

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahim - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Électromécanique

MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Énergie renouvelable

Spécialité : Énergie renouvelable en électrotechnique

Par : - Mekouar Yacine

- Chebiri Abdelbaki

Sujet :

Etude et réalisation d'un système d'éclairage public intelligent

Soutenu publiquement, le / 11 / 2024, devant le jury composé de :

	MCA	Univ-BBA	Président
	MCA	Univ-BBA	Examineur
Bengueddoudj Abdallah	MCB	Univ-BBA	Encadrant
SaadSaoud Merwan	MCB	Univ-BBA	Co-Encadrant

Année Universitaire 2023/2024

Remercîment

Le plus grand merci s'adresse au bon Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Nous remercions nos familles et tous nos amis qui nous ont toujours encouragé et soutenu durant toutes nos études.

Nous tenons également, à exprimer nos forts remerciements à nos promoteurs, Dr. Saad Saoud Merwan et Dr. Abdallah Bengueddoudj nous guide et donne des suggestions précieuses, qu'elles trouvent ici le témoignage de notre haute considération et de notre profond respect.

Nous remercions les membres de jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce mémoire et à cet égard nous leurs présentons nos profonds respects, et notre grande gratitude.

Nous rendons grâce à tous les enseignants du département Électromécanique, qui nous ont suivis durant notre cursus, et tous ceux qui ont contribué, à ce que ce travail prenne forme.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soit les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect qu'il n'a jamais cessé de m'encourager, de prier et sacrifié pour moi mon cher père.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse mon adorable mère.

A mes chère sœurs, et la petite amie de son oncle, qui n'ont pas cessé de m'encourager, conseiller et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protège et leur offre le bonheur, la joie et la réussite.

A mes amis Hichem, Youcef, Rida, Yacine, Chemso et Taha, je les remercie du plus profond de mon cœur pour leur soutien et encouragement tout au long de ce travail.

A tous ceux qui ont participé de loin ou de près à l'élaboration de ce modeste travail A tous ceux que j'aime, que Dieu les garde

YACINE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de Dieu tout puissant.

A mon très cher père source d'affection, de Générosité et de Sacrifices. Tu étais toujours là près de moi pour me soutenir, m'encourager et me guider avec tes précieux conseils.. Puisse Dieu le tout puissant, vous préserver et vous accorde santé longue vie et bonheur.

A ma très chère mère, À la plus belle créature que Dieu a créé sur terre, source de ma vie, mon exemple, la femme idéale, le symbole du Courage, et le sacrifice, qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Puisse Dieu le tout puissant t'accorde santé, longue vie et bonheur.

A mes chers frères qui ont toujours été présent à mes côtés pour les bons conseils, votre soutien m'a été un grand secours au long de ma vie, Je vous souhaitez plein de succès et de joie. Que Dieu vous garde.

A mon Binôme toi Yacine qui a donné tous les efforts pour terminer ce travail.

À mes amis Taha , Hichem, Chemso, Yacine, et Youcef je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter.

ABDELBAKI

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I

I.1. INTRODUCTION :.....	3
I.2. L'EVOLUTION DE L'ECLAIRAGE :.....	3
I.2.1. Les techniques primitives :.....	3
I.2.1.1. La lampe à incandescence (1835) :.....	3
I.2.1.2. La lampe à décharge (1901) :.....	4
I.2.1.3. Le tube à néon (1910) :.....	4
I.2.1.4. Le tube fluorescent (1936) :.....	5
I.2.1.5. La lampe halogène (1959) :.....	5
I.2.1.6. La Diode Électroluminescente (DEL) (1962) :.....	5
I.2.1.7. La lampe fluocompacte (1980) :.....	6
I.2.1.8. La lampe à LED (1993) :.....	6
I.3. ÉCLAIRAGE INTELLIGENT :.....	7
I.3.1. Objectifs de l'éclairage public intelligent :.....	7
I.4. LE ROLE ECONOMIQUE D'ECLAIRAGE :.....	8
I.4.1. Réduire l'éclairage public, un point économique essentiel :.....	8
I.4.2. Réduire les dépenses en changeant les ampoules :.....	8
I.4.3. Passer aux énergies renouvelables :.....	8
I.4.4. Possibilités d'économie d'énergie.....	9
I.5. LE ROLE PSYCHOLOGIQUE D'ECLAIRAGE :.....	9
I.5.1. Les Lampes et la Psychologie des Couleurs.....	11
I.6. LE ROLE SOCIOLOGIQUE D'ECLAIRAGE :.....	12
I.7. L'ECLAIRAGE PUBLIC DANS LE MONDE :.....	13
I.8. CONCLUSION :.....	14

CHAPITRE II

II.1. INTRODUCTION :.....	17
II.2. PROBLEMATIQUE :.....	17
II.2.1. Électricité en Algérie :.....	17
II.2.1. L'éclairage public en Algérie :.....	17
II.3. CHOIX D'UNE COMMUNE.....	18
II.3.1. Commune « Belimour » :.....	18

II.3.2. Le coût :	18
II.4. LA CONSOMMATION TOTALE :	19
II.5. LA SOLUTION PROPOSEE :	20
II.6. CONCLUSION :	21

CHAPITRE III

III.1. INTRODUCTION :	22
III.2. SOFTWARE :	22

III.2.1. Description de RemoteXY:	22
III.2.1.1. Méthodes de connexion existe :	22
III.2.1.2. Modules de communication :	23
III.3. HARDWARE:	26

III.3.1. Partie Electric	26
III.3.1.1. Les câbles de bronchement :	26
III.3.1.2. Le câble de connexion :	26
III.3.1.3. L'arduino :	27
III.3.1.4. La LED :	28
III.3.1.5. Les capteurs :	29
III.3.1.6. Capteur de lumière (LDR) :	30
III.3.1.7. Le capteur Rf :	31
III.3.1.8. Le esp 8266 :	32
III.4. SCHEMA ELECTRIQUE DES POTEAUX :	33

III.4.1. Logiciel Fritzin :	33
III.4.1.1. Le schéma de câblage les trois poteaux :	33
III.4.1.2. Le schéma de câblage le dernier poteau :	34
III.5. PARTIE MECANIQUE :	35

