant l'accent sur l'inspection régulière des équipements, le remplacement des composants défectueux et les réparations nécessaires. On soulignera l'importance d'une planification efficace des activités de maintenance pour minimiser les interruptions d'éclairage et assurer la sécurité des utilisateurs.

On examinera également les outils et les technologies utilisés dans la maintenance de l'éclairage public, tels que les systèmes de gestion de l'éclairage à distance, les capteurs intelligents et les plateformes de surveillance. Ces technologies permettent d'optimiser les processus de maintenance, de détecter rapidement les pannes et d'améliorer l'efficacité énergétique de l'éclairage public.

Enfin, on abordera les défis spécifiques liés à la maintenance de l'éclairage public, tels que la coordination des activités de maintenance avec d'autres services municipaux, la gestion des ressources humaines et financières, ainsi que la prise en compte des aspects environnementaux dans les pratiques de maintenance.

Ce deuxième chapitre fournira une vision approfondie de la maintenance de l'éclairage public, en mettant en évidence les pratiques et les technologies actuelles. Une bonne gestion de la maintenance permettra d'assurer un éclairage public fiable, sécurisé et économe en énergie, contribuant ainsi à améliorer la qualité de vie dans les espaces urbains.

II.1 Eclairage public :

L'éclairage est un service public exigé par les usagers. Il doit être adapté aux besoins pour aller vers un éclairage plus juste. Les objectifs sont de limiter aux mieux les nuisances et le gaspillage afin de minimiser les pertes d'énergie inutiles.[10]

Dans les chaussées, les jardins et même à l'extérieurs des villes (en tout espaces d'existence des piétons ou des véhicules), il y a des moyens pour éclairer, soit par des poteaux, soit par des lanternes ou des lampes des maisons. C'est qu'on appelle éclairage public ou bien éclairage extérieure.

Les moyens d'éclairage sont divers et différents, tous pour objectif

D'améliorer la visibilité et de créer un sentiment de sécurité. Il est donc nécessaire d'avoir un bon éclairage soit de façon que la lumière doit être confort à l'oeil humaine, soit de façon de sécurité. Et en outre la facilité de maintenance des moyennes d'éclairage est importante.[11]



Figure II-1 Eclairage public

II.2 Historique de l'éclairage public :

Les techniques de l'éclairage des voies publiques ont subi depuis plus d'un demi-siècle d'incessantes évolutions dues : .[10]

✓ Au progrès technique : l'accroissement des performances des lampes et des luminaires, diversification des matériels, ...

✓ Aux améliorations continues des moyens d'investigation des besoins de l'utilisateur.

✓ Au progrès des méthodes de calcul

. Les premiers essais de l'éclairage au gaz remontent au début du 19^{ème} siècle (quartiers et avenues de prestige). Londres éclaire dès décembre 1813 le pont de Westminster. Grâce à la première usine à gaz, Bruxelles s'équipe progressivement à partir de 1819 pour devenir en 1825, la première ville d'Europe entièrement éclairée au gaz.



Figure II-2 Éclairage au gaz à Londres

À partir de la fin du 19^{ème} siècle, l'éclairage public - déjà banalisé avec le bec de gaz - évolue avec les premières sources électriques : la lampe à arc permet l'éclairage de grandes avenues ou ronds-points et des illuminations urbaines spectaculaires. Les sources électriques ne supplantent le gaz que progressivement, avec l'invention de l'ampoule à filament



Figure II-3 Lampadaire à bec de gaz (Berlin, Allemagne).

L'utilisation intensive de la voiture va dominer l'évolution de l'éclairage public à partir des années 1950 qui voient apparaître des normes photométriques, des systèmes d'éclairage hiérarchisés et une grande extension hors ville des voiries éclairées. A partir des années 80, l'éclairage public se voit intégré parmi les outils de mise en valeur des villes et du patrimoine.



Figure II-4 L'évolution de l'éclairage

Le développement récent des énergies renouvelables a permis à l'éclairage autonome de se développer via des lampadaires solaires ou des lampadaires hybrides. Ces nouveaux systèmes d'éclairage intègrent un ou plusieurs panneaux photovoltaïques et/ou une petite éolienne



Figure II-5 Lampadaires utilisant l'énergie hybride éolienne et solaire

II.3 But de l'éclairage public

L'éclairage public joue plusieurs rôles dans les projets d'aménagement des Communes. Il s'agit avant tout d'une mesure visant à accroître la sécurité des espaces publics, que cela soit dans les zones de circulation ou dans les zones de détente et de récréation [11].

L'objectif de l'éclairage public est de :

- Sécuriser les déplacements grâce à une bonne perception des obstacles par tous les usagers, qu'ils soient à pied ou motorisés
- Assurer la sécurité des personnes et des biens par un éclairage d'ambiance satisfaisant
- Repérer aisément les lieux et les points particuliers, carrefours, passages piétonniers, etc.
- Permettre les activités nocturnes, sportives ou autres
- Créer une ambiance agréable en harmonie avec les différents espaces
- Valoriser les bâtiments et les façades ainsi que les espaces verts
- Eviter les nuisances lumineuses telles que l'éblouissement
- Assurer le confort des conducteurs et des piétons
- Assurer une perspective du cadre de vie et valoriser la ville (décorer les espaces les plus prestigieux (avenues centrales, gares, parcs et espaces d'exploitations.)) [12].

II.4 Grandeurs photométriques :

Avant de détailler dans les types des lampes utilisées dans l'éclairage public, il est mieux de définir quelque grandeur s qui a une partie dans les caractéristiques d'éclairage.

La lumière :

Est les ondes électromagnétiques visibles par l'œil humaine (longueur d'onde compris entre 0.38 et 0.78 μm), caractérisés par sa fréquence f et sa longueur d'onde λ pendant une durée T .

$$\lambda = cT = c/f. \quad (\text{I.1})$$

Avec : c : vitesse de la lumière $= 3.10^8 \text{ m/s}$ [13]

Flux lumineux :

Le flux lumineux est la grandeur caractéristique d'un flux de rayonnement exprimant son aptitude à produire une sensation lumineuse sur un récepteur sélectif [14], de plus est la quantité d'énergie lumineuse émis par une source par second dans toutes les directions (débit de lumière) [15]

En général on utilise le symbole φ pour ce paramètre son unité est LUMEN (lm) [14]

L'efficacité lumineuse :

L'efficacité lumineuse d'une lampe ou d'un ensemble est le rapport du flux lumineux émis par une lampe, soit par la puissance consommée (lampe), soit par la puissance totale (lampe +auxiliaire). Son unité est LUMEN par Watt (lm/W) [16]

L'intensité lumineuse :

C'est la quantité de lumière émise dans une direction spécifique par une source lumineuse. L'intensité lumineuse est exprimée en candéla (cd). Elle est utilisée pour caractériser la puissance lumineuse d'une lampe ou d'un luminaire dans une direction donnée.

L'éclairement :

L'éclairement est la quantité de flux lumineux (de lumière) reçue par une surface Il est exprimé en lux (ou lm/m²; symbole : lx) : $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$. $E = \varphi/S$. L'instrument de mesure est le luxmètre. [13]

φ : flux lumineux en lumen.

S: surface éclairée en m².

La luminance :

Cette grandeur permet de tenir compte des sources de lumière présentes dans le champ visuel d'un observateur. Son unité est le CANDELA par mètre carré (cd/m²).La luminance se mesure avec un luminance-mètre. Il est possible de déterminer par exemple la luminance des chaussées, qui sert de base d'évaluation des projets d'éclairage public [13].

La luminance en un point d'une surface dans une direction donnée est égale au quotient de l'intensité lumineuse (dI) dans la direction donnée d'un élément infiniment petit de la surface (dS) entourant le point, par l'aire de la projection orthogonale de cet élément sur un plan perpendiculaire à cette direction . [13]

L'éblouissement :

C'est la sensation désagréable produit dans l'œil lorsqu' on passe d'une zone sombre à une zone très éclairé. Il dégrade les conditions visuelles à long terme et cause des problèmes visuelle, maux de tête [13]

Indice de rendu de couleurs :

Permet de mesurer la capacité d'une lumière à restituer les couleurs, c'est un nombre compris entre 0 et 100, son unité est le (RA), plus le plus nombre est proche de 100 plus la source de lumière sera à même de reproduire les couleurs naturelles de l'objet éclairé.

Pour l'éclairage des voies publics .On utilise souvent des lampes avec in IRC entre 70et 80 Ra et avec un IRC entre 80et 90 sont utilisés dans les applications générales telles que les locaux et les logements.

IRC est indiqué dans le code de couleurs d'une lampe, qui est une combinaison d'IRC et la température de couleur.

Le premier chiffre représente l'IRC, le deuxième et les troisièmes chiffres indiquent la couleur de la lumière. [13]

Le diagramme photométrique

C'est une courbe fermée dont le "rayon" dans une direction donnée, donne l'intensité de l'émission dans cette direction (en lumen/stéradian/lumen ou candela/lumen) [17]

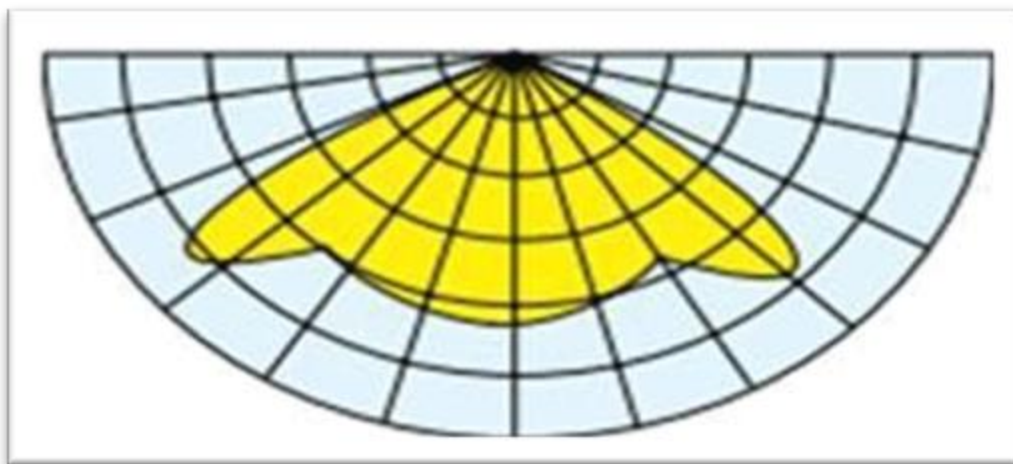


Figure II-6 Diagramme photométrique

II.5 Type d'éclairage public :

Eclairage intérieurs :

Les options pour l'éclairage intérieur se regroupent en deux catégories :

les commandes manuelles et les commandes automatiques.

Les commandes manuelles sont souvent les plus rentables mais elles requièrent l'intervention humaine. Par exemple éteindre manuellement l'éclairage en fin de journée selon une routine quotidienne peut constituer la solution la plus efficace pour commander l'éclairage dans les bâtiments industriels où il y a des heures fixes de travail. D'un autre côté, dans les immeubles de bureaux équipés en groupes d'interrupteurs à proximité des ascenseurs, les employés qui quittent les lieux laissent en principe l'éclairage en fonction, car ils ne savent pas exactement quel interrupteur commande quel secteur du bâtiment [11]

Eclairage extérieures :

Généralement commandée par des détecteurs (cellule photoélectrique) permet d'assurer éclairage seulement la nuit, ce type peut aussi commandée par commande automatique ou commande par capteur, des systèmes de commande d'éclairage informatisée ou le système de commande mécanique, Par exemple commande d'éclairage publique [11].

II.6 Moyens extérieur d'éclairage public :

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, généralement en bordures des voiries et places.

A. Les lampes :

Pour produire de la lumière, Il existe essentiellement deux techniques principales

l'incandescence (classique et halogène), luminescence (à décharge et LED).

Les lampes à incandescence :

L'incandescence consiste à faire chauffer un filament à haute température [18].

Les lampes à incandescence classiques :

Les lampes « classiques » sont utilisées pour l'éclairage domestique intérieur, elle est dispositif inventé en 1879 par JOSEPH SWAN et améliorée par les travaux de Thomas Edison, L'ampoule contient un filament de tungstène qui porté à haute température (environ 2823°K) par le passage d'un courant électrique émet de la lumière.

Les lampes à incandescence halogéné :

Une ampoule halogène est une ampoule à incandescence dont l'enveloppe est en verre à quartz, remplie d'un gaz diatomique appartenant à la famille des halogènes ou un de leurs dérivés plus résistant aux hautes températures, et dont l'atmosphère interne est constituée de gaz halogénés sous pression [10]

Les lampes luminescence :

Le principe de la luminescence est utilisé dans les lampes à décharge et LED.

Ce type de lampes est caractérisé par un grand rendement énergétique, est à la base de toutes les radiations visibles autres que thermiques, d'où une lumière qualifiée de froide contrairement à celle chaude obtenue par incandescence . Les solutions d'éclairage à base de cette technologie, exploitent le phénomène d'émission d'une radiation lumineuse par la matière, qui peut être gazeuse, liquide ou solide, lorsqu'elle est soumise à un mode d'excitation particulier [16]

Lampes à décharge

La lampe à décharge est une lampe électrique constituée d'un tube ou d'une ampoule en verre remplie de gaz ou de vapeur métallique sous haute ou basse pression, travers duquel il fait passer un courant électrique il s'ensuit une conversion en photons donc de lumière [16]

Les lampes LED :

LED – light-emitting diode, ou DEL, diode électroluminescente est un composant électronique à semi-conducteur. Lorsqu'un courant traverse la diode dans le sens passant, celle-ci émet de la lumière, Contrairement aux sources lumineuses conventionnelles, les LED sont des composants électroniques, à savoir de minuscules puces électroniques en cristaux semi-conducteurs. Les LED se passent de filtres chromatiques : leur lumière est directement produite en diverses couleurs grâce à différents matériaux semi-conducteurs [16].

Les caractéristiques lumineuses de lampes :

- La puissance (en Watt).
- L'efficacité lumineuse, en lumens par Watt.
- l'Indice de Rendu des Couleurs « IRC ».
- La durée de vie.

B.Lampadaire :

Le lampadaire est un dispositif d'éclairage public placé en périphérie des voies de circulation publiques, il est l'une des parties les plus importantes et les plus sensibles du réseau d'éclairage public car il est l'élément le plus exposé aux pannes, un lampadaire photovoltaïque est constitué principalement : le mât (support) et le luminaire

Le mât (support) :

Les luminaires sont fixés sur des consoles ou des candélabres. Le support permet de placer un ou plusieurs luminaires dans la position désirée dans l'espace. Le mât est une pièce généralement verticale est forcément fixé au sol.

Il se compose de plusieurs parties [18]:

- Le fût : Partie principale ou unique d'un poteau ;
- La plaque d'appui (option) : Cette plaque assure la liaison entre le massif de fondation et le fût
- La crosse : Elle assure le déport du luminaire au-dessus de la chaussée. Les types de mât
- Poteaux en acier : Ils constituent la majeure partie des poteaux couramment utilisés. • Poteaux en alliage d'aluminium : Ils ont une excellente tenue à la corrosion même en atmosphère polluée et ne nécessitent aucun entretien. • des poteaux en béton fonte et bois Le mât doit pouvoir :
- Résister au vent, aux chocs et aux vibrations [15].
- Résister aux intempéries (pluie, vents, températures, neige) et à la corrosion [15].
- Être ancré solidement au sol (massif en béton) ou sur une façade d'immeuble [15].
- Disposer d'une trappe de visite en pied de support pour recevoir un coupe-circuit électrique [15]

Le luminaire :

Le luminaire contient la source lumineuse ainsi que les éventuels auxiliaires. Son rôle est triple [14] :

- dirige, au moyen de l'optique, la lumière fournie par la source lumineuse vers l'espace à éclairer ;
- protège la lampe et les éventuels auxiliaires contre les influences externes (coups, eau, poussières, etc.) ;
- joue un rôle esthétique particulièrement important dans les applications résidentielles ou touristiques de par sa forme, ses couleurs et ses matériaux

II.7 Contrôle du temps d'allumage :

Les appareils dispensables à assurer l'allumage et l'extinction des lampes de façon autonome sont les horloges, cellules photoélectriques, détecteurs de présence et le réducteur de puissance.

Horloges :

Horloge ou bien Minuterie elle exerce un contrôle temporel. Est un relais "mémorisant" sa position (contact fermé) pendant un certain temps réglable. Il y a deux types de ce dispositif de contrôle [18].

Horloge mécanique : permet de n'autoriser l'allumage des luminaires seulement pour des horaires déterminés. Ce système n'est pas avantageux puisqu'il ne prend pas en compte la variation de luminosité pendant l'année [18].

Horloge astronomique : est très précise et déterminent automatiquement, par des calculs mathématiques, l'heure à laquelle il est nécessaire de déclencher l'allumage de l'éclairage et de l'éteindre. Contrairement aux horloges mécaniques, l'horaire 'allumage varie donc de jour en jour [18].

Cellule photoélectrique :

Elle commande l'éclairage en fonction de la luminosité, c'est la commande automatique la plus simple qui prend le mieux en compte les conditions atmosphériques réelles (variations de l'éclairage ambiant détectées par la cellule photo-électrique commandent le fonctionnement du détecteur). Cette appareil doit être orientée de sorte à ne pas subir l'effet de sources

lumineuses aléatoires, Toute cellule photoélectrique doit être située hors de la portée du public [18].

Avantageuse par leur encombrement réduit, et qu'elle est moins chère que l'horloge astronomique.

Détecteurs de présence :

Un détecteur de présence allume une lampe uniquement lorsque quelqu'un s'approche de celui-ci. Les avantages de ce type d'appareils sont qu'ils s'adaptent parfaitement aux besoins réels, qu'ils permettent d'éviter tout gâchis énergétique. [18]

Réducteurs de puissance :

Réducteur de puissance permet de réduire l'éclairage en pleine nuit, donc réduire un peu la pollution lumineuse et génère d'importantes économies d'énergie tout en maintenant un niveau d'éclairage suffisant pour les besoins [18]

II.8 Câblage :

Un câble électrique est un ensemble des fils destiné à transporter l'énergie électrique. Il est utilisé pour alimenter différents types de matériel électrique en courant fort ou courant faible. En effet, il est employé pour alimenter en énergie les appareils électriques [14].

Résistance d'un câble électrique

La résistance d'un câble électrique est la propriété des conducteurs électriques de s'opposer au passage des électrons. et la formule de la résistance écrire comme suite :

$$R = (l/s)\rho \quad (1.4)$$

R= Résistance Ω ohm

l=longueur de câble(m)

S=section de câble(m²)

ρ =La résistivité de matériau (Ω /m)

Les sections et les pertes de câble électrique :

Les sections de câbles (fils) doivent être adaptées aux paramètres de l'installation,

On peut calculer la section de câble en appliquant la formule suivant :

$$S = (r_0 \times L \times I) / (V \times \varepsilon) \quad (1.5)$$

r_0 = résistivité du cuivre (Ω/m)

L = longueur total du câble (m)

I = courant (A)

V = tension origine de câble (V)

ε = chute de tension (V).

Il faut aussi déterminer la perte engendrée par cette résistance des câbles électriques. Une petite partie de l'électricité transportée par un câble électrique se transforme en chaleur (effet de joule) et pour de calcul cette perte, il y a la relation suivante .

$$P = R \times I^2$$

Avec P = Perte (W).

R = Résistance (Ω).

I = Intensité (A).

II.9 Types d'implantation des lampadaires :

Selon les différentes voiries et espaces public, il y a différentes types d'implantation des lampadaires. Dans ce que suit la présentation de ces différents types : [18]

l'implantation unilatérale :

Ce type est constitué d'un seul rangé des lampadaires, dans le même côté de route. Avantageux par un investissement limité et l'encombrement limité d'un seul trottoir, mais il est adapté aux chaussées de largeur limitée (Voiries urbaines, Cheminements piétons...)

L'implantation bilatérale en vis-à-vis :

Ce type constitué de deux rangés des lampes vis-à-vis des deux côtés de route Avantageux par son adaptation aux chaussées de largeur plus importante, et la limitation possible de la hauteur de feu ($H=L/2$), mais il est un Investissement plus important .

L'implantation bilatérale en quinconce :

Ce type constitué de deux rangés dans les deux côtés de route, mais non vis-à-vis .Avantageux par son esthétique, mais il a un investissement plus important et l'uniformité de luminance plus complexes à obtenir, il peut utiliser pour les voiries de desserte et les parcs et les jardins .

L'implantation axiale :

Ce type constitué d'un rangé des lampes au milieu de route (axe) .Avantageux par un investissement limité (une seule rangée de mâts), mais l'uniformité de luminance réduite à le côté opposé et la maintenance est difficile. Elle est utilisée dans les grandes voiries mixtes Ce type d'implantation peut également devenir la seule solution acceptable

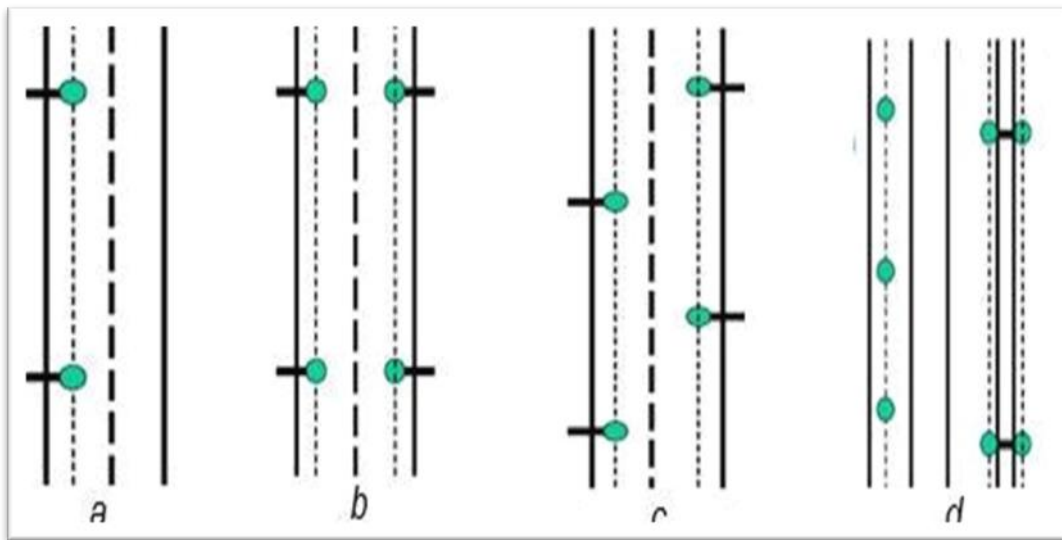


Figure II-7 les différents types d'implantation

II.10 Sources d'énergie électrique d'éclairage public

Il existe différents types d'éclairage public, notamment l'éclairage public solaire et l'éclairage public classique. Voici une description de chaque type :

1. Éclairage public solaire : L'éclairage public solaire utilise l'énergie solaire pour alimenter les luminaires. Les lampes solaires sont équipées de panneaux solaires qui captent l'énergie du soleil pendant la journée et la stockent dans des batteries intégrées. Cette énergie est ensuite utilisée pour allumer les lampes pendant la nuit. L'éclairage public solaire est autonome et ne nécessite pas de raccordement au réseau électrique, ce qui le rend particulièrement adapté aux

zones éloignées ou difficiles d'accès. Il est également considéré comme une solution durable et respectueuse de l'environnement, car il utilise une source d'énergie renouvelable.

2. Éclairage public classique : L'éclairage public classique utilise généralement le réseau électrique pour alimenter les luminaires. Il utilise des technologies d'éclairage conventionnelles, telles que les lampes à incandescence, les lampes fluorescentes compactes (LFC) ou les lampes à décharge, comme les lampes à vapeur de mercure, les lampes à sodium haute pression ou les lampes LED. Ces luminaires sont connectés au réseau électrique local et sont alimentés en électricité par celui-ci. L'éclairage public classique est plus couramment utilisé dans les zones urbaines où l'infrastructure électrique est facilement accessible.

Le choix entre l'éclairage public solaire et l'éclairage public classique dépend des besoins spécifiques de l'emplacement, des conditions environnementales, de l'accessibilité au réseau électrique et des contraintes budgétaires. L'éclairage public solaire est souvent privilégié dans les zones où l'installation d'une infrastructure électrique est difficile ou coûteuse, tandis que l'éclairage public classique est plus courant dans les zones urbaines bien desservies par le réseau électrique.

Types d'installation d'éclairage public solaire

Les types d'éclairage public solaire comprennent généralement les systèmes "All-in-One" (tout-en-un) et les systèmes "All-in-Two" (tout-en-deux)

Éclairage public solaire "All-in-One" : Les systèmes d'éclairage public solaire "All-in-One" intègrent tous les composants nécessaires dans un seul luminaire compact. Cela comprend les panneaux solaires, les batteries, les LED, les contrôleurs de charge et de décharge, ainsi que les capteurs de lumière et de mouvement. Les luminaires "All-in-One" sont faciles à installer et ne nécessitent pas de câblage complexe.

Ils sont généralement conçus pour être montés directement sur un poteau ou une structure. Les systèmes "All-in-One" sont souvent utilisés dans des applications d'éclairage public autonome, tels que les trottoirs, les pistes cyclables ou les petits espaces extérieurs.

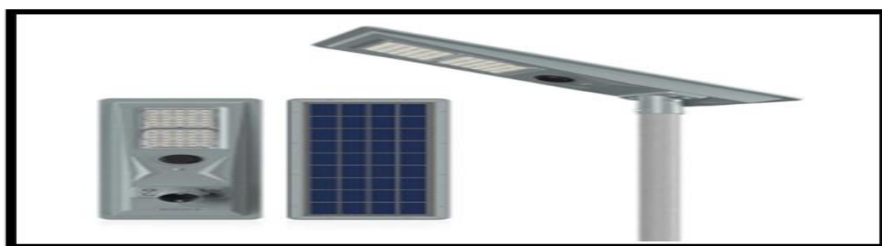


Figure II-8 Module photovoltaïque «All-in-One»

B. Éclairage public solaire "All-in-Two" : Les systèmes d'éclairage public solaire "All-in-Two" séparent les composants du luminaire en deux parties distinctes : le luminaire lui-même et le module solaire. Le module solaire est monté séparément sur un support ou un poteau, généralement à une certaine distance du luminaire. Cela permet de mieux positionner les panneaux solaires pour une exposition maximale au soleil, tout en offrant une flexibilité de montage. Les systèmes "All-in-Two" sont généralement utilisés dans des applications d'éclairage public plus grandes, telles que les rues principales, les parcs ou les parkings, où un éclairage plus puissant et une meilleure distribution de la lumière sont nécessaires.



Figure II-9 Module photovoltaïque "All-in-Two"

Tableau II-1 : Les points lumineux en photovoltaïque de la wilaya de Blida : [20]

Commune	Nombre des points lumineux
SOUMAA	59
DJEBABRA	102
BOUFARIK	25
TOTAL	186

II.11 Critères de choix des systèmes d'éclairage solaire :

Le choix des systèmes d'éclairage solaire dépend de plusieurs critères importants. Voici quelques-uns des critères les plus couramment pris en compte lors de la sélection de systèmes d'éclairage solaire : [21]

1. Intensité et durée de l'éclairage : Déterminez la quantité de lumière nécessaire et la durée pendant laquelle l'éclairage doit fonctionner chaque jour. Cela vous aidera à choisir la capacité appropriée du système de stockage de l'énergie solaire, comme une batterie, pour répondre à vos besoins.

2. Emplacement et conditions environnementales : Tenez compte de l'emplacement géographique où le système d'éclairage solaire sera installé. La disponibilité de l'ensoleillement et les conditions climatiques locales sont des facteurs importants pour évaluer l'efficacité et la performance du système solaire.

3. Design et esthétique : Choisissez un système d'éclairage solaire qui s'intègre harmonieusement à l'esthétique de l'environnement où il sera installé, que ce soit dans un contexte résidentiel, commercial ou public. Assurez-vous que le design et le style du luminaire conviennent à vos préférences esthétiques.

4. Facilité d'installation et de maintenance : Optez pour un système d'éclairage solaire qui est facile à installer et à entretenir. Recherchez des solutions qui ne nécessitent pas de câblage complexe et qui offrent une maintenance aisée, avec des composants remplaçables facilement accessibles.

5. Fiabilité et durabilité : Assurez-vous que le système d'éclairage solaire choisi est fiable et durable, capable de résister aux conditions environnementales et de fonctionner de manière stable pendant de longues périodes. Vérifiez les spécifications techniques et les garanties du produit pour évaluer sa qualité et sa durée de vie prévue.

6. Coût total de possession : Évaluez le coût total de possession du système d'éclairage solaire, y compris le coût initial d'achat, les frais d'installation, les coûts d'exploitation et de maintenance à long terme. Comparez différentes options pour déterminer celle qui offre le meilleur rapport qualité-prix sur la durée de vie du système.

7. Fonctionnalités supplémentaires : Certains systèmes d'éclairage solaire offrent des fonctionnalités supplémentaires telles que la détection de mouvement, la gradation de l'intensité

lumineuse ou la connectivité intelligente. Identifiez les fonctionnalités spécifiques dont vous pourriez avoir besoin pour répondre à vos exigences d'éclairage particulières.

II.12 Maintenance d'éclairage public :

Le vieillissement d'une installation d'éclairage va se manifester par une perte progressive d'efficacité et par l'apparition, au-delà d'un certain temps, de défaillances des lampes.

La perte d'efficacité lumineuse provient de :[20]

La baisse du flux lumineux émis, de l'ordre de 7 à 50 % en fin de vie (moyenne) des lampes.

La baisse du rendement des luminaires, liée à l'empoussièrement et au jaunissement des optiques (réflecteurs et diffuseurs) et des sources, de l'ordre de 5 à 26 % si les luminaires sont nettoyés tous les 3 ans.

Type de maintenance :

La maintenance préventive appliquée à l'éclairage public:

Dépistage :il faut planifier des visites régulières et systématiquement afin de détecter les défaillances visibles des équipements .

Remplacement des lampes: les lampes hors service sont à remplacer immédiatement ainsi que le technicien doit profiter de l'occasion pour procéder au nettoyage du luminaire et la vérification de son état mécanique et électronique .

Elagage des arbres : pour éviter l'obstruction par la végétation .

Corrosion : il est nécessaire à chaque visite de vérifier la visserie, les embases, les points de fixation et les ouvertures des portillons.

Contrôle des sources d'alimentation :contrôle des armoires BT d'alimentation et de commande ,des postes transformation HT/EP.

Contrôle fonctionnel des sources d'éclairage: l'objectif est de détecter les anomalies liées aux appareils.

Remplacement périodiques des condensateurs: on peut profiter du remplacement systématique des lampes pour changer également les condensateurs

Systèmes d'éclairage public existant en Algérie :

L'éclairage public, essentiellement destiné à équiper des espaces ouverts (routes, ruelles, places publiques, lieux de récréation...), fait appel à des luminaires répondant à des critères assez bien définis, que ce soit en termes de robustesse vis-à-vis des divers aléas inhérents à leur déploiement à l'extérieur (étanchéité, rigidité...), ou leurs performances lumineuses intrinsèques (efficacité lumineuse, qualité de la lumière...). Et afin de réduire la facture d'électricité des collectivités locales qui a atteint 27 milliards de dinars en 2017 pour une consommation globale de 4 801 GWh, soit 8 % de celle nationale qui avoisinait les 60 000 GWh, les autorités publiques ont décrété le recours à un éclairage public moins énergivore comme axe à privilégier. [22]

En effet, ce secteur mobilise à lui seul 2839 GWh, soit environ 60 % de l'ensemble des consommations d'électricité dans les communes (Figure 158) avec un budget annuel de près de 15 Milliards de DA

Les niches qui peuvent être explorées afin de rendre l'éclairage public moins énergivore, sans pour autant hypothéquer la moindre parcelle des multiples avantages qui lui sont associés, plusieurs voies peuvent être explorées:

- 1- Recourir à la juste mesure de l'éclairage nécessaire (sans excès inutiles).
- 2- Veiller à l'utilisation de luminaires à haute efficacité énergétique.
- 3- Adopter et généraliser le principe de variation du flux lumineux (gradation) en fonction des besoins réels de l'éclairage public.