III.5.1. Logiciel SolidWorks :	35
III.5.1.1. Concept :	35

III.5.2. Imprimante 3D :	36
--------------------------------	----

III.5.3. Étapes de la réalisation :	38
---	----

III.6. LES SCENARIOS PROPOSES :	39
---------------------------------------	----

III.7. CONCLUSION :	42
---------------------------	----

CONCLUSION GENERALE

Liste des figures

CHAPITRE I

Figure I-1 Évolution de la Lampe à Incandescence	4
Figure I-2 L'Invention de la Lampe à Décharge en 1901.	4
Figure I-3 L'Invention du Tube à Néon en 1910.....	4
Figure I 4 :L'Invention du Tube Fluorescent en 1936.	5
Figure I 5: L'Invention de la Lampe Halogène en 1959.....	5
Figure I 6: L'Invention de la Diode Électroluminescente (DEL) en 1962.....	6
Figure I 7 :L'Émergence de la Lampe Fluocompacte en 1980.	6
Figure I 8: L'Émergence de la DEL Bleue et l'Avènement de la Lampe à LED.	6
Figure I 9 :L'éclairage public intelligent.	8
Figure I 10 : L'éclairage dans le monde.....	10
Figure I 13 :Les câbles de bronchement.	26

CHAPITRE II

Figure II 1: Répartition du Coût de l'électricité dans la Commune de Belimour (cycle relatif).	19
Figure II 2 :Pourcentage de la Consommation d'électricité par l'éclairage Public dans la Commune de Belimour (cycle relatif).....	20

CHAPITRE III

Figure III 1 : Les câbles de bronchement.	26
Figure III 2 : Le câble de connexion.	26
Figure III 3: La carte arduino. [21].....	28
Figure III 4: Une LED. [23]	29
Figure III 5 : Les capteurs. [25].....	29
Figure III 6 : Le capteur ultrasons. [27].....	30
Figure III 7 : Capteur de lumière (LDR). [29].....	31
Figure III 8 : Emetteur et récepteur. [31].....	31
Figure III 9 : Module esp 8862. [33].....	33
Figure III 10 : schéma de câblage les premiers trois poteaux	34
Figure III 11 : Le schéma de câblage le dernier poteau	35
Figure III 12 : Modèle de support.	36
Figure III 13 : Impression 3D.	37
Figure III 14 : Pièces imprimées en 3D.....	38
Figure III 15 : le cas de le system sans détection de mouvement.....	40
Figure III 16 : le cas de détection de mouvement par un capteur.	41
Figure III 17 : Le cas de circulation ou panne.	42
Figure III 18 : l'application développée.	23
Figure III 19: allume un LED à distance.	24
Figure III 20 :allume tous les led a distance.	24

Figure III 21: un capteur détecte un mouvement affiche dans la l'application.25
Figure III 22: deux capteurs ou plus détecté on même temps.....25

Liste abbreviations

IDE: integrated development environment

LDR: light dependent resistor

LED: diode electroluminescent

RF: radio frequency

AH : ampère-heure

MHz : Mège hertz

EI : éclairage intelligent

EP : éclairage public

WIFI: wireless fidelity's

SMS: short message service

Liste des Tableaux

Tableau 1 : le rôle psychologique d'éclairage [8].	10
Tableau 2 : Les symboles utilisable dans l'application.....	24

ملخص

لقد قمنا بتحديث نظام إضاءة الشوارع التقليدي من خلال دمج التقنيات والبرامج الذكية، وإنشاء شبكة متقدمة وصديقة للبيئة. يضبط هذا النظام الجديد كثافة الضوء في الوقت الفعلي وفقاً لعوامل الوقت والظروف الجوية وكثافة

حركة المرور. اذ ان الإضاءة تنخفض في المناطق الأقل ترددًا وتزداد بزيادة الحركة، مما يقلل ضياع الطاقة ويضمن نجاعة طاقة عالية.

تم تزويد النظام بمستشعرات للصيانة التنبؤية للكشف عن الأعطال قبل حدوثها (ترددات لاسلكية وأجهزة استشعار الإضاءة وأجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية والشريحة الذكية 8862) مما يحسن متانة المعدات

يسمح النظام من تقليل تكاليف استهلاك الطاقة والصيانة، مع تقليل البصمة الكربونية، مما يعزز الالتزام بالتنمية المستدامة ورفاهية السكان.

الكلمات المفتاحية: التردد اللاسلكي - جهاز استشعار الإضاءة - أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية - شريحة

8862

Résumé

Nous avons modernisé le système d'éclairage public traditionnel en intégrant des technologies et des logiciels intelligents, créant ainsi un réseau avancé et respectueux de l'environnement. Ce nouveau système ajuste l'intensité lumineuse en temps réel en fonction de facteurs tels que l'heure, les conditions météorologiques et la densité de la circulation. Ainsi, l'éclairage diminue dans les zones moins fréquentées et augmente avec l'intensité de la circulation, réduisant ainsi le gaspillage énergétique et assurant une efficacité énergétique optimale.

Le système est équipé de capteurs de maintenance prédictive pour détecter les défaillances avant qu'elles ne surviennent, utilisant radio fréquence, des capteurs de lumière, des capteurs à ultrasons, et le ESP 8862, ce qui améliore la durabilité des équipements.

Ce système permet de réduire les coûts de consommation d'énergie et de maintenance, tout en diminuant l'empreinte carbone, renforçant ainsi l'engagement envers le développement durable et le bien-être des habitants.

Mots clés : radio fréquence - capteur de lumière - capteurs ultrason - Le ESP 8862

Abstract

We have modernized the traditional public lighting system by integrating smart technologies and software, creating an advanced and environmentally friendly network. This new system adjusts light intensity in real-time based on factors such as time of day, weather conditions, and traffic density. As a result, lighting is reduced in less frequented areas and

increased in high-traffic zones, thus minimizing energy waste and ensuring optimal energy efficiency.

The system is equipped with predictive maintenance sensors to detect failures before they occur, using radio frequencies, light sensors, ultrasonic sensors, and the ESP 8862 chip, which enhances the durability of the equipment.