II.13 Parc actuel et points lumineux en Algérie :

Les résultats du dernier recensement de l'ensemble des points lumineux constituant le parc d'éclairage public en Algérie ainsi que la nature des sources lumineuses utilisées, ont été rendus par les services publics compétents du Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire (MICLAT) vers 2018 [220] et font état d'un parc assez développé

Tableau II-2 Parc d'éclairage public et points lumineux en Algérie :

Nombre de points lumineux existant dans le parc d'éclairage public	3 134 824		
	Mercure	1 122 589	36 %
	Sodium	1 940 045	62 %
	LED	59 145	2 %
	Photovoltaïque	13 045	0,42 %

Une première remarque est que la part des lampes à mercure est assez importante et son remplacement graduel selon la circulaire interministérielle N° 01 du 5 Février 2018, pourrait prendre beaucoup de temps, ne sachant pas la durée de fonctionnement de celles déjà fonctionnelles ainsi que l'état des stocks alimentés avant la circulaire. En tout état de cause, une grande partie de l'ensemble des trois millions de lampes à décharge (mercure et sodium) en cours d'utilisation, vont continuer à l'être pendant plusieurs années encore, car les remplacer prématurément par des LED, serait manifestement très coûteux et économiquement irrationnel. Face à cette réalité, il reste donc à s'attaquer à l'existant pour essayer de le rendre énergétiquement plus efficace pendant la durée de vie qui lui reste et engranger au final un gain énergétique significatif pouvant amplement justifier le coût de l'opération. Une validation à échelle réduite de la faisabilité technique de l'opération peut être menée sur un site réel, englobant par exemple une centaine de points lumineux, dont le contrôle est centralisé au niveau d'une seule armoire de commande afin d'en faire une plateforme d'essai crédible quant à l'évaluation de la rentabilité économique du projet.

Conclusion

En conclusion, ce chapitre a permis de mettre en évidence l'importance de l'éclairage public et on a présenté les différents moyens de ce système ainsi que ses dispositifs de gestion et commande l'allumage des lampes . On examiné les différents composants d'un système d'éclairage public ainsi que les techniques de maintenance préventive et curative. On a également souligné l'importance des outils et des technologies pour optimiser les processus de maintenance. La maintenance de l'éclairage public est essentielle pour assurer son bon fonctionnement, sa durabilité et sa sécurité. En garantissant une maintenance régulière et efficace, on peut améliorer l'efficacité énergétique, réduire les interruptions d'éclairage et contribuer à la qualité de vie des citoyens dans les espaces urbains..

CHAPITRE III

Chapitre III

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, on va présenter les différentes méthodes technologiques utilisées pour réaliser ce projet, ainsi que les outils et logiciels associés. On va également aborder le fonctionnement du projet du point de vue de son aspect programmable et électronique.

III.1 Logiciel de programmation (Arduino IDE) :

L'Arduino IDE (Integrated Development Environment) est un logiciel open-source utilisé pour programmer et développer des projets basés sur les cartes Arduino. Il fournit un environnement convivial pour écrire, téléverser et déboguer le code destiné aux cartes Arduino. une description détaillée des fonctionnalités et composants principaux de l'Arduino IDE :

1. Interface utilisateur : L'Arduino IDE présente une interface graphique simple et conviviale, avec un éditeur de code intégré. L'éditeur prend en charge la coloration syntaxique pour de nombreux langages de programmation, y compris le langage Arduino, qui est similaire au langage C/C++.
2. Bibliothèques : L'IDE Arduino est livré avec une vaste bibliothèque standard qui comprend de nombreux ensembles de fonctions préécrites pour faciliter le développement. Ces bibliothèques couvrent différents domaines, tels que la communication série, les capteurs, les afficheurs, les moteurs, etc. Elles permettent aux développeurs d'accéder facilement à des fonctionnalités courantes sans avoir à écrire de code complexe.
3. Gestion des cartes : L'Arduino IDE prend en charge plusieurs types de cartes Arduino, notamment les modèles populaires tels que Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, etc. Il permet de sélectionner le type de carte avec lequel vous travaillez, ce qui ajuste les paramètres de compilation et de téléversement en conséquence.
4. Compilation et téléversement : L'IDE Arduino intègre les outils nécessaires pour compiler le code source en un fichier binaire exécutable pour la carte Arduino cible. Une fois le code compilé, il peut être téléversé directement sur la carte via une connexion USB. L'IDE gère automatiquement le processus de téléversement, rendant le déploiement du code sur la carte Arduino très simple.

5. Console série : L'IDE Arduino dispose d'une console série intégrée qui permet de communiquer avec la carte Arduino via la communication série. Cela permet de déboguer le code en affichant des messages de débogage ou en recevant des données en temps réel depuis la carte Arduino.

6. Exemples de code : L'IDE Arduino est livré avec de nombreux exemples de code prêts à l'emploi. Ces exemples couvrent une variété de fonctionnalités, de la simple utilisation des broches d'E/S à des projets plus avancés impliquant des capteurs, des afficheurs, des communications sans fil, etc. Les utilisateurs peuvent consulter ces exemples pour comprendre comment utiliser différentes fonctionnalités de la carte Arduino et les intégrer dans leurs propres projets.

En général, l'Arduino IDE est un outil puissant et convivial pour programmer des projets basés sur les cartes Arduino. Il facilite le processus de développement en fournissant un environnement de codage complet avec des fonctionnalités telles que l'édition, la compilation, le téléversement et le débogage intégrés. Que vous soyez un débutant ou un développeur expérimenté, l'IDE Arduino est un choix populaire pour créer des projets interactifs et intelligents avec les cartes Arduino.

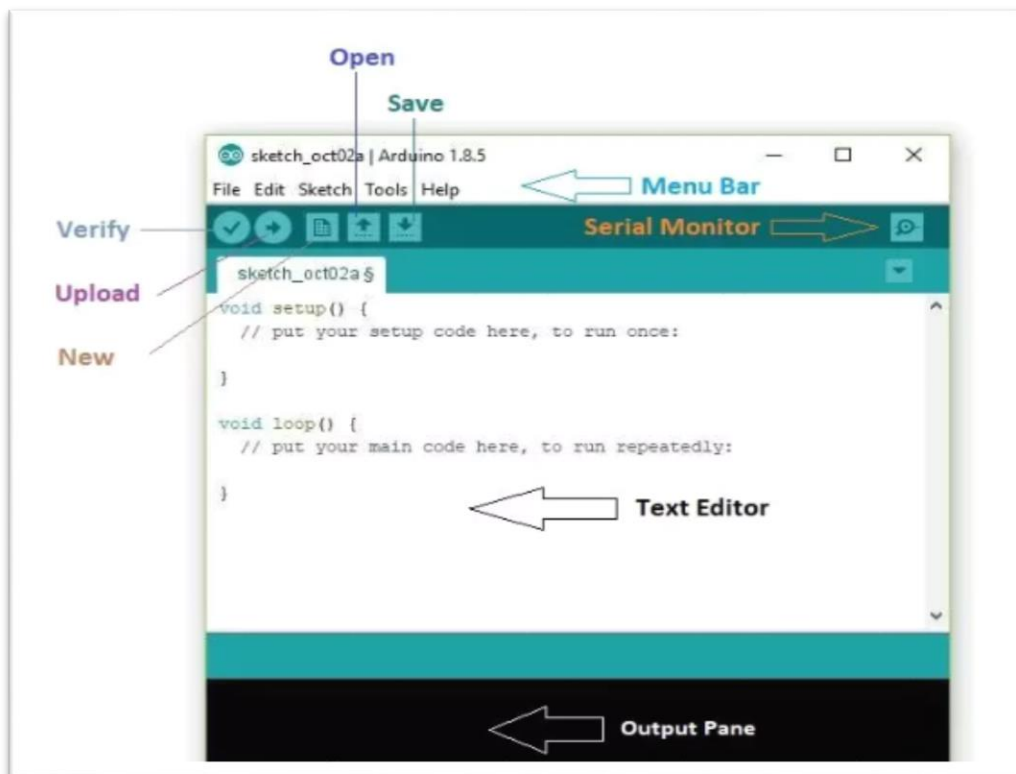


Figure III-1L'interface du logiciel Arduino IDE

III.2 Logiciel de design PCB (Kicad) :

KiCad est un logiciel de conception électronique assistée par ordinateur , open source et gratuit. Il est largement utilisé par les ingénieurs et les concepteurs électroniques pour la conception de schémas électroniques et de circuits imprimés (PCB),est un logiciel puissant et polyvalent, idéal pour les projets de conception électronique, du prototypage à la production. Son statut open source lui permet d'évoluer grâce à la contribution de la communauté, offrant ainsi des améliorations continues et une grande flexibilité pour répondre aux besoins .

Voici une description détaillée des fonctionnalités principales de KiCad :

1. Schématique : KiCad permet de créer des schémas électroniques en utilisant une interface intuitive. Vous pouvez ajouter des composants électroniques à partir d'une bibliothèque intégrée ou créer vos propres symboles. Le logiciel offre des outils pour connecter les composants, ajouter des annotations, des étiquettes, des notes et des repères de référence.
2. Éditeur de symboles : KiCad dispose d'un éditeur de symboles qui permet de créer et de modifier des symboles pour une utilisation dans les schémas.
3. Éditeur de modules : KiCad comprend un éditeur de modules qui permet de concevoir des empreintes de composants personnalisées pour les PCB. Vous pouvez définir la taille, la forme et les caractéristiques , ainsi que les couches de cuivre et les zones de soudure.
4. Routage automatique et manuel : Une fois le schéma conçu, KiCad permet de passer à la conception du PCB. Le logiciel propose un routage manuel où vous pouvez placer et connecter les pistes manuellement. Il dispose également d'un routage automatique qui peut optimiser les connexions en fonction de certaines contraintes définies.
5. Vérification de la règle de conception : KiCad inclut un outil de vérification de la règle de conception qui permet de s'assurer que le PCB respecte les contraintes spécifiées, telles que les distances minimales entre les pistes, les règles d'isolation, les contraintes de tension, etc.
6. Visualisation 3D : KiCad offre la possibilité de visualiser le PCB en 3D, ce qui permet de vérifier l'ajustement des composants et de détecter les éventuels problèmes d'interférence.
7. Génération de fichiers de fabrication : Une fois le routage terminé, KiCad permet de générer les fichiers nécessaires à la fabrication du PCB, tels que les fichiers Gerber pour la production des pistes de cuivre, les fichiers de perçage pour les trous de montage, les fichiers de placement pour l'assemblage des composants, etc.

8. Bibliothèques communautaires : KiCad dispose d'une bibliothèque intégrée de composants électroniques couramment utilisés. De plus, il existe une communauté active qui partage des bibliothèques de composants supplémentaires, ce qui facilite l'accès à une vaste gamme de symboles et d'empreintes.

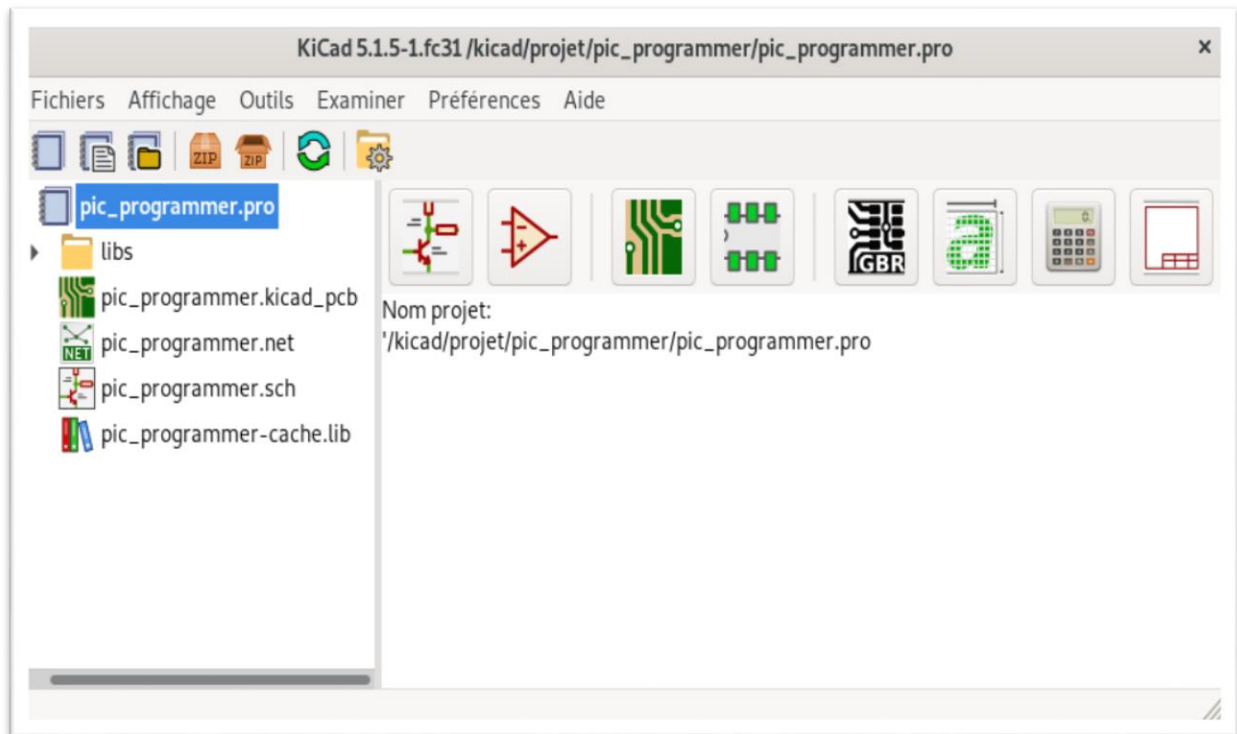


Figure III-2 L'interface du logiciel Kicad

III.3 Site du Conception PCB JLCPCB :

JLCPCB est un site spécialisé dans la fabrication de PCB (Printed Circuit Boards) ou cartes de circuits imprimés. Il offre des services de fabrication rapides et abordables pour répondre aux besoins des concepteurs électroniques. JLCPCB propose des options de personnalisation telles que le choix du matériau de base, les finitions de surface et la quantité de cartes à produire. Le site dispose également d'un outil convivial pour télécharger et vérifier les fichiers de conception, ainsi qu'un système de suivi des commandes en ligne. Grâce à ses processus automatisés et à son service fiable, JLCPCB est devenu une plateforme populaire pour la fabrication de PCB dans l'industrie électronique.

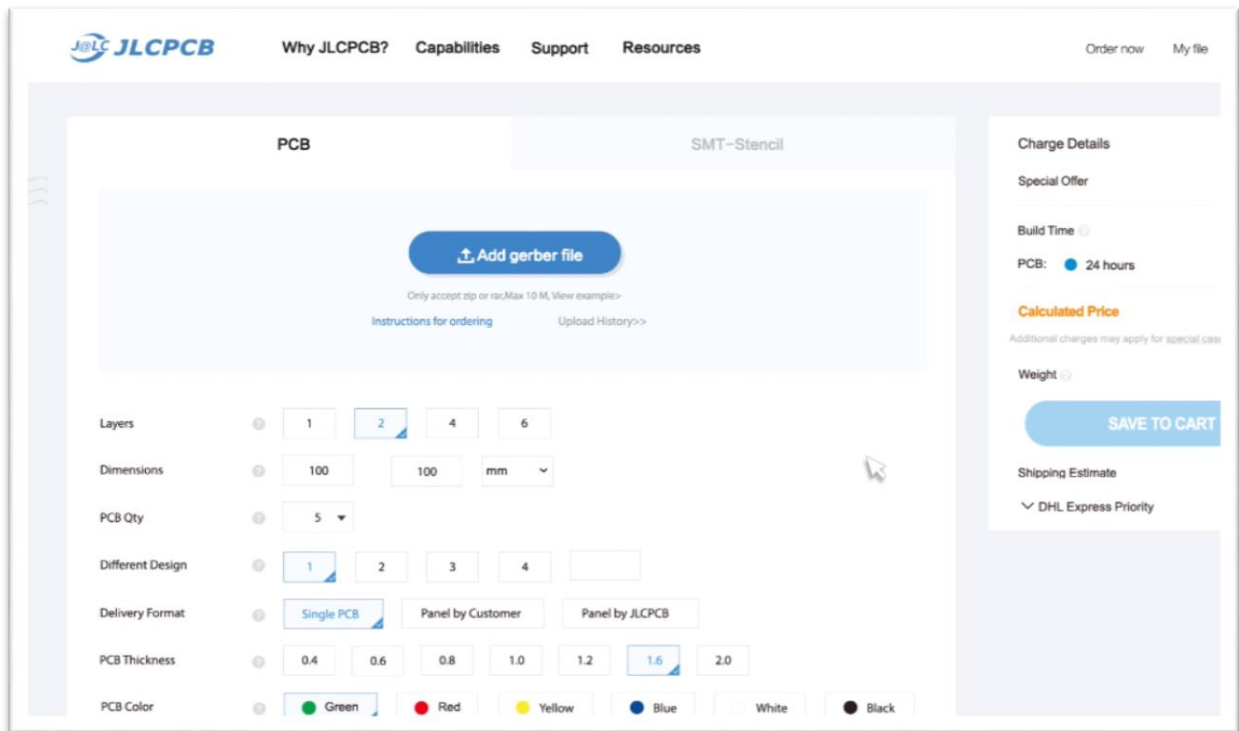


Figure III-3 L'interface du logiciel Kicad

En ce qui concerne la conception en trois dimensions de l'appareil électronique, elle est représentée dans les deux images suivantes, montrant ainsi deux modèles différents :



Figure III-4 La conception en trois dimensions du dispositif model 1

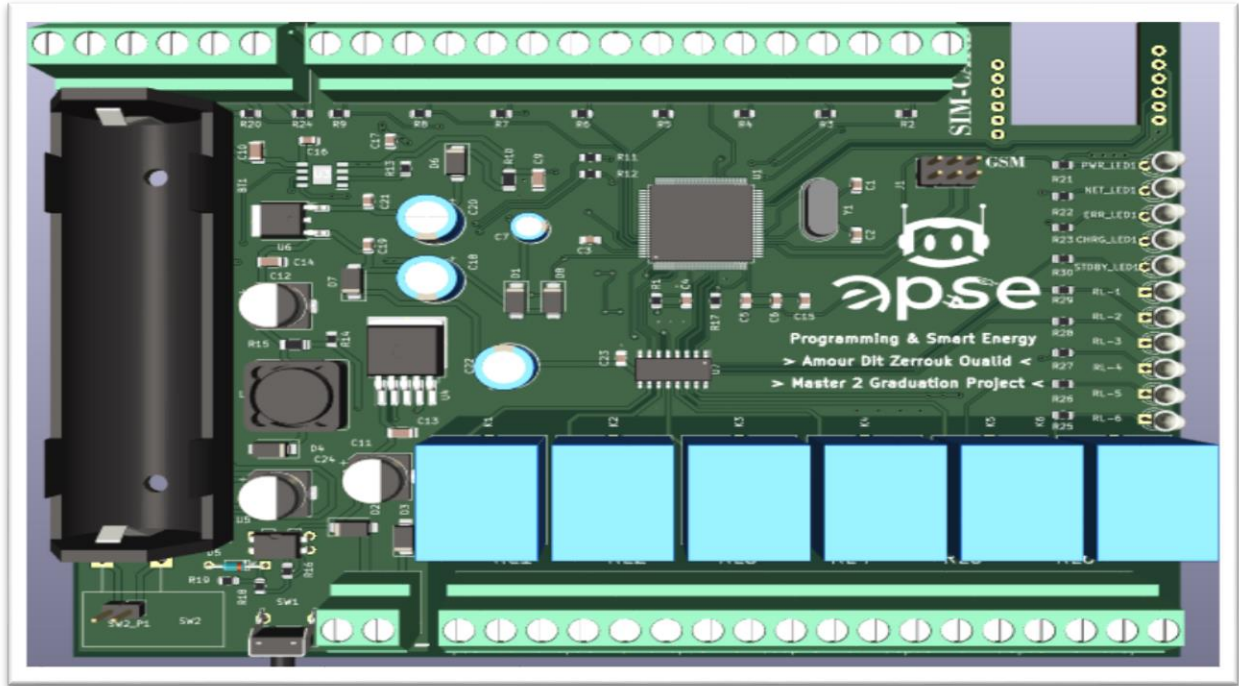


Figure III-5 La conception en trois dimensions du dispositif model 2

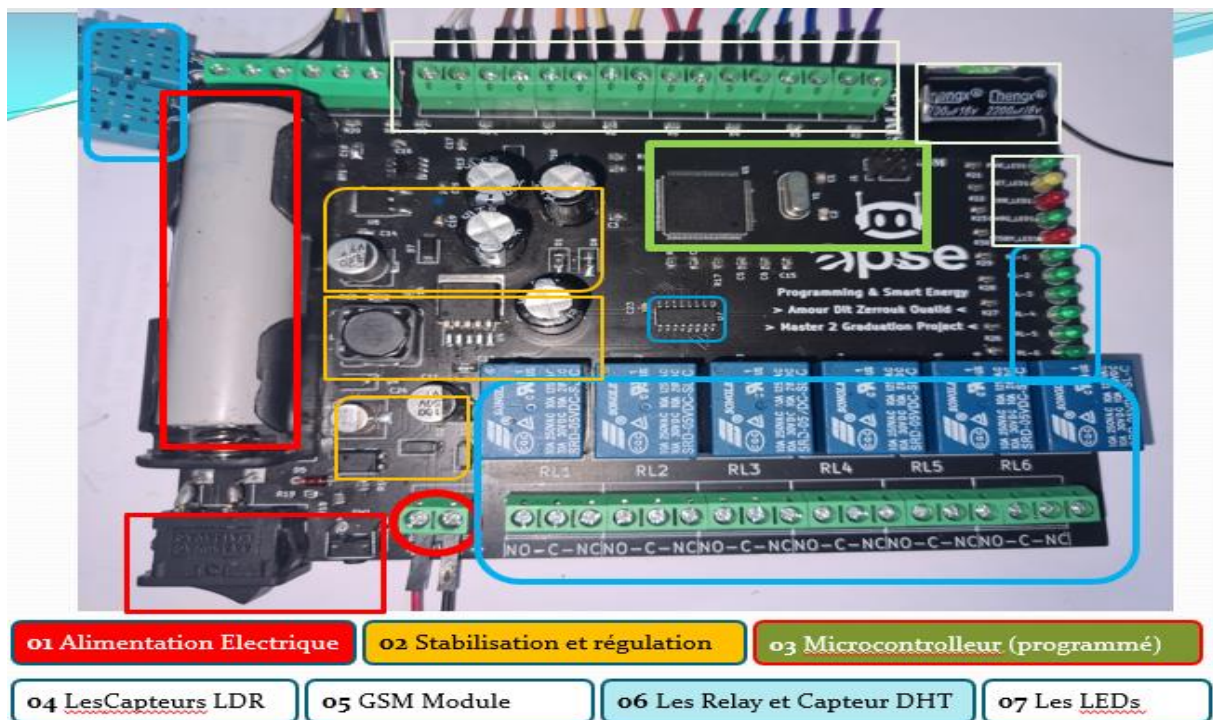


Figure III-6 Les principales composants du dispositif

Cette figure illustre la division des principales composantes du dispositif, que l'on va expliquer en détail, le deuxième modèle a été choisi car il comprend les mêmes éléments que le premier modèle, avec l'ajout de la partie de contrôle des systèmes de chauffage et de refroidissement. :

III.4 L'alimentation électrique du dispositif et de ses éléments :

1-A L'alimentation électrique du dispositif pour les deux modèles accepte jusqu'à 64 volts en tension électrique et 12 Ampère. Il existe deux systèmes d'éclairage public pour alimenter l'appareil :

1. Le premier système est le système classique, où l'alimentation électrique est la suivante :

- Tension électrique : [24 - 36 volts].
- Courant électrique : [1.5 – 1.8 Ampere].

2. Le deuxième système est le système d'éclairage solaire, où l'alimentation électrique provient de la batterie avec les spécifications suivantes :

- Tension électrique : [10 - 14,8 volts].
- Courant électrique : [6 - 10 Ampere].

1-B Le dispositif dispose d'un bouton d'alimentation spécifique pour allumer et éteindre, ainsi qu'un bouton de réinitialisation appelé "bouton de redémarrage", utilisé par les techniciens après avoir réparé une panne dans le système afin de s'assurer que l'opération a été effectuée avec succès.

1-C La consommation d'électricité durant le fonctionnement : L'appareil puise son énergie électrique de sa batterie au lithium intégrée. Lorsque l'alimentation électrique est connectée à l'appareil.

elle est d'abord stabilisée à 5 volts par l'élément LM2596, puis la batterie est chargée par l'élément BMS « régulateur de charge », Parallèlement, l'énergie électrique est consommée à partir de la batterie.

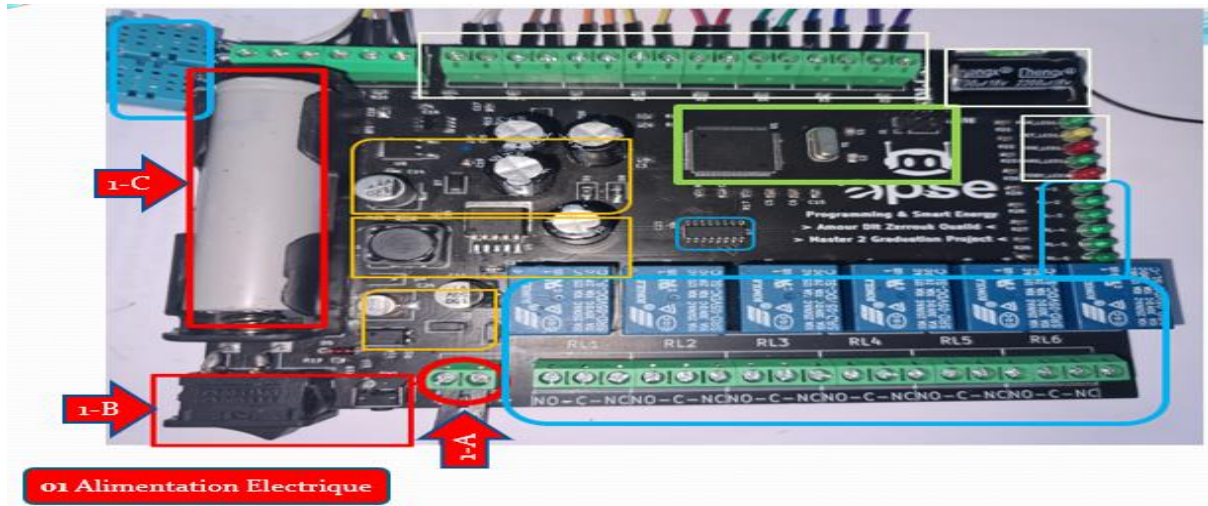


Figure III-7 Les composants qu'ont relation avec l'alimentation électrique du dispositif

III.5 La stabilisation et régulation d'alimentation électrique :

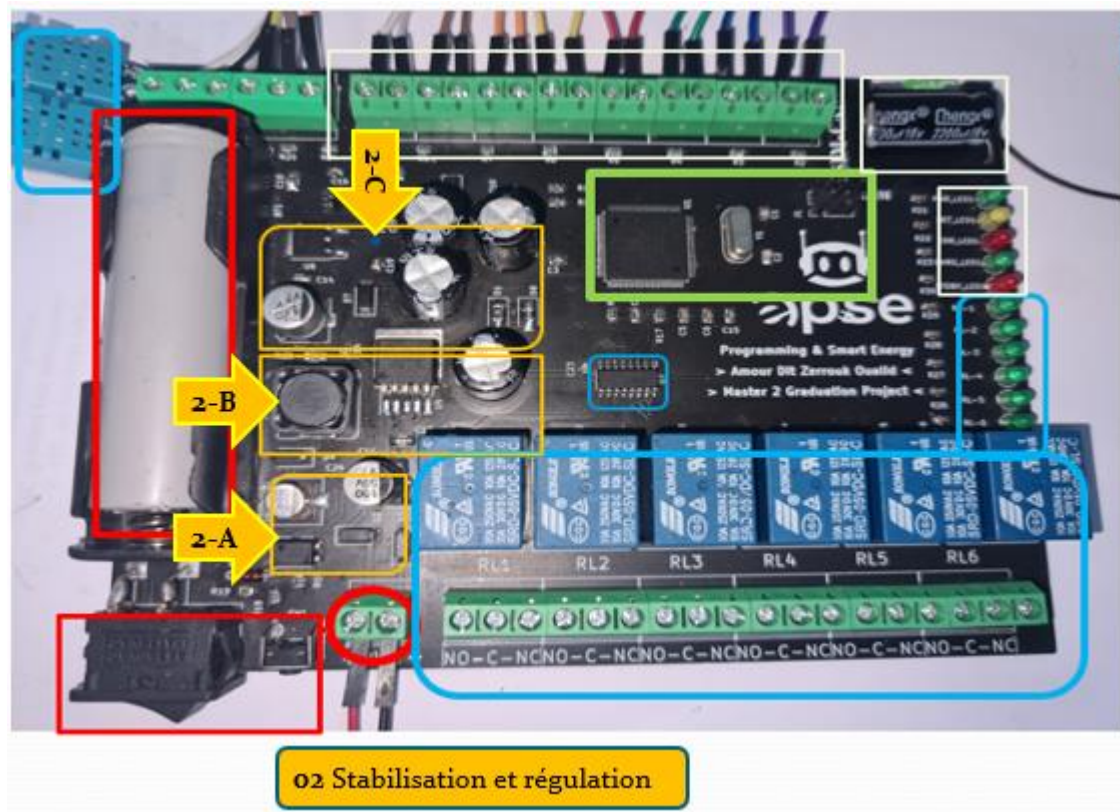


Figure III-8 Les composants du stabilisation et régulation d'alimentation électrique

L'alimentation électrique de l'appareil peut varier en fonction du domaine mentionné précédemment, mais elle reste constante à l'intérieur des éléments de l'appareil grâce à :

2-A des résistances et des condensateurs pour stabiliser le courant et aussi diode de protection contre le court-circuit

2-B le module LM2596 Cet élément réduit la tension électrique à 5 volts et le mettre stable dans les composants du dispositif .

2-C le module BMS TP4056 , gère le processus de charge de la batterie en ayant une plage de charge spécifique et coupe la charge lorsque la batterie atteint sa valeur maximale.

Cela convient au fonctionnement de l'appareil et à ses composants électroniques.

III.6 Le microcontrôleur ATMEGA 2560 :

Le microcontrôleur ATmega2560 est une puce utilisée dans ce dispositif. Il s'agit d'un microcontrôleur puissant avec une mémoire de stockage pour le code, la mémoire RAM pour les données .

Il offre de nombreuses broches d'entrées/sorties numériques et analogiques, permettant de contrôler le dispositifs et de mesurer ces signaux. Il peut être programmé via logiciel Arduino IDE. ce microcontrôleur joue un rôle essentiel dans notre projet électronique, offrant des capacités de contrôle et d'interaction avec le monde extérieur.