This system helps reduce energy and maintenance costs while lowering the carbon footprint, thereby strengthening the commitment to sustainable development and improving residents' well-being.

Keywords: radio frequency - light sensor - ultrasonic sensors - ESP 8862

Introduction générale

L'éclairage public intelligent contribue également à l'esthétique et au confort des espaces urbains. Grâce à des technologies de gradation ou de variation de couleurs, il est possible de moduler l'éclairage en fonction des événements de la ville, des saisons, ou même d'occasions spéciales, créant des ambiances distinctives qui valorisent le patrimoine et l'identité locale. Cette dimension esthétique participe à rendre les espaces publics plus accueillants et agréables pour les citoyens, favorisant ainsi leur appropriation.

Sur le plan de la durabilité, l'éclairage intelligent représente un gain pour l'environnement en réduisant la pollution lumineuse qui affecte la faune et la flore. En limitant l'émission de lumière uniquement aux périodes et lieux nécessaires, on minimise l'impact sur les écosystèmes locaux, en particulier la faune nocturne, souvent perturbée par un éclairage artificiel constant. Cette approche contribue ainsi à un développement urbain harmonieux et respectueux des écosystèmes.

Par ailleurs, la transition vers des solutions intelligentes d'éclairage public s'accompagne d'avantages économiques pour les villes et les municipalités. La réduction de la consommation d'énergie entraîne des économies sur les factures d'électricité, et l'allongement de la durée de vie des équipements permet de limiter les coûts d'entretien et de remplacement des infrastructures. En investissant dans l'éclairage public intelligent, les villes font donc un choix économique durable, susceptible d'engendrer des économies importantes sur le long terme tout en offrant des services publics de meilleure qualité.

Ce mémoire est structuré de la manière suivante :

Chapitre 1 : état de l'art sur l'éclairage

Chapitre 2 : l'éclairage public dans les villes -étude de cas sur une commune-

Chapitre 3 : Etude et réalisation d'un système d'éclairage public intelligent

En somme, l'éclairage public intelligent ouvre la voie à une gestion proactive et flexible des espaces urbains. En intégrant des technologies avancées, il optimise la consommation d'énergie, améliore la sécurité, respecte l'environnement et participe au bien-être des citoyens. Il s'agit d'une solution moderne et innovante qui préfigure un avenir où les villes seront plus résilientes, intelligentes et durables.

CHAPITRE I

État de l'art sur l'éclairage

I.1. Introduction :

L'éclairage est un élément fondamental de notre environnement quotidien, influençant non seulement notre perception visuelle mais aussi notre sécurité, notre confort et notre bien-être. Au fil des décennies, les avancées technologiques ont transformé le paysage de l'éclairage, avec l'émergence de nouvelles sources lumineuses telles que les LED, ainsi que le développement de systèmes d'éclairage intelligents et éco énergétiques. Cette revue vise à explorer l'état actuel de l'art dans le domaine de l'éclairage, en mettant en lumière les tendances, les innovations et les défis rencontrés dans cette industrie dynamique et en évolution constante. [1]

I.2. L'évolution de l'éclairage :

Symbole de la « fée électricité », l'ampoule électrique a été industrialisée à partir de 1878 par l'entreprise de Thomas Edison. Elle n'a cessé depuis d'améliorer ses performances en matière d'efficacité et de durabilité. Sa technologie a été adaptée à ses différents usages : la maison, le bureau, les appareils électroniques, l'éclairage public, les phares des véhicules de transport. L'objectif prioritaire est désormais de réduire sa consommation en énergie. [2]

I.2.1. Les techniques primitives :

Lors de la période préhistorique, les Hommes ont appris à maîtriser le feu et ont employé des moyens d'éclairage très simples. [3]

I.2.1.1. La lampe à incandescence (1835) :

La lampe à incandescence a été inventée en 1835 par James Bowman Lindsay, développée par Joseph Swan en 1860 puis par Thomas Edison en 1879 dans sa version industrielle. Il s'agit d'une ampoule dans laquelle le courant électrique circule dans le fil conducteur et traverse un filament en tungstène. Le tungstène est un matériau capable de résister à une température de 3400°C. Ce filament résiste donc au passage des électrons et chauffe jusqu'à devenir incandescent. Il produit ainsi de la lumière. [3]



Figure I-1 Évolution de la Lampe à Incandescence [1]

I.2.1.2. La lampe à décharge (1901) :

L'américain Peter Cooper-Hewitt conçoit la première lampe à décharge en 1901. C'est une lampe électrique constituée d'un tube rempli d'argon et de mercure sous basse pression. Elle émet une lumière légèrement bleutée et de nombreux rayons ultraviolets. [3]



Figure I-2 L'Invention de la Lampe à Décharge en 1901. [1]

I.2.1.3. Le tube à néon (1910) :

L'ingénieur français Georges Claude conçoit le tube à néon en 1910. C'est une lampe électrique constituée d'un tube rempli de néon avec deux électrodes à ses extrémités. Il est principalement utilisé pour les enseignes lumineuses. [3]



Figure I-3 L'Invention du Tube à Néon en 1910. [1]

I.2.1.4. Le tube fluorescent (1936) :

L'entreprise allemande OSRAM crée en 1936 le premier tube fluorescent. Cette nouvelle technologie se base sur les travaux de leurs ingénieurs Ruttenauer et Pirani. Cependant, le principe de la fluorescence n'est pas nouveau car Edmond Becquerel et Thomas Edison avait déjà travaillé sur cette idée au 19^{ème} siècle. [3]



Figure I 4 : L'Invention du Tube Fluorescent en 1936. [1]

I.2.1.5. La lampe halogène (1959) :

En 1959 Edward G. Zubler et Frederick Mosby, ingénieurs de General Electric inventent la lampe à incandescence halogène. Ils se basent principalement sur un brevet de 1933 décrivant la redéposition du tungstène sur le filament et l'usage de l'iode qui est un gaz halogène. [3]



Figure I 5 : L'Invention de la Lampe Halogène en 1959. [1]

I.2.1.6. La Diode Électroluminescente (DEL) (1962) :