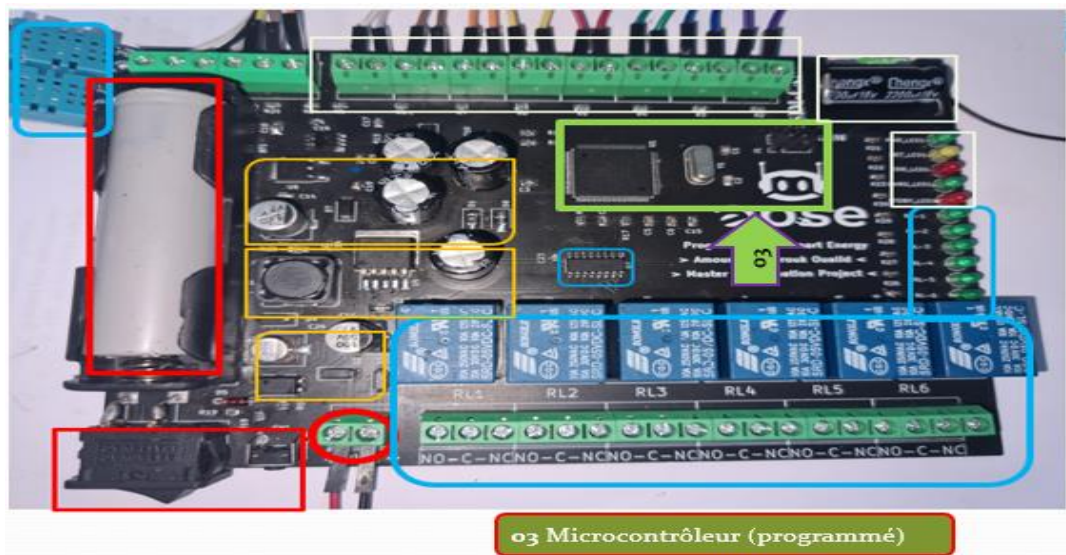


Figure III-9L' emplacement du microcontrôleur sur le dispositif

III.7 Les capteurs de lumière (LDR) :

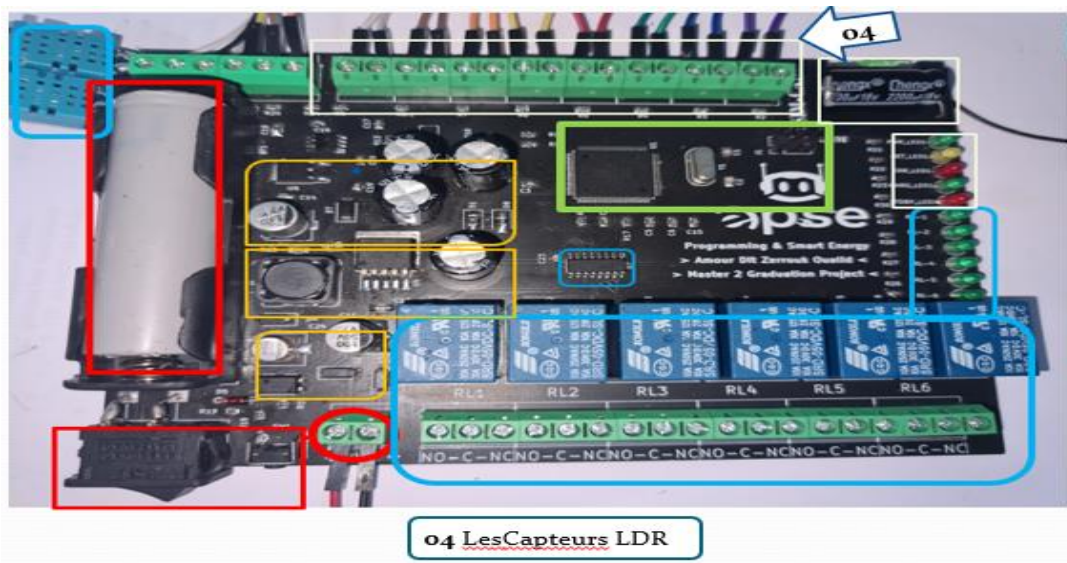


Figure III-10L'emplacement des capteurs de lumière (LDR)

Le LDR (Light-Dependent Resistor) est un composant électronique sensible à la lumière. Il varie sa résistance en fonction de l'intensité lumineuse qu'il reçoit. Il est largement utilisé dans des applications telles que le contrôle de l'éclairage automatique, les systèmes de sécurité et les dispositifs photographiques. Dans notre dispositif on a 08 LDR , L'un d'entre eux est le LDR principal qui informe le dispositif de l'état du jour ou de la nuit, tandis que les sept autres sont dédiés à chaque colonne d'éclairage électrique pour connaître l'état des luminaires.

III.8 Le Module GSM SIM 800L :

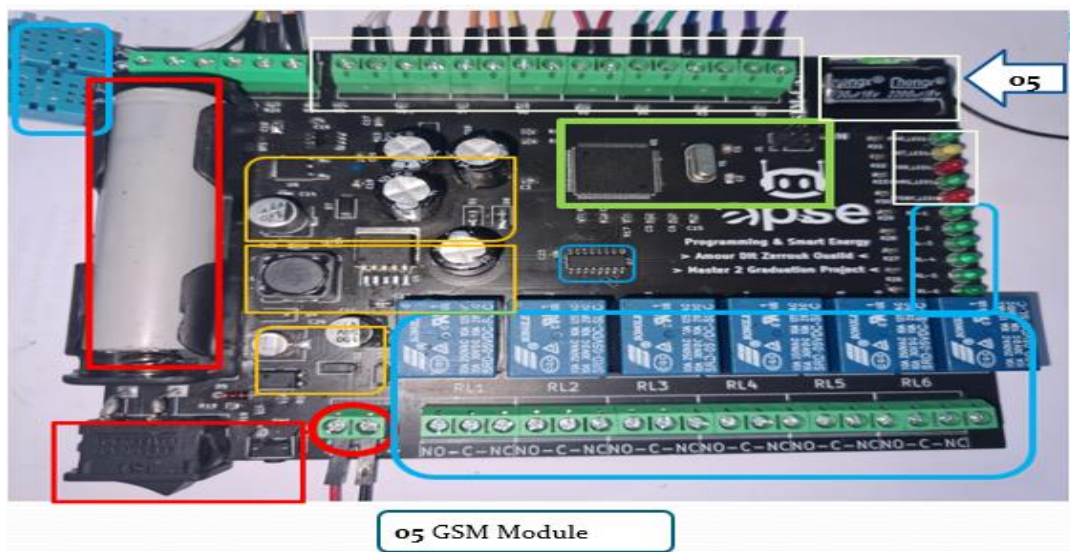


Figure III-11 L'emplacement du module GSM800L sur le Dispositif

Le composant GSM800L est un module de communication sans fil utilisé dans les téléphones mobiles et autres dispositifs connectés. Il fonctionne sur la bande de fréquence GSM 800 MHz, permettant d'envoyer et recevoir les messages SMS sur le dispositif avec les autorités concernés.

III.9 Système de chauffage et refroidissement (Relay et Capteur DHT) :

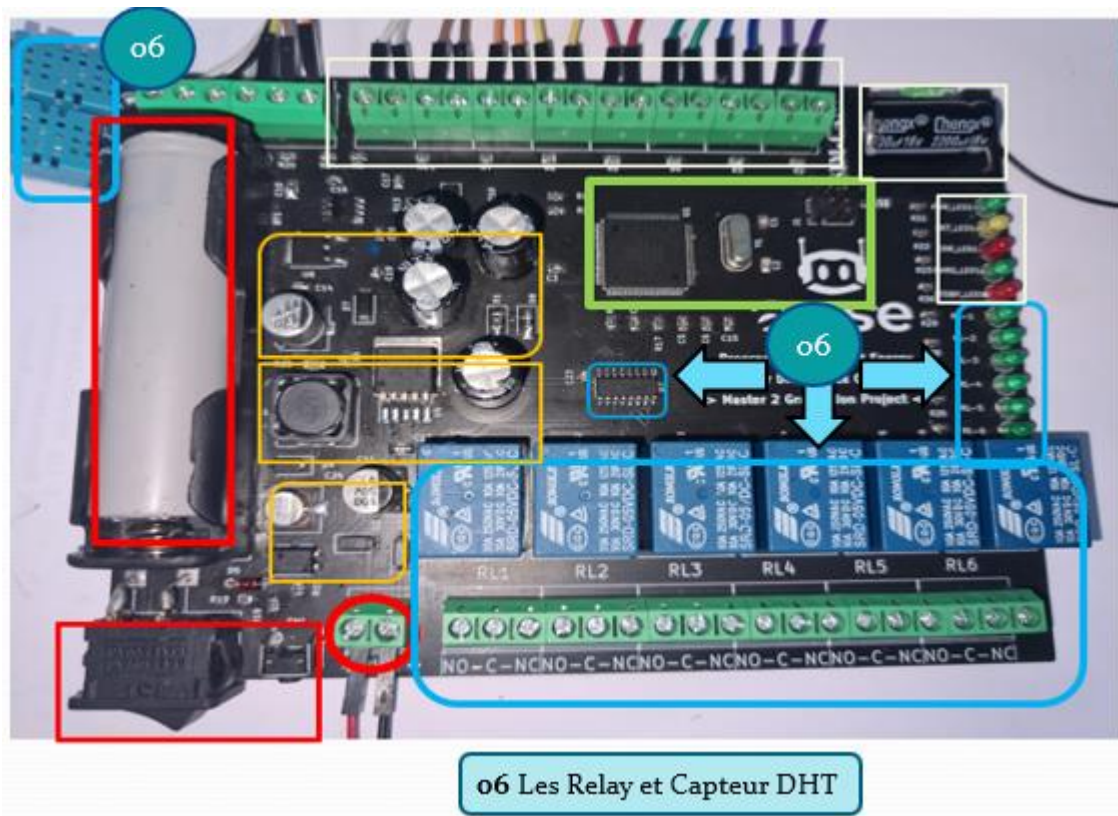


Figure III-12 L'emplacement de système des composants qui contrôle le système de chauffage et de refroidissement

Le dispositif a la capacité de contrôler les systèmes de chauffage et de refroidissement, et il dispose de deux capteurs de température et d'humidité. Chaque capteur contrôle l'allumage et l'extinction de trois relais électriques et c'est la partie spécifique au deuxième modèle seulement.

III.10 Les LEDs du dispositif :

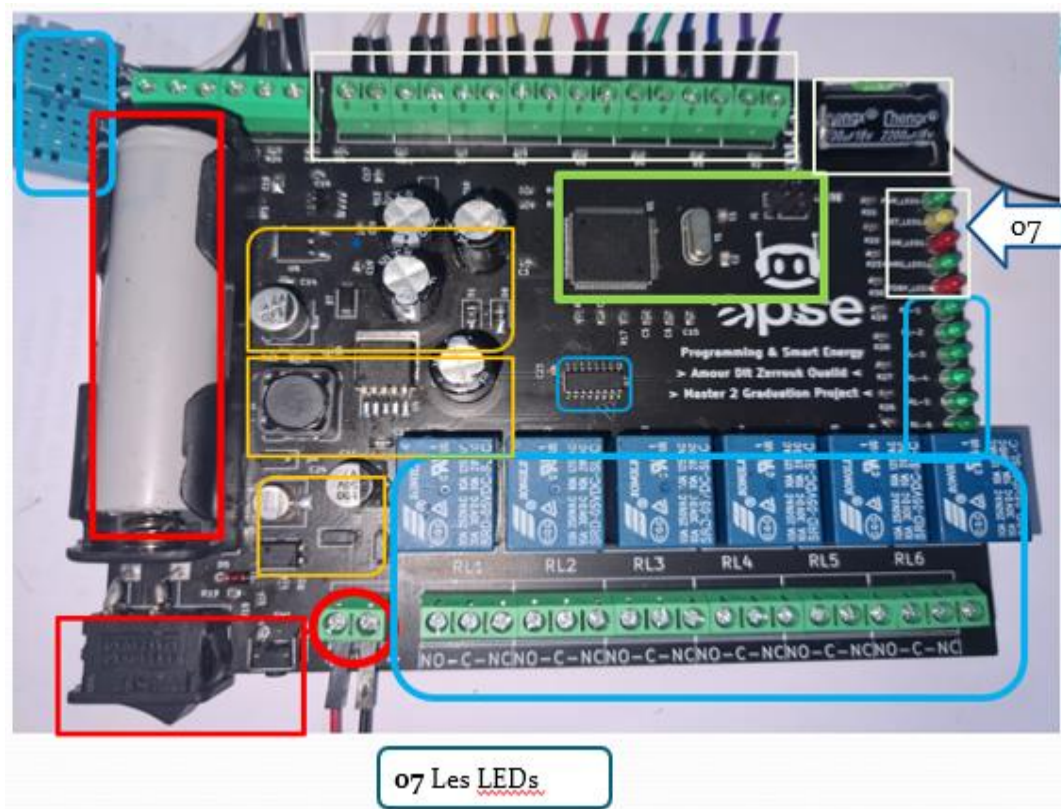


Figure III-13 L'emplacement des LEDs dans le dispositif

Ces LEDs représentent les différents états du dispositif pour indiquer son état actuel aux autorités concernées.

III.11 Présentation du dispositif et mode de fonctionnement :

Le projet d'un dispositif électronique économique pour l'énergie électrique et assure la surveillance technique automatique et à distance du système électrique auquel le dispositif est connecté, basé sur l'intelligence artificielle et dispose d'une carte électronique programmée et d'un ensemble d'éléments électroniques associés.

L'appareil dispose de deux modèles personnalisés (deux prototypes) de sorte que:

- Le premier modèle est orienté vers les systèmes d'éclairage public (l'économie de consommation électrique des systèmes d'éclairage et la gestion de sa maintenance).
- Le deuxième modèle est orienté vers l'aspect industriel et économique tels que les responsables des usines et les domoticiens de sorte qu'il ajoute d'autres éléments que le premier

modèle : capteurs de température et entrées aux systèmes de chauffage et de refroidissement et leurs propres (en ajoutant l'économie de consommation électrique aux systèmes de chauffage et de refroidissement).

III.11.1 Les fonctions du dispositif électronique :

III.11.1.1 Fonctionnement automatiquement à distance et le connecter avec les autorités concernées :

Partie 01 : Lorsqu'un dysfonctionnement se produit dans le réseau électrique du système auquel l'appareil est connecté, il détecte ce dysfonctionnement et donc connecté aux autorités concernées pour inspecter et traiter le problème. Pour que l'appareil contienne un capteur électrique du courant et tension électrique lorsque l'intensité et le courant sont inférieure au niveau minimum spécifié et programmé, le capteur envoie ces données à le microcontrôleur programmée , qui à son tour donne l'ordre à l'élément GSM d'envoyer un message texte du numéro de la puce électronique aux autorités concernées les informant de l'éventualité d'un dysfonctionnement du système ou d'une faiblesse de son réseau d'alimentation électrique pour surveiller et prendre les solutions nécessaires.

Partie 02: Lorsqu'un dysfonctionnement se produit dans une luminaire du système d'éclairage auquel le dispositif est connecté « détection de luminaire qui ne fonctionne pas pendant la durée requise », il détecte ce problème, tel qu'on trouve le capteur d'éclairage principale qui détecte la présence du pourcentage d'obscurité spécifié pour l'allumage des luminaires d'éclairage et en même temps on a des capteurs de lumière pour chaque luminaire , le capteur qu'il détecte que le luminaire n'est pas allumée et le capteur principal qui détecte la présence du pourcentage d'obscurité spécifié pour l'allumage , envoient ces données à le microcontrôleur programmée , qui à son tour donne la commande à l'élément GSM d'envoyer un message texte du numéro de la puce électronique aux autorités concernées les informant de l'existence d'un défaut de luminaire spécifiée et définie par son numéro, qui n'a pas fonctionné pendant la période d'obscurité. Et donc la surveiller et prendre les procédures nécessaires pour la réparer. En plus de connecter avec les autorités concernées et de les informer de l'état de la panne, le dispositif a également la capacité de déterminer précisément la cause de la panne, qu'il s'agisse de luminaire ou de l'alimentation électrique du système d'éclairage. Cela facilite l'intervention des techniciens de maintenance en leur fournissant les moyens nécessaires et en leur donnant une connaissance préalable du type de panne en cours.