La première diode électroluminescente a été créée par Nick Holonyak Jr. et Sam Bevacqua de General Electric en 1962. La DEL (ou LED en anglais) repose sur la découverte de Henry Joseph Round en 1907 de la première émission de lumière par un semi-conducteur. Plus tard en 1927, Oleg Losev dépose le premier brevet de la DEL. Les DEL ne sont utilisées qu'en infrarouge pour les télécommandes et principalement dans les couleurs rouges, vert et jaune. [3]

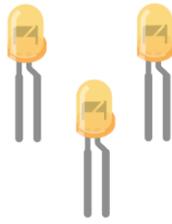


Figure I 6: L'Invention de la Diode Électroluminescente (DEL) en 1962. [1]

I.2.1.7. La lampe fluocompacte (1980) :

La première lampe fluocompacte est commercialisée en 1980 par PHILIPS. C'est une lampe électrique basée sur le tube fluorescent inventé en 1936. Elle est obtenue en rétrécissant le tube sous forme d'une spirale. La lampe fluocompacte ou lampe "basse consommation" a été développée pour remplacer les lampes à incandescence et ainsi réduire la consommation électrique après le choc pétrolier de 1973.[3]



Figure I 7 :L'Émergence de la Lampe Fluocompacte en 1980. [1]

I.2.1.8. La lampe à LED (1993) :

En 1993 les japonais Shuji Nakamura et Takashi Mukai de l'entreprise NICHIA, inventent la DEL bleue de forte luminosité. C'est cette dernière innovation qui permet de réaliser la DEL blanche et la lampe d'éclairage à LED actuelles. [3]

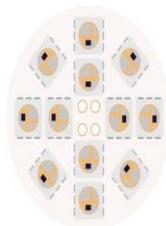


Figure I 8: L'Émergence de la DEL Bleue et l'Avènement de la Lampe à LED. [1]

I.3. Éclairage intelligent :

Il est plus facile de commencer un voyage dans une ville intelligente avec des lampadaires intelligents. L'éclairage public est l'un des meilleurs réseaux de distribution d'électricité, distribué dans les villes du monde entier. C'est le système nerveux d'une ville, connectant plus de 360 millions de lampadaires à travers le monde, qui peuvent être alimentés 24h/24 et 7j/7. Par conséquent, les lampadaires sont des endroits idéaux pour installer des systèmes de ville intelligente. Par exemple, des caméras de sécurité, des capteurs environnementaux, des compteurs de trafic ou des chargeurs de véhicules électriques peuvent être installés sur des poteaux d'éclairage public, à condition que les lampadaires connectés restent éteints pendant la journée et que l'électricité circule toujours dans la rue. L'éclairage intelligent peut nous faire économiser de l'argent dès le premier jour. En plus de réduire 3 les factures d'énergie et les dépenses d'exploitation, ils offrent également d'excellentes opportunités de génération de revenus [4]

I.3.1. Objectifs de l'éclairage public intelligent :

L'éclairage intelligent est système conçu pour atteindre objectifs suivants [5] :

- Économiser de l'énergie en atténuant ou en éteignant l'éclairage selon des horaires de fonctionnement précis et flexibles.
- Exploiter la lumière du jour pour économiser de l'énergie grâce au contrôle dynamique de l'éclairage basé sur la détection de mouvement et les capteurs de lumière.
- Prolonger la durée de vie des équipements d'éclairage en optimisant la durée de fonctionnement et les niveaux d'éclairage des luminaires.
- Réduire les coûts d'entretien en surveillant l'état de l'équipement d'éclairage et les pannes de courant des bureaux, réduisant ainsi les inspections régulières sur place.
- Planifier les tâches de maintenance préventive en fonction des rapports/données de surveillance de l'équipement d'éclairage plutôt que d'avoir à effectuer des tâches de maintenance corrective non planifiées.
- Renforcer la sécurité, les lumières sont connectées et les niveaux d'éclairage peuvent être facilement ajustés avec des dérogations (automatiques) en cas d'urgence.
- Réduire la pollution lumineuse et prévenir les nuisances pour les personnes, les plantes et les animaux.

I.4. Le rôle économique d'éclairage :

Le coût de l'éclairage public pour les communes :

Le coût de l'éclairage public est supporté par les collectivités, et donc par le contribuable. Le réduire est donc primordial pour faire baisser les dépenses de chaque commune. [6]

Selon l'ADEME, l'éclairage public représente environ 23 % de la facture énergétique de chaque commune. Aussi, près de 40 % de la facture d'électricité d'une collectivité est dédié à l'éclairage public. [6]

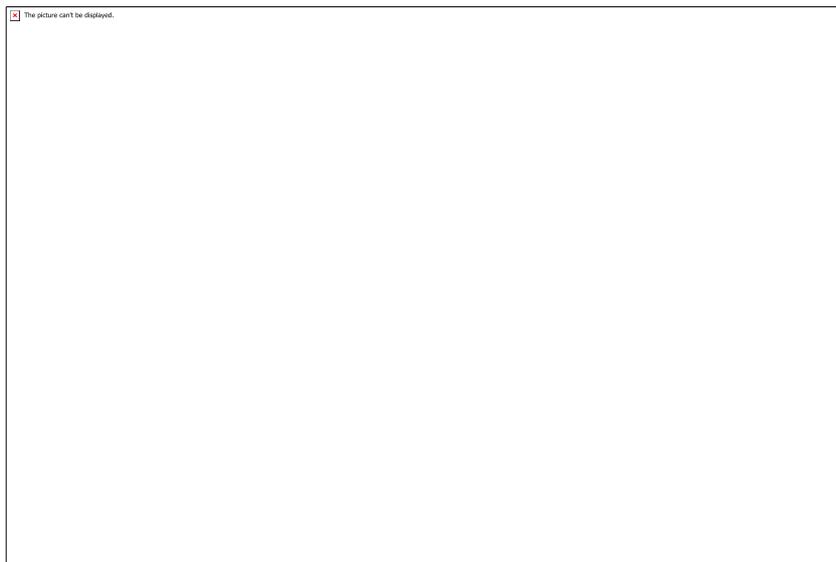


Figure I 9 :L'éclairage public intelligent. [2]