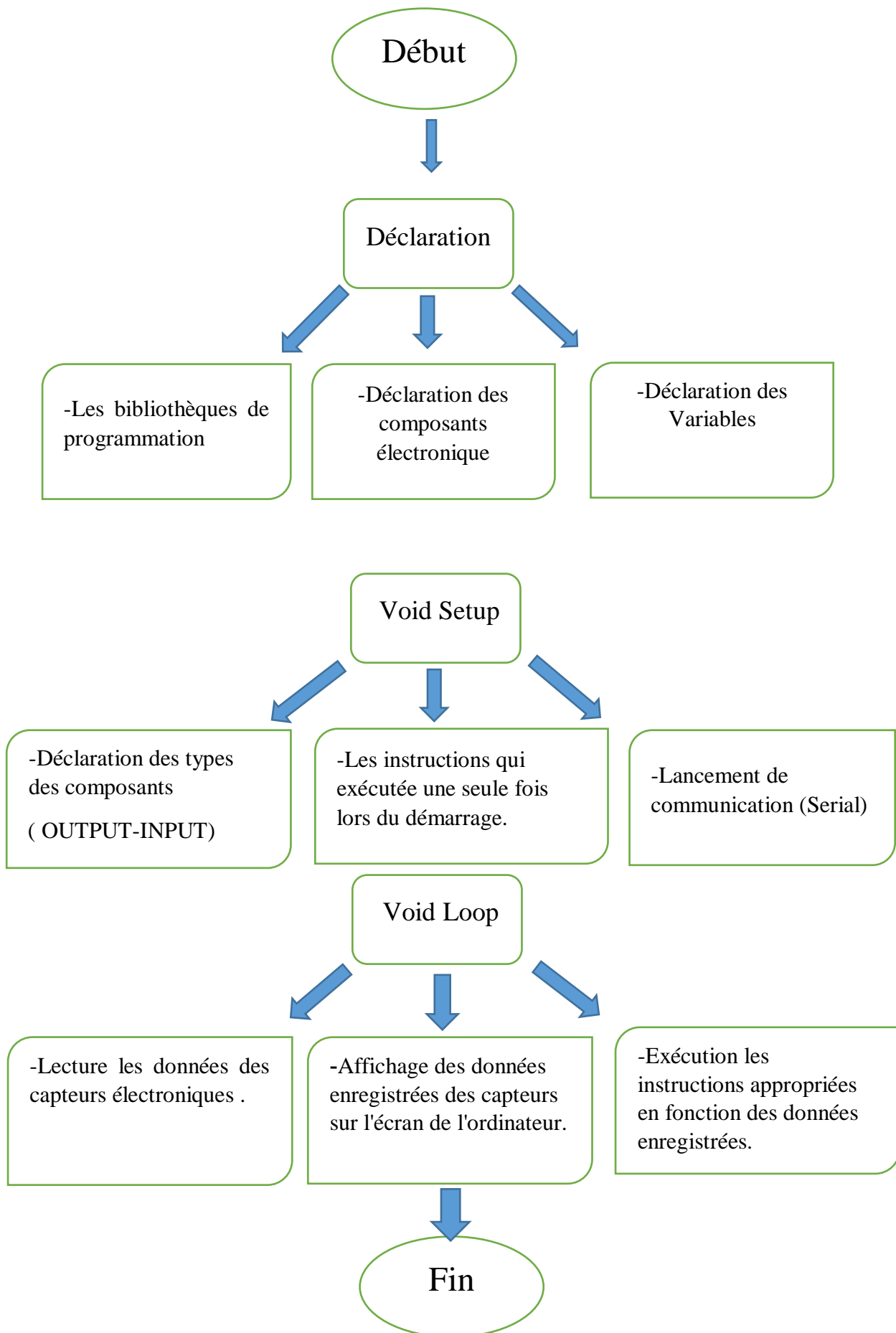
III.11.1.2 L'économie dans la consommation électrique du système d'éclairage public :

Grâce aux fonctionnalités mentionnées précédemment, le dispositif permet d'économiser de l'énergie électrique pour les systèmes d'éclairage public en évitant l'approche classique consistant à allumer l'éclairage même lorsque cela n'est pas nécessaire (pendant la journée). Ainsi, le dispositif fournit à toutes les autorités concernées toutes les informations sur les pannes et la maintenance du système d'éclairage, ce qui permet d'identifier automatiquement les problèmes électriques et de les réparer directement. Cela permet donc d'optimiser la consommation d'énergie en évitant le gaspillage inutile de l'éclairage public.

III.11.1.3 L'économie dans la consommation électrique du système de chauffage et de refroidissement :

En plus de l'économie dans le système d'éclairage public, le dispositif peut y ajouter le système d'économie dans la consommation électrique du système de chauffage et de refroidissement (dans le cas de l'utilisation de l'appareil par un responsable d'usine ou domoticien qui souhaite intégrer l'économie électrique dans le système d'éclairage et le système de chauffage et de refroidissement) pour permettre la fonctionnalité d'économie électrique dans les systèmes de chauffage et de refroidissement afin qu'il soit également programmé en ce qui concerne l'intensité de chaleur et d'humidité nécessaire au fonctionnement des systèmes de chauffage ou des systèmes de refroidissement, Pour que le capteur de température et d'humidité détecte la présence de la température spécifique pour le fonctionnement des systèmes de chauffage ou de refroidissement, on a utilisé deux capteurs qui envoient ces données à la carte électronique programmée, qui à son tour donne l'ordre de fermer les Relais électriques connectés à l'entrée des systèmes de chauffage et de refroidissement, de sorte qu'il fonctionne pendant la période nécessaire (on a 6 relays chaque 3 relays reliés à un capteur) et lorsque la température et l'humidité reviennent à l'état normal qui ne nécessite pas son fonctionnement, cela est détecté à nouveau par les capteurs de température et d'humidité, et le processus d'envoi de données à le microcontrôleur programmé est refait Donner l'ordre d'ouvrir les Relais électriques et donc de ne pas laisser passer le courant électrique et d'éteindre à nouveau les systèmes de chauffage et de refroidissement afin d'économiser sur la consommation électrique et de l'utiliser dans les cas nécessaires.

III.12 Coté programmation :



Conclusion :

Dans ce chapitre, on a été introduit aux différentes méthodes, programmes et outils utilisés, ainsi qu'à la manière dont l'appareil fonctionne et aux tâches qu'il accomplit.

On a d'abord présenté les différents logiciels utilisés dans le cadre de ce dispositif. Cela peut inclure des programmes spécifiques développés pour répondre à des besoins particuliers, tels que des logiciels de traitement de données, des outils d'analyse statistique, des logiciels de modélisation, etc. On a également mentionné des outils plus généraux, des environnements de développement intégrés (IDE) et des logiciels de visualisation.

En ce qui concerne le fonctionnement de l'appareil lui-même, on a expliqué en détail ses différentes composantes, son architecture matérielle, ses capacités de traitement.

Quant aux fonctionnalités de l'appareil, on a examiné les différentes tâches qu'il peut accomplir. On a également mentionné les domaines d'application spécifiques dans lesquels cet appareil est utilisé.

Enfin, on a abordé la méthodologie générale de programmation utilisée pour exécuter les commandes sur cet appareil. On a également expliqué comment les commandes sont exécutées, comment les résultats sont obtenus et comment les erreurs sont gérées.

Dans l'ensemble, ce chapitre a fourni une vue d'ensemble détaillée des différents aspects liés aux méthodes, aux outils, au fonctionnement de l'appareil et aux tâches qu'il peut accomplir, ainsi qu'à la méthodologie générale de programmation utilisée.

CHAPITRE IV

Chapitre IV

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, on présentera les différents résultats obtenus à partir de l'appareil lors de sa programmation et de l'évaluation de ses fonctions. On soulignera également les principales caractéristiques et avantages qu'il offre, ainsi que l'étude de sa faisabilité et de ses avantages économiques dans le domaine de son utilisation.

IV.1 Présentation des indications des LEDs du dispositif :

Lors de la phase de test du dispositif, il a été soumis à toutes les conditions nécessaires pour allumer les LEDs, et il a été vérifié qu'il fonctionne dans toutes les situations.

Le dispositif dans son premier et deuxième modèle comprend un ensemble des leds qui peuvent fournir des informations sur l'état de l'appareil, comme indiqué dans l'image ci-dessous :

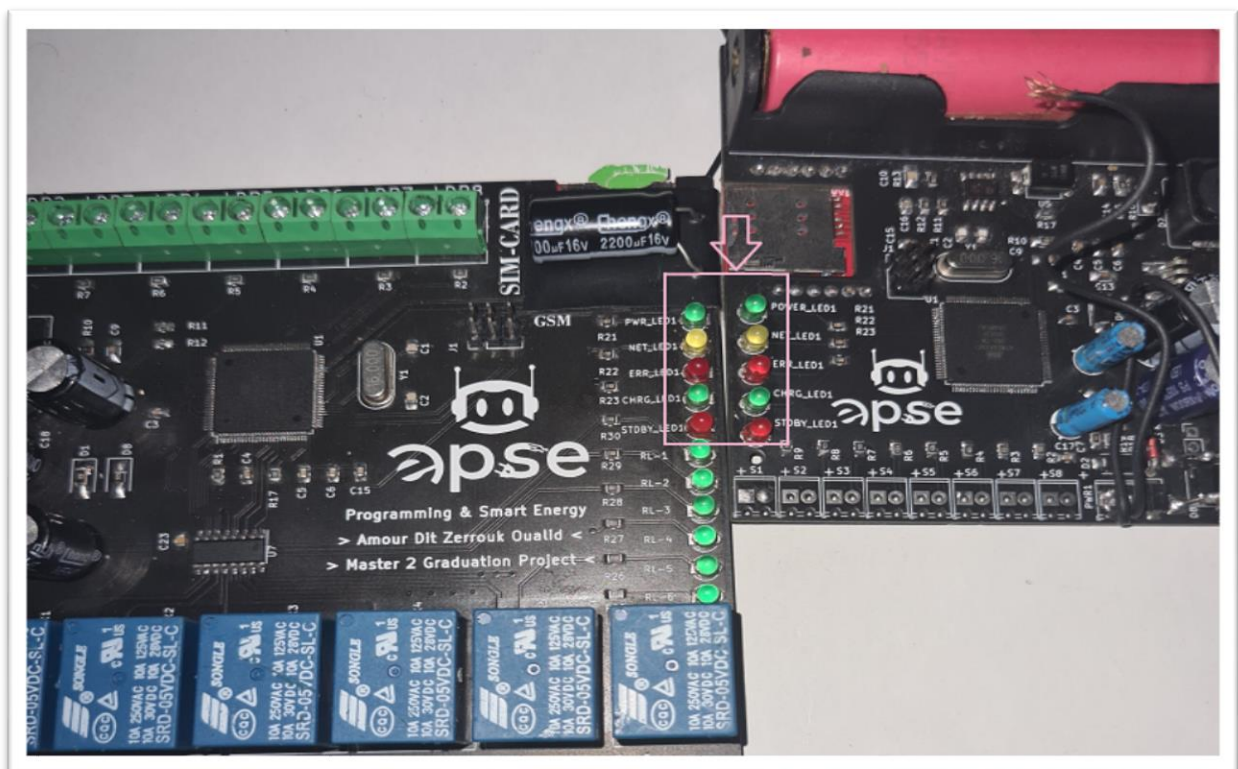


Figure IV-1 L'indication des Leds du dispositif model 1 et 2

-La première LED (Power led) :

Il s'agit de la lampe verte, son allumage indique que l'appareil est en marche.

-La deuxième LED (Net led) :

Il s'agit de la lampe jaune, son allumage et son extinction toutes les 4 secondes indiquent que la carte est en mode de fonctionnement et que l'alimentation électrique nécessaire lui est fournie.

-La troisième LED (Err led) :

Il s'agit de la lampe rouge, son allumage indique un problème avec la carte ou son alimentation électrique.

-La quatrième lampe (Chrg led) :

Il s'agit de la lampe verte, son allumage indique que la batterie se charge.

La cinquième lampe (Stdby led) :

Il s'agit de la lampe rouge, son allumage indique que la batterie est chargée au plein.

En plus de ces cinq premières lampes présentes dans chaque modèle de l'appareil, il y a également 6 lampes spécifiques au deuxième modèle, comme illustré dans l'image ci-dessous, qui représentent le fonctionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement connectés à l'appareil.

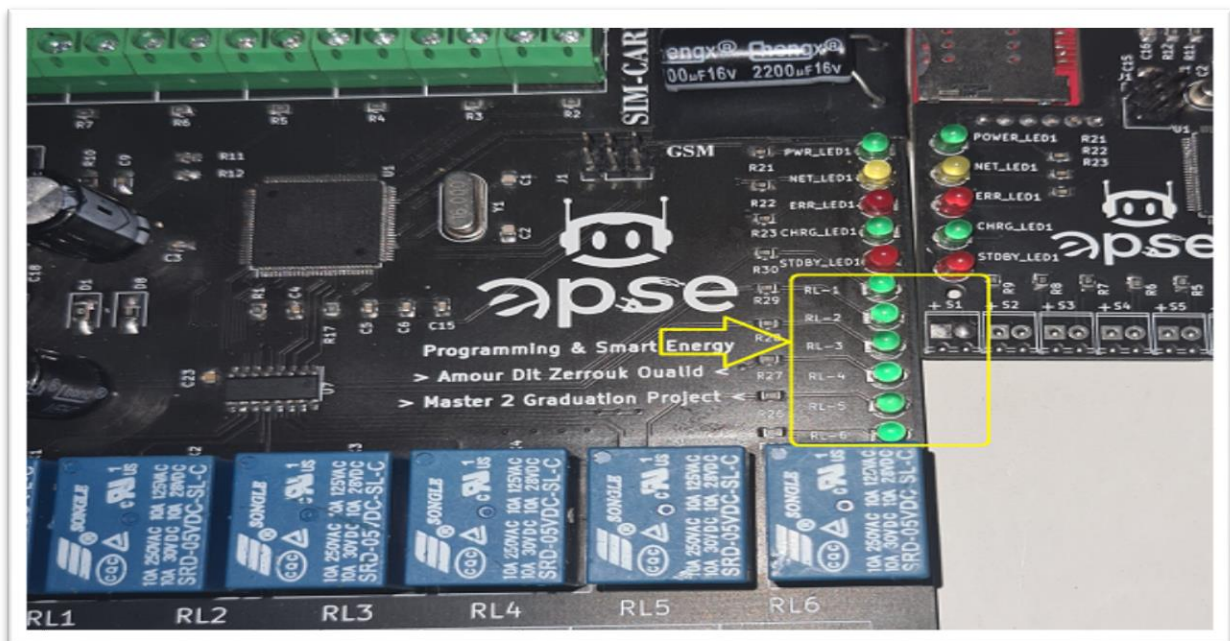


Figure IV-2 L'indication des Leds des relay du dispositif model 2

L'opération de test pour l'élément GSM, dont la fonction est d'envoyer et de recevoir des messages avec les parties concernées et de leur fournir diverses données liées au système connecté à l'appareil, a été réalisée.

IV.2 Réception des messages par le dispositif :

Lorsque nous avons envoyé le message "INFO" au numéro de la carte SIM insérée dans l'appareil, nous avons reçu une réponse par message sur notre téléphone, dans laquelle l'appareil nous informait des différentes données relatives au système,

comme indiqué dans le message suivant :

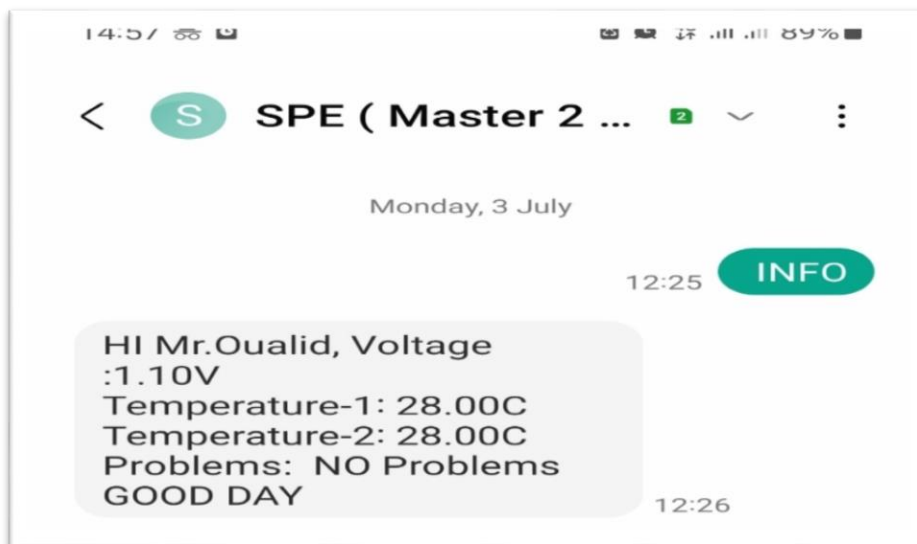


Figure IV-3 L'indication du message sms « recevoir – envoi » via la puce du dispositif

IV.3 Envoi des messages par le dispositif :

On a placé le dispositif dans les conditions nécessaires pour communiquer avec les autorités concernées et envoyer des messages.