I.4.1. Réduire l'éclairage public, un point économique essentiel :

Réduire le montant des factures relatives à l'éclairage public est primordial. Cela permettrait d'investir l'argent économisé dans des projets de transition énergétique, entre autres. [6]

I.4.2. Réduire les dépenses en changeant les ampoules :

Les communes sont encore nombreuses à utiliser un éclairage public alimenté avec des lampes à vapeur de mercure. Cet éclairage public d'ancienne génération est peu à peu remplacé par des ampoules à sodium à basse pression qui consomment beaucoup moins. [6]

I.4.3. Passer aux énergies renouvelables :

Un luminaire public alimenté grâce à un panneau solaire indépendant est une vraie révolution dans l'éclairage public. Économique et écologique, il réunit tous les atouts essentiels pour réduire

les dépenses énergétiques de l'éclairage public. Le coût de l'installation reste un frein pour certaines communes, mais les retombées économiques sont un argument qui en convainc plus d'une. [6]

I.4.4. Possibilités d'économie d'énergie

Il existe de nombreuses activités et mesures pour réaliser des économies d'énergie dans le domaine de l'éclairage public, voici quelques possibilités en termes d'utilisation et de contrôle du système [6].

- Remplacer les lampes moins efficaces et installer des lampes à faible puissance et à haut rendement en conséquence.
- Réduire le nombre de luminaires :

Cette possibilité peut être obtenue de deux manières :

- Le nombre de lampes a été réduit tout en obtenant un niveau d'éclairage approprié selon les normes internationales, le reste des lampes a été supprimé.
- Réduction du nombre de luminaires à certaines heures de la nuit.
- Choix des sources d'énergie pour les systèmes d'éclairage et options technico-économiques.
- Pour améliorer et utiliser un contrôle efficace en installant des contrôles d'éclairage plus précis, il existe plusieurs types :
 - Allumer ou éteindre la lumière par la photocellule pour détecter la quantité de lumière dans la zone.
 - Modernisation de la gestion du temps, car les heures de coucher et de lever du soleil varient tout au long de l'année.

La généralisation du contrôle intelligent de l'éclairage public repose sur des systèmes programmables qui réagissent automatiquement aux facteurs externes, tels que les conditions météo5 logiques, la densité du trafic et les conditions routières. Ces nouvelles technologies sont très efficaces et économes en énergie et donc rentables. [7]

I.5. Le rôle psychologique d'éclairage :

L'éclairage public joue un rôle psychologique important dans les espaces urbains. Voici quelques aspects clés dans le tableau :

Tableau 1 : le rôle psychologique d'éclairage [8].

Sécurité et sentiment de sécurité	Un bon éclairage public réduit la peur de la criminalité en rendant les espaces plus visibles. Les gens se sentent plus en sécurité dans des zones bien éclairées, ce qui les encourage à sortir le soir.
Confort et bien-être :	L'éclairage approprié contribue à un environnement agréable. Une lumière trop vive ou trop faible peut causer de l'inconfort, tandis qu'un éclairage équilibré favorise une ambiance positive.
Facilitation des interactions sociales	Des espaces bien éclairés encouragent les rencontres et les interactions sociales. Cela peut renforcer le tissu social d'une communauté.
Orientation et navigation :	L'éclairage aide les gens à se repérer dans l'espace urbain, facilitant les déplacements et réduisant le stress lié à l'orientation
Impact sur l'humeur	La lumière influence notre humeur et nos émotions. Un éclairage agréable peut améliorer l'humeur des passants et influencer positivement leur comportement



Figure I 10 : L'éclairage dans le monde. [3]

I.5.1. Les Lampes et la Psychologie des Couleurs

Les lampes, qu'elles soient à incandescence, fluorescentes ou à LED, ont la capacité de produire une variété de couleurs de lumière. Chacune de ces couleurs peut avoir un effet distinct sur notre psychologie. Examinons quelques-unes des couleurs de lumière les plus courantes et leur influence sur notre humeur. [9]

- **Lumière Blanche**

La lumière blanche est souvent associée à la pureté et à la clarté. Elle peut créer une ambiance propre et fraîche. Cependant, une utilisation excessive de la lumière blanche peut sembler stérile et peu chaleureuse, ce qui peut susciter des sentiments de froideur. [9]

- **Lumière Chaude**

Les lumières chaudes, comme les teintes de jaune et d'orange, sont apaisantes et réconfortantes. Elles sont idéales pour les espaces de détente, tels que les chambres et les salons. Les lumières chaudes peuvent favoriser la relaxation et aider à réduire le stress. [9]

- **Lumière Bleue**

La lumière bleue est connue pour son effet stimulant. Elle peut augmenter la vigilance et l'attention, ce qui en fait un bon choix pour les espaces de travail, les bureaux à domicile et les études. Cependant, une exposition excessive à la lumière bleue le soir peut perturber le sommeil. [9]

- **Lumière Verte**

La lumière verte est associée à la tranquillité et à l'harmonie. Elle peut aider à réduire l'anxiété et à créer une atmosphère apaisante. Les lumières vertes sont couramment utilisées dans les environnements médicaux et de bien-être. [9]

En fin de compte, choisir la bonne couleur de lumière est un moyen subtil mais puissant d'influencer notre humeur au quotidien. Que ce soit pour créer une ambiance énergisante dans un bureau ou une atmosphère apaisante dans une chambre, les lampes deviennent des outils polyvalents pour sculpter notre expérience quotidienne. [9]

Aussi L'accent est mis sur l'importance de la vision et par conséquent de l'éclairage dans l'adaptation de l'homme à son travail. L'éclairage est déterminant comme élément d'agrément, de variété, d'harmonie, d'incitation à l'éveil et à l'esprit créateur et ceci a une grande répercussion sur le comportement de l'individu, dans son travail notamment.[10]

Une grande attention est prêtée non seulement à la quantité de lumière, mais surtout à la nature de cette lumière et à sa distribution dans le champ visuel. [10]

L'éclairage et les questions visuelles jouent un grand rôle dans le domaine psycho-physiologique de l'ambiance. La fatigue nerveuse avec les troubles du caractère, de l'humeur et du comportement va fréquemment de pair avec le sentiment d'inconfort visuel qui résulte d'un mauvais éclairage. [10]

Le rôle de l'ambiance visuelle lumineuse et colorée est essentiel pour le comportement de l'être humain dans son travail. Mais l'éclairage n'est pas seul en cause et certaines expériences récentes sur la suppression d'améliorations apportées dans un premier temps à des éclairages donnés, montrent toutes les incidences de l'organisation du travail et la complexité de l'interaction des différents facteurs d'ambiance, de groupe et de motivation. [10]

I.6. Le rôle sociologique d'éclairage :

L'éclairage public joue un rôle sociologique important dans la transformation des espaces urbains [10]. Il peut être considéré comme un outil au service d'une politique urbaine qui façonne l'espace public nocturne [11].