Lorsque l'alimentation électrique a été coupée, le message suivant a été envoyé :

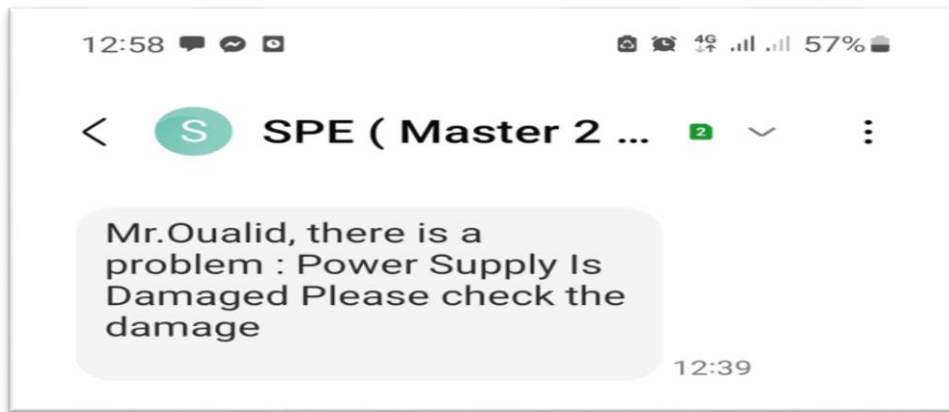


Figure IV-4 L'indication du message sms « envoi » via la puce du dispositif sur l'absence d'alimentation électrique

De plus, lorsque nous avons simulé une panne du capteur de lumière de luminaire numéro 01, le message suivant a été envoyé :

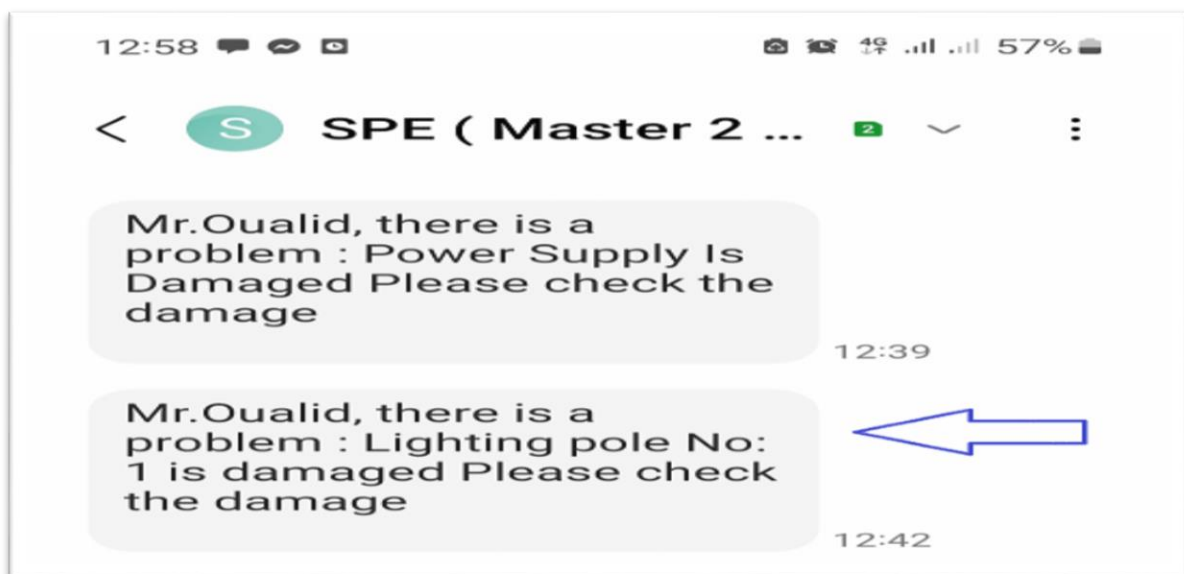


Figure IV-5 L'indication du message sms « recevoir – envoi » via la puce du dispositif sur le problème du luminaire 1

Ainsi, l'appareil est automatiquement en contact avec les parties concernées dans les situations appropriées.

IV.4 La charge appropriée de la batterie :

Pour vérifier le fonctionnement du processus de charge de la batterie, nous avons confirmé la fonctionnalité de l'élément BMS (système de gestion de batterie) chargé de la charge de la batterie du dispositif. Nous avons effectué deux tests. Le premier consistait à mesurer la tension de la batterie avant de l'installer dans le dispositif, puis à mesurer à nouveau après une certaine période d'utilisation dans le dispositif.

On a constaté qu'elle avait été chargée, comme le montrent les deux images suivantes :



Figure IV-6 L'indication du charge du batterie du dispositif

La deuxième méthode de vérification de la charge du batterie consistait à maintenir le fonctionnement continu du dispositif de manière optimale pendant une longue période.

IV.5 Étude économique :

En ce qui concerne l'étude économique du projet et le coût total de fabrication du dispositif, nous avons choisi le site JLCPCB pour imprimer la carte électronique du dispositif ainsi que les composants électroniques qui lui sont connectés. Le coût total des deux modèles était de 60 dollar plus la livraison par exemple on a choisit le service DHL avec prix de 70 dollar , soit environ 30 dollars par dispositif, sans inclure le coût du GSM et de la batterie.

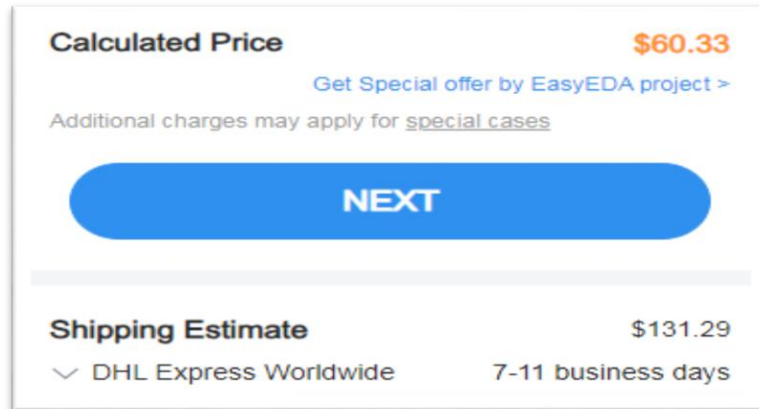


Figure IV-7 L'indication des tarifs d'impression du dispositif via Jlcpcb

Ainsi, le montant total en dinars était de 7000 DA plus le coût de livraison et Les frais de recharge de la carte SIM du téléphone.

Pour calculer le coût de chaque poteau électrique, nous divisons le coût total du dispositif, qui est de 7000 DA, par 7 ' le nombre de poteaux électriques que le dispositif peut gérer et entretenir'. Par conséquent, le résultat est de 1000 DA par poteau électrique.

En comparaison avec le rôle que joue le dispositif dans la gestion et l'amélioration des systèmes d'éclairage public, ainsi que dans l'économie d'énergie électrique qui leur est associée, on peut considérer que son rendement est bon et efficace.

Caractéristiques du dispositif :

- * Surveillance technique et automatique des systèmes d'éclairage public.
- * Capacité de communication en temps réel avec les parties concernées et accès à toutes les données du système connecté au dispositif.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

- * Identification des causes de dysfonctionnement électrique dans le système, facilitant ainsi les opérations de maintenance.
- * Économie d'énergie électrique.
- * Possibilité de personnaliser la demande du dispositif pour le modèle 1 ou le modèle 2.
- * Fourniture d'une garantie au client pour l'acquisition du dispositif en termes de technologies et de mises à jour.

Conclusion :

Dans ce chapitre On a extrait diverses informations techniques sur l'appareil et les résultats de son inspection, ainsi que les nombreuses caractéristiques qui le distinguent dans l'amélioration et la gestion de la maintenance des systèmes d'éclairage public. De plus, on a pris conscience de son importance dans le domaine de la domotique en raison de son apport considérable en matière d'économie d'énergie électrique. On a également pris connaissance des objectifs et du plan futur visant à permettre aux entités concernées de bénéficier de cet appareil et de le concrétiser sur le terrain.

CONCLUSION
GENERALE

ET

PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERAL ET PERSPECTIVES :

Dans ce travail, on a abordé un sujet scientifique très important dans notre spécialisation universitaire, qui est l'économie de l'énergie électrique et la gestion accélérée de la maintenance des systèmes d'éclairage public.

On a apporté une solution capable de contribuer davantage à ce domaine en intégrant nos connaissances en programmation, électronique et intelligence artificielle pour aboutir à l'invention du dispositif mentionné dans cette mémoire descriptive.

Une méthodologie séquentielle a été suivie pour présenter les informations liées à ce domaine. Dans le premier chapitre, on a abordé de manière générale « l'électricité » en raison de son lien direct avec l'appareil qu'on a fabriqué.

Dans le deuxième chapitre, on a parlé des systèmes d'éclairage public et de leurs différentes caractéristiques, en mettant également en évidence les informations techniques concernant la maintenance de ces systèmes

. Dans le troisième et quatrième chapitre, on a fourni des détails sur les différentes informations techniques relatives au dispositif, ainsi que les résultats obtenus et ses différentes caractéristiques et avantages.

Pour atteindre l'efficacité énergétique, notamment en tant qu'ingénieurs dans le domaine des énergies renouvelables, on doit combiner ce domaine avec celui de l'intelligence artificielle afin de concrétiser diverses idées novatrices pouvant apporter une valeur ajoutée, en particulier dans le domaine de l'énergie solaire. Il existe de nombreuses opportunités et idées réalisables pour développer ce domaine et encourager le monde à recourir aux énergies renouvelables, C'est notre objectif principal dans ce projet, qui est désormais capable de promouvoir l'amélioration de la maintenance des systèmes d'éclairage public et l'économie d'électricité en utilisant des systèmes d'énergie solaire intelligents avancés dotés de caractéristiques techniques rentables.

Après avoir franchi ces étapes scientifiques, qui consistent à :

- Demande d'un brevet d'innovation
- fabrication et amélioration du prototype final pour le rendre manufacturable, et obtenir de bons résultats lors des tests.

On aspire à créer notre start-up, où on fournira ce dispositif électronique aux entités concernées et le concrétisera sur le terrain. On a signé un accord avec les représentants de l'entreprise Metidja Inara pour l'acquisition de la première version du dispositif, en attendant d'étendre son utilisation à l'échelle mondiale et de bénéficier des services qu'il offre dans ce domaine.

REFERENCE

BIBLIOGRAPHIE :

[01] J.C. Sabonnadaière, N. hadjsaïd, "Lignes et réseaux électriques 1(lignes d'énergie électrique)", Livre, paris, Lavoisier 2007.

[02] T. BENBOUDJEMA, O. AGRI, "Etude des capacités et perspectives de production d'énergie électrique en Algérie", Mémoire Master 2, Université de Bejaïa, 2015.

[03] M. SCIGAN, "COST-COMPETITIVE RENEWABLE POWER GENERATION: Potential across South East Europe", IRENA, janvier 2017.

[04] ADEME, "Note sur la rémunération des projets éoliens terrestres et son adéquation aux évolutions des technologies - Synthèse de l'Étude et adaptation des incitations économiques et tarifaires aux projets éoliens en France et à la disponibilité de nouveaux modèles d'éoliennes, Étude NégaWatt 2014", mars 2015.

[05] I. LABED, "Dispatching économique dans un système de puissance électrique par l'intelligence artificielle", Mémoire Magister, Université Constantine 1, 2013.

[06] M^{lle}: LAIB FARAH Mr: AMRAOUI FATAH ELABORATION D'OUTILS DE PLANIFICATION EN VUE DE L'OPTIMISATION DES INVESTISSEMENTS DANS LES RESEAUX ELECTRIQUES EN ALGERIE T. BENBOUDJEMA, O. AGRI, "Etude des capacités et perspectives de production d'énergie électrique en Algérie", Mémoire Master 2, Université de Bejaïa, 2015.

[07] H. KANCHEV, "Gestion des flux énergétiques dans un système hybride de sources d'énergie renouvelable: Optimisation de la planification opérationnelle et ajustement d'un micro réseau électrique urbain", Thèse doctorat en génie électrique, Ecole centrale de Lille, 24janvier 2014.

[08] Sonelgaz, "Rapport d'activités et comptes de gestion consolidés", Edition 2013.

[09] S. CHERFI, "L'avenir énergétique de l'Algérie: quelles seront les perspectives de consommation, de production et d'exportation du pétrole et du gaz à l'horizon 2020-2030 ?", Les Cahiers du CREAD n°96 /2011

[10] Melles BOULHARES Khadidja TRAKET Chahira Etude Pratique et

Dimensionnement d'un Système d'Eclairage Public Photovoltaïque Autonome Cas d'étude ; Unité de Recherche d'Adrar 2018. M. FOKA, C. HOYOBONY TOKORO et G. HERMA, « ETUDE DE FAISABILITE DU PROJET D'ECLAIRAGE PUBLIC PAR DES LAMPADAIRES SOLAIRES AFRICAN BIOFUEL AND RENEWABLE ENERGY COMPANY (ABREC), Africa, 2011.

[11] J. C. C. H. F, «The Time Is Right for Connected Public Lighting Within Smart Cities,» Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), p. 8, October 2012.

[12] T. KHATIB, «A Review of Designing, Installing and Evaluating Standalone photovoltaic power systems, » Journal of Applied Sciences, n° % IISSN 1812-5654, 2010.

[13] G. GUIE BI, «ECONOMIE D'ENERGIE ET ECLAIRAGE PUBLIC DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU,» mémoire master, institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2010.

[14] S. MERAD , «Dimensionnement d'une Installation Photovoltaïque d'un lieu peu fréquenté :Cas d'un Cabanon Situé à Marsat Ben M'Hidi (TLEMCEN),» L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN, MASTER LMD, 2010.

[15] blogger, guide photovoltaïque, l'information photovoltaïque, france: Aideau, 2013.

[16] D. BLANCHON, fabricant de mats d'éclairage public, france: DESCHAMPS (MATS COMPOSITE), 2002.

[17] Y. AIT BEN ADDI et H. AMHID, « éclairage photovoltaïque,» dans le cadre de projet professionnel, faculté polydisciplinaire OUARZAZATE, 2013.

[18] Melles BOULHARES Khadidja TRAKET Chahira Etude Pratique et Dimensionnement d'un Système d'Eclairage Public Photovoltaïque Autonome Cas d'étude ; Unité de Recherche d'Adrar 2018 'Manual technique de l'éclairage, Maroc: Agence nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique.

[20] Présentation power point de la part l'entreprise d'éclairage public Metidja Inara

[22] Eclairage Public en Algérie : Référentiel National pour une Lumière de Qualité et Ecoénergétique CEREFÉ (2021)

WEBOGRAPHIE

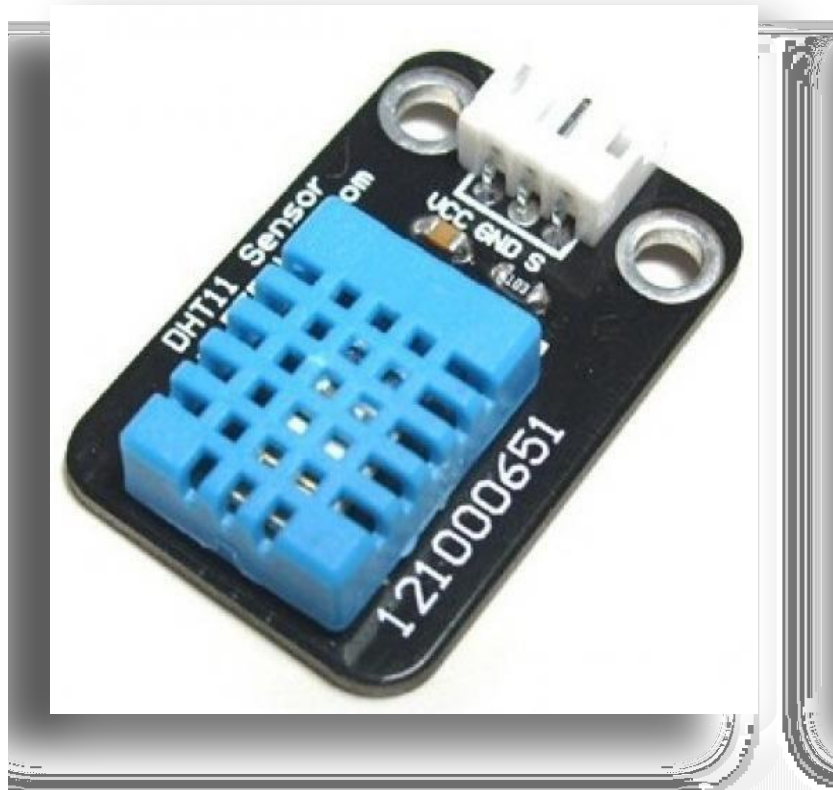
[19]http://www.photovoltaique.guidenr.fr/III_effet_inclinaison_module_photovoltaique.php.