○ Quelques points clés sur le rôle sociologique de l'éclairage public :

L'éclairage public contribue à la production de l'espace urbain, comme le souligne Henri Lefebvre dans "La Production de l'espace" [11]. Il participe à la construction sociale de la ville.

L'aménagement de l'éclairage public reflète certaines valeurs et priorités politiques, comme la sécurité, l'esthétique ou l'animation nocturne [11]. Cela montre comment l'espace public est un enjeu de pouvoir et de représentation.

Les politiques d'éclairage public peuvent circuler entre villes, comme l'a étudié Hernandez dans sa thèse sur le transfert de modèles d'aménagement de Lyon vers des villes mexicaines [11]. Cela soulève la question de la standardisation des espaces urbains.

L'éclairage public rythme l'espace et le temps de la ville, comme le théorise Lefebvre avec la rythmanalyse [11]. Il contribue à organiser la vie nocturne et les usages de l'espace public.

En somme, l'éclairage public est un révélateur des enjeux sociologiques qui traversent la ville, entre pouvoir, représentation, circulation des modèles et rythmes urbains. Son étude permet de mieux comprendre la production sociale de l'espace public [11]

I.7. L'éclairage public dans le monde :

L'éclairage public est un élément important dans la transformation des espaces urbains. Il peut être considéré comme un outil au service d'une politique urbaine qui façonne l'espace public nocturne [12].

Selon un sondage Ipsos, l'écrasante majorité des Français (91%) souligne le rôle de l'éclairage pour renforcer les conditions de sécurité le soir et la nuit [13]. Cependant, il existe peu d'études globales à l'échelle nationale sur l'impact de l'éclairage public sur la sécurité [13].

L'idée que l'éclairage urbain a un effet potentiel à la fois sur la criminalité effective et sur la peur du crime (sentiment d'insécurité) est largement répandue [14]. L'éclairage public peut contribuer à moduler les rapports que les citadins entretiennent avec leurs environnements, alimenter les significations associées à un quartier et moduler la lisibilité d'un quartier [14].

Il peut également influencer l'image que les gens se font de leur environnement de vie, ce qui prend une grande importance dans des processus sociaux plus larges [14]. Les politiques d'éclairage public peuvent circuler entre villes, comme l'a étudié Hernandez dans sa thèse sur le transfert de modèles d'aménagement de Lyon vers des villes mexicaines [12].

Cela soulève la question de la standardisation des espaces urbains. L'éclairage public rythme l'espace et le temps de la ville, comme le théorise Lefebvre avec la rythmanalyse [12]. Il contribue à organiser la vie nocturne et les usages de l'espace public.

En somme, l'éclairage public est un révélateur des enjeux sociologiques qui traversent la ville, entre pouvoir, représentation, circulation des modèles et rythmes urbains. Son étude permet de mieux comprendre la production sociale de l'espace public [12].

I.8. Conclusion :

En conclusion, l'éclairage continue de progresser à un rythme soutenu, offrant de nouvelles possibilités en termes de performance, de durabilité et d'impact sur l'environnement et la santé humaine. Cependant, ces progrès s'accompagnent également de défis persistants tels que la pollution lumineuse, la gestion de l'énergie et les implications des effets non visuels de la lumière sur le bien-être humain.

Pour surmonter ces défis, une approche multidisciplinaire et collaborative est essentielle, impliquant des acteurs de l'industrie, des chercheurs, des décideurs politiques et des utilisateurs finaux.

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre état de l'art en matière d'éclairage public. Nous avons évoqué ces objectifs et avantages, puis présenté les L'évolution de l'éclairage dans le temps.

L'éclairage intelligent et Objectifs de l'éclairage public intelligent, ensuite nous avons discuté le rôle économique d'éclairage Le coût de l'éclairage public pour les communes et le Possibilités d'économie d'énergie.

Enfin, nous avons fourni un aperçu le rôle psychologique et le rôle sociologique l'éclairage public. Finalement, nous avons discuté l'éclairage public dans le monde.

Chapitre II
L'éclairage public Dans les
villes « étude de cas sur une
commune »

II.1. Introduction :

L'éclairage public joue un rôle primordial dans l'amélioration de la qualité de vie en milieu urbain. Il contribue à embellir les espaces publics, à renforcer la sécurité et à assurer une vision claire et un confort optimal aux résidents et aux visiteurs. Parmi les technologies d'éclairage les plus récentes, les lampes LED se distinguent en offrant une solution efficace et durable à moindre coût. Leur longue durée de vie et leur faible consommation d'énergie en font un choix judicieux. De plus, ces lampes intelligentes sont conçues pour fournir uniquement la quantité de lumière nécessaire, réduisant ainsi le gaspillage énergétique.

Elles intègrent des dispositifs avancés tels que des capteurs de mouvement et des systèmes de contrôle intelligents, ce qui améliore la qualité de l'éclairage et permet une gestion flexible et efficace. Grâce à une programmation adaptable, l'éclairage peut être ajusté en fonction des besoins spécifiques des différentes zones et des moments de la journée. Cette technologie permet donc de trouver un équilibre parfait entre un éclairage suffisant et une consommation énergétique durable, renforçant ainsi la sécurité publique et l'esthétique des espaces publics.

En favorisant un environnement urbain plus attractif, sûr et durable, elle contribue à créer une ville où il fait bon vivre.

II.2. Problématique :**II.2.1. Électricité en Algérie :**

D'après l'expert en matière d'énergie, Abderrahmane Mebtoul, et en se basant sur les données fournies par le Ministère de l'Énergie et des Mines jusqu'à la fin de l'année 2021, le montant de la facture de l'éclairage public utilisé par les collectivités locales est estimé à environ 13 à 15 milliards de dinars par an (soit environ 100 millions de dollars). Par conséquent, cela représente 40 % de la consommation totale d'électricité en Algérie, soit 6500 mégawatts sur les 14500 mégawatts d'électricité consommés localement.[15]

II.2.1. L'éclairage public en Algérie :

L'éclairage public en Algérie pose un problème considérable en raison de son impact significatif sur la consommation d'électricité et les finances publiques. Le secteur de l'éclairage public représente une part importante de la consommation d'énergie électrique, ce qui constitue un défi majeur pour le ministère de l'Énergie et des Mines ainsi que pour les entreprises publiques

telles que Sonelgaz. Cette consommation élevée entraîne des coûts opérationnels plus élevés et contribue à accroître la dette des entreprises publiques, aggravant ainsi le déficit financier.[15]

II.3. Choix d'une commune

II.3.1. Commune « Belimour » :

Belimour est une commune située dans la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj en Algérie. Avant l'indépendance du pays, elle portait le nom de « Cerez ». Ce changement de nom témoigne des transformations politiques et culturelles qui ont marqué l'Algérie au cours de son histoire, notamment le passage de la période coloniale à celle de l'indépendance. Belimour, à travers son histoire, illustre les enjeux d'identité et de mémoire qui caractérisent de nombreuses localités algériennes. .[16]

Nous avons mené notre recherche dans la commune de Belimour, car c'est l'une des communes les plus importantes de l'état de Bordj Bou Argeridj et l'une des communes en développement.

Selon les statistiques qui nous sont fournies par la Mairie de Balimore, on retrouve ce qui suit :

II.3.2. Le coût :

Ce cercle a montré les coûts de l'électricité et de l'éclairage public. Il mentionne que le coût total de l'électricité s'élève à 4,5 millions de dinars, tandis que le coût de l'éclairage public est de 3,22 millions de dinars. Cette comparaison met en évidence la part importante que représente l'éclairage public dans le budget global de l'électricité, ce qui pourrait soulever des questions sur la gestion des ressources et l'efficacité des dépenses dans ce domaine.

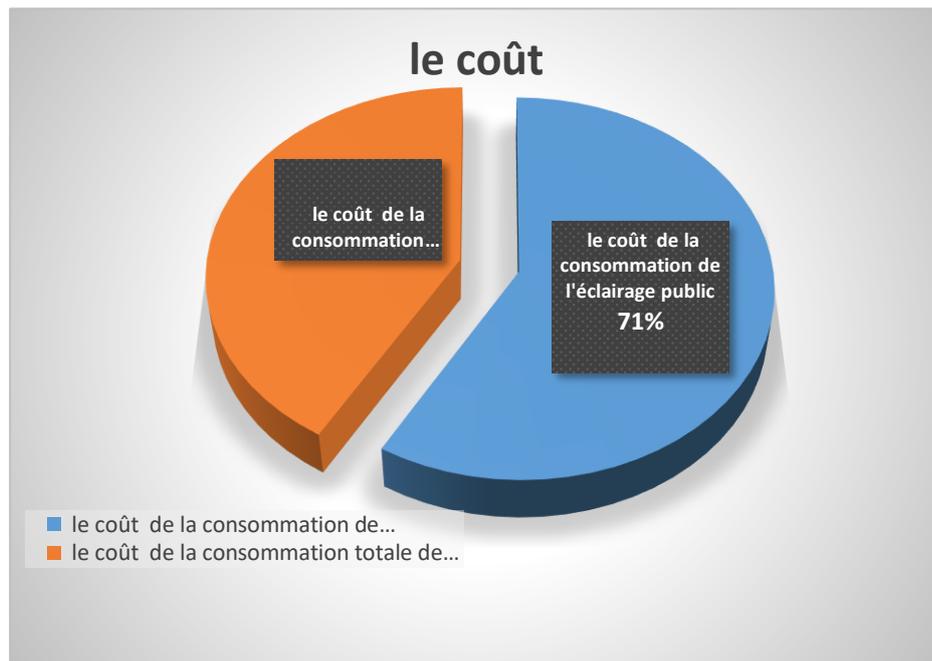


Figure II 1: Répartition du Coût de l'électricité dans la Commune de Belimour (cycle relatif).

Le diagramme circulaire illustre de manière visuelle la répartition de la consommation d'électricité, en mettant en avant la part consacrée à l'éclairage public par rapport à l'ensemble des besoins énergétiques. Ce diagramme se compose de deux sections distinctes : la première, représentée en orange, symbolise la consommation totale d'électricité, tandis que la seconde, en bleu, se concentre spécifiquement sur la consommation d'électricité dédiée à l'éclairage public.

La section orange met en relief l'ampleur de la consommation totale, tandis que la section bleue révèle que l'éclairage public représente une proportion significative de cette consommation globale. Cette constatation souligne l'importance de l'énergie investie dans l'infrastructure d'éclairage public, qui, bien qu'indispensable pour assurer la sécurité et le confort des citoyens, pose également des questions sur l'efficacité énergétique et la durabilité. En effet, cette utilisation substantielle d'énergie pourrait inciter à explorer des solutions innovantes et écologiques, telles que l'adoption de technologies d'éclairage plus économes en énergie, afin de réduire l'empreinte écologique tout en maintenant la fonctionnalité et l'esthétique des espaces urbains.