[21] <https://chat.openai.com/>



ANNEXE

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



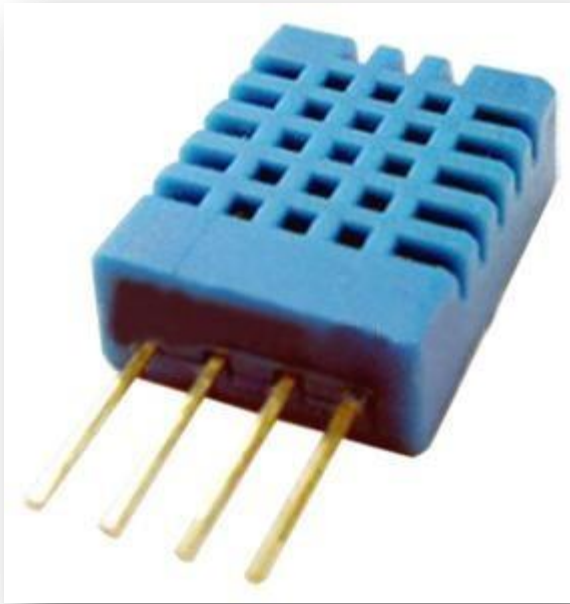
DHT11 Humidity &
Temperature Sensor

D-Robotics UK (www.droboticsonline.com)

DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output.

D-Robotics

7/30/2010



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5%RH	±2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Typical Application (Figure 1)

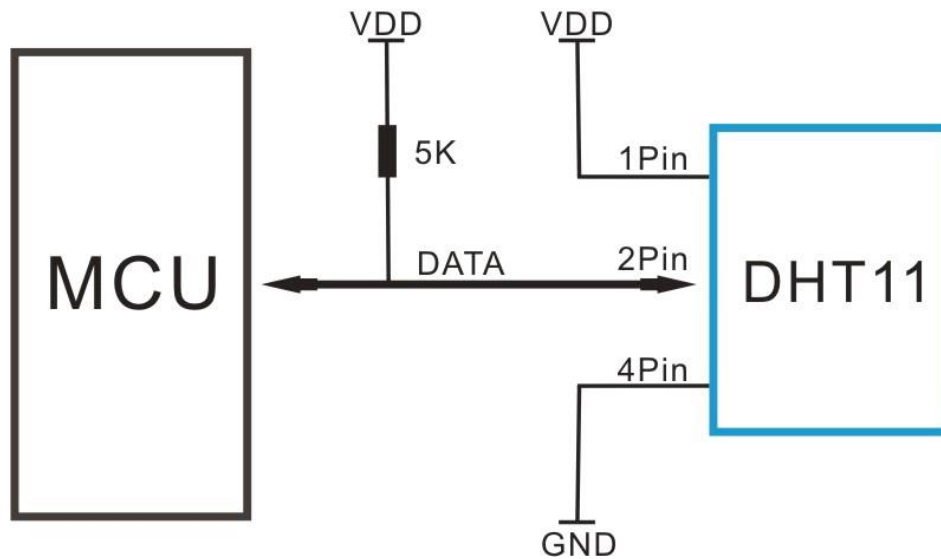


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the running-mode, waiting for MCU completing the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40-bit data that include the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) some data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low- power-consumption mode until it receives a start signal from MCU again.

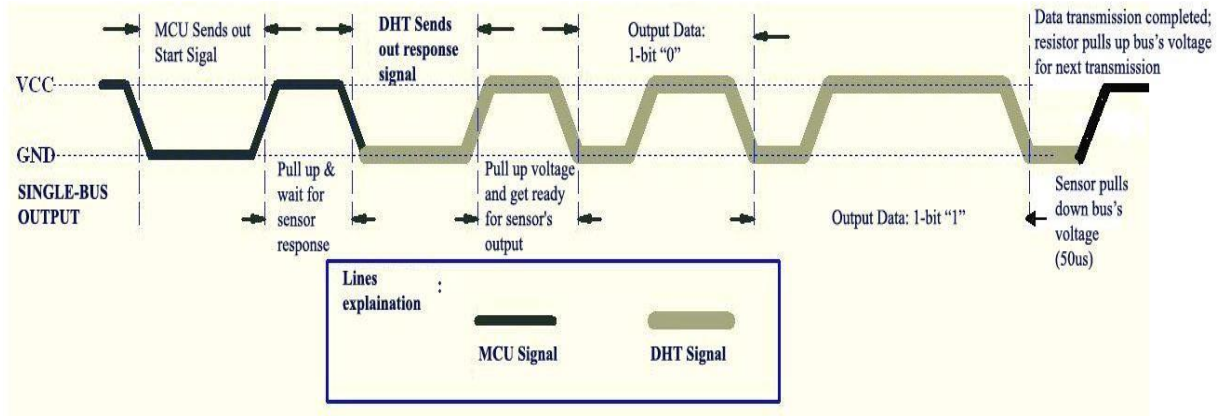


Figure 2 Overall Communication Process

MCU Sends out Start Signal to DHT (Figure 3, below)

Data Single-bus free status is at high voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Single-bus voltage level from high to low and this process must take at least 18ms to ensure DHT’s detection of MCU’s signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT’s response.

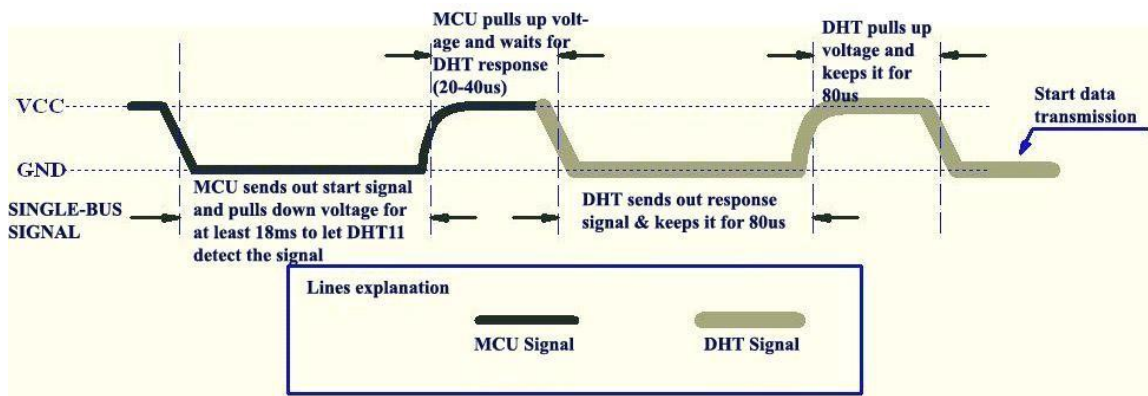


Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT Responses

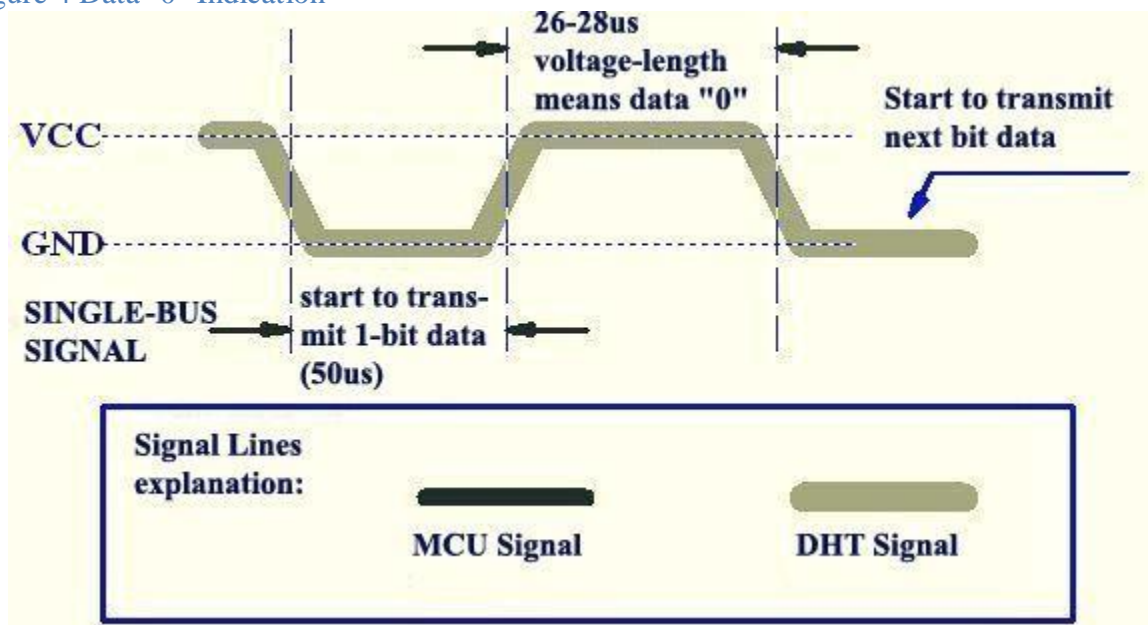
DHT Responses to MCU (Figure 3, above)

Once DHT detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 80us. Then the programme of DHT sets Data Single-bus voltage level from low to high and keeps it for 80us for DHT's preparation for sending data.

When DATA Single-Bus is at the low voltage level, this means that DHT is sending the response signal. Once DHT sent out the response signal, it pulls up voltage and keeps it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figures 4 and 5 below).

Figure 4 Data "0" Indication



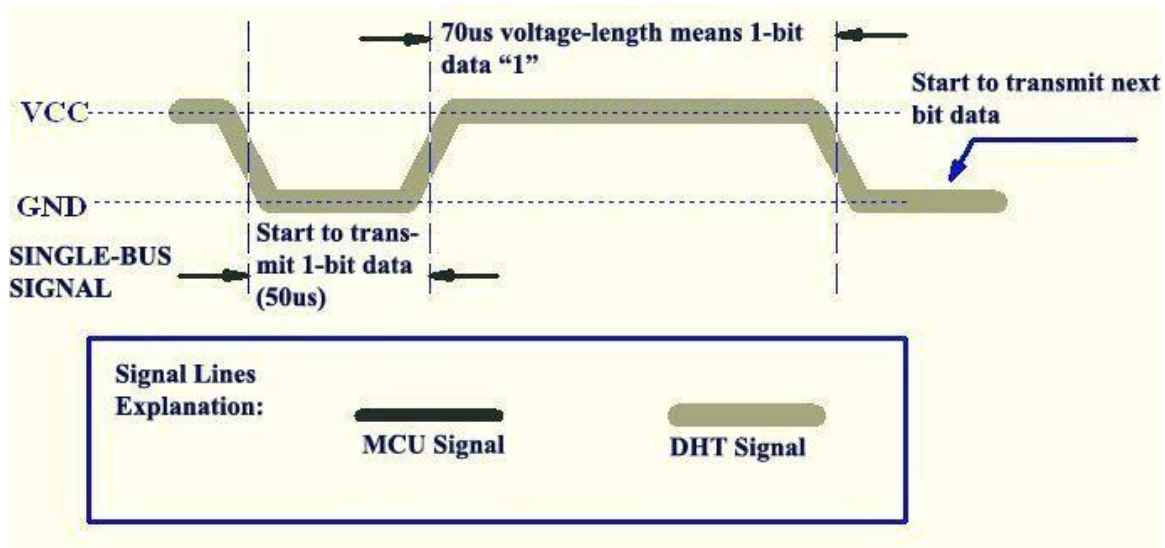


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50us. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25°C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

Attentions of application

Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status

gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive elements and reduce its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60 Celsius, humidity <10% RH for 2 hours;

Step two: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30 Celsius, humidity >70% RH for 5 hours.

Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may reduce DHT's performance.

Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

Other attentions

Welding temperature should be below 260 Celsius and contact should take less than 10 seconds.

Avoid using the sensor under dew condition.

Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.

Storage: Keep the sensor at temperature 10-40 °C, humidity <60% RH.

TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8

DESCRIPTION

The TP4056 is a complete constant-current/constant-voltage linear charger for single cell lithium-ion batteries. Its SOP package and low external component count make the TP4056 ideally suited for portable applications. Furthermore, the TP4056 can work within USB and wall adapter.

No blocking diode is required due to the internal PMOSFET architecture and have prevent to negative Charge Current Circuit. Thermal feedback regulates the charge current to limit the die temperature during high power operation or high ambient temperature. The charge voltage is fixed at 4.2V, and the charge current can be programmed externally with a single resistor. The TP4056 automatically terminates the charge cycle when the charge current drops to 1/10th the programmed value after the final float voltage is reached.

TP4056 Other features include current monitor, under voltage lockout, automatic recharge and two status pin to indicate charge termination and the presence of an input voltage.

FEATURES

- Programmable Charge Current Up to 1000mA
- No MOSFET, Sense Resistor or Blocking Diode Required
- Complete Linear Charger in SOP-8 Package for Single Cell Lithium-Ion Batteries
- Constant-Current/Constant-Voltage
- Charges Single Cell Li-Ion Batteries Directly from USB Port
- Preset 4.2V Charge Voltage with 1.5% Accuracy
- Automatic Recharge
- two Charge Status Output Pins
- C/10 Charge Termination
- 2.9V Trickle Charge Threshold (TP4056)
- Soft-Start Limits Inrush Current
- Available Radiator in 8-Lead SOP Package, the Radiator need connect GND or impending

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

- Input Supply Voltage(V_{CC}): $-0.3V \sim 8V$
- TEMP: $-0.3V \sim 10V$
- CE: $-0.3V \sim 10V$
- BAT Short-Circuit Duration: Continuous
- BAT Pin Current: 1200mA
- PROG Pin Current: 1200uA
- Maximum Junction Temperature: $145^{\circ}C$
- Operating Ambient Temperature Range: $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
- Lead Temp.(Soldering, 10sec): $260^{\circ}C$

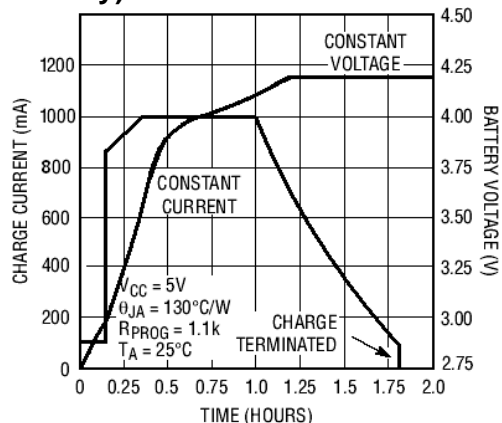
APPLICATIONS

- Cellular Telephones, PDAs, GPS
- Charging Docks and Cradles
- Digital Still Cameras, Portable Devices
- USB Bus-Powered Chargers, Chargers

PACKAGE/ORDER INFORMATION

<p>TEMP 1 8 CE PROG 2 7 CHRG GND 3 6 STDBY V_{CC} 4 5 BAT</p> <p>SOP-8</p>	
<p>photo</p>	<p>ORDER PART NUMBER TP4056-42-SOP8-PP</p> <p>PART MARKING TP4056</p>

Complete Charge Cycle (1000mAh Battery)



Fiche Technique de l'Optocoupler



CT1010, CT1011, CT1012, CT1013, CT1014 CT1015, CT1016, CT1017, CT1018, CT1019 DC Input 4-Pin Long Mini-Flat Phototransistor Optocoupler

Features

- High isolation 5000 VRMS
- CTR flexibility available see order information
- Extra low coupling capacitance
- DC input with transistor output
- Temperature range - 55 °C to 110 °C
- Regulatory Approvals
 - UL - UL1577 (E364000)
 - VDE - EN60747-5-5(VDE0884-5)
 - CQC - GB4943.1, GB8898
 - IEC60065, IEC60950
- Creepage distance > 8 mm
- Green Package

Applications

- Switch mode power supplies
- Computer peripheral interface
- Microprocessor system interface

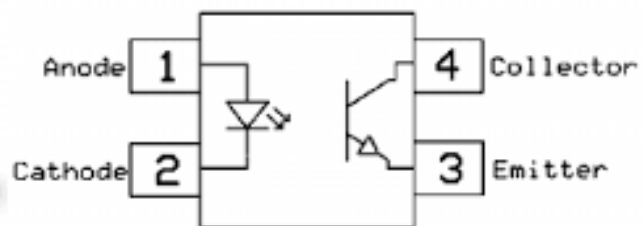
Description

The CT1010, CT1011, CT1012, CT1013, CT1014, CT1015, CT1016, CT1017, CT1018, CT1019 series consists of a photo transistor optically coupled to a gallium arsenide Infrared-emitting diode in a 4-lead SOP Package.

Package Outline



Schematic



Les entrées du Relay



Le montage du capteur LDR avec la carte Arduino