II.4. La consommation totale :

Le pourcentage d'éclairage public par apport d'électricité total 71%

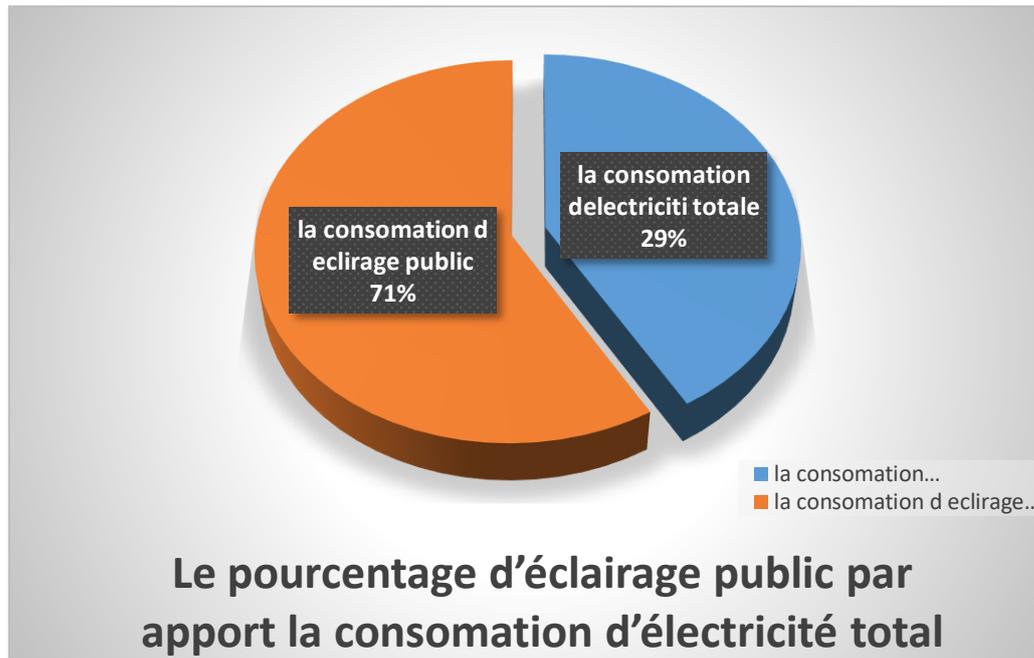


Figure II 2 : Pourcentage de la Consommation d'électricité par l'éclairage Public dans la Commune de Belimour (cycle relatif).

Le diagramme circulaire présente la répartition de la consommation d'électricité, en mettant en évidence la part consacrée à l'éclairage public par rapport à la consommation totale d'électricité. Deux segments distincts sont observables :

- La consommation totale d'électricité (représentée en bleu)
- La consommation d'électricité pour l'éclairage public (représentée en orange) Analyse du graphique :

Le segment orange met en évidence le fait que l'éclairage public occupe une part significative de la consommation totale d'électricité. Cela souligne l'importance de l'éclairage public dans la demande énergétique globale.

II.5. La Solution proposée :

- Systeme d'Éclairage public intelligent :
- En partant d'un système traditionnel d'éclairage public constitué de lampadaires et d'installations standardisées, nous avons identifié un important potentiel d'amélioration pour augmenter l'efficacité énergétique. Pour moderniser cette infrastructure, nous avons intégré des technologies et des logiciels intelligents, créant ainsi un réseau d'éclairage public avancé

et éco-responsable. Ces innovations permettent désormais de contrôler précisément chaque point lumineux en ajustant son intensité et son fonctionnement en temps réel, selon divers facteurs tels que l'heure de la journée, les conditions météorologiques et la densité de circulation dans les zones concernées.

- Par exemple, l'intensité lumineuse peut être réduite dans les zones et aux heures de faible passage, et au contraire, être augmentée lorsqu'un piéton ou un véhicule est détecté, garantissant un éclairage adapté tout en évitant le gaspillage d'énergie. De plus, ce système intelligent propose une gestion prédictive de la maintenance grâce à des capteurs capables de signaler et d'anticiper les défaillances potentielles avant qu'elles ne surviennent, permettant ainsi des interventions rapides et optimisant la durabilité des équipements.
- L'intégration de ces outils et logiciels a permis de réaliser des économies importantes en réduisant la consommation d'énergie et les coûts d'entretien, . Ce système novateur représente une avancée significative pour les villes intelligentes, où chaque point lumineux devient un acteur actif de la préservation des ressources et du bien-être des habitants, garantissant leur sécurité et leur confort, tout en répondant aux exigences écologiques actuelles.

II.6. Conclusion :

En somme, ce chapitre met en évidence que l'éclairage public constitue un enjeu significatif en raison de son influence considérable sur la consommation d'électricité et les finances publiques. Ce secteur représente une proportion notable de la consommation énergétique. Une telle consommation élevée engendre des coûts opérationnels accrus et contribue à l'augmentation de l'endettement des entités publiques, ce qui aggrave le déficit financier.

Chapitre III

Réalisation d'un système d'éclairage public intelligent

III.1. Introduction :

Ce chapitre présente une étude détaillée sur la conception et les tests de mise en œuvre d'un système d'éclairage intelligent. Nous examinerons les différentes composantes nécessaires à la création d'un tel système, en mettant en avant les aspects techniques, les contraintes de conception, ainsi que les performances requises.

Nous nous pencherons ensuite sur la conception des poteaux d'éclairage, en décrivant les caractéristiques essentielles à considérer, telles que la taille, la commande et le contrôle à distance, ainsi que la facilité d'utilisation. Les étapes principales et les composants utilisés pour le développement du système seront également abordés.

Enfin, nous détaillerons les tests de réalisation menés pour évaluer les performances du système dans des conditions réelles. Ces tests incluront des simulations et des scénarios proposés pour valider le bon fonctionnement du système.

III.2. Software :

On a réalisé cette application par site REMOTE XY

III.2.1. Description de RemoteXY:

Arduino control RemoteXY est un moyen simple de créer et d'utiliser une interface utilisateur graphique mobile pour les cartes contrôleurs. À l'aide de l'éditeur d'interface graphique situé sur [17]

Vous pouvez créer votre propre interface graphique unique et la télécharger sur le tableau.

En utilisant cette application, vous pourrez vous connecter au tableau et le contrôler via une interface graphique.

III.2.1.1. Méthodes de connexion existe :

- Internet sur serveur cloud ;
- Client Wifi et point d'accès ;
- Bluetooth;
- Ethernet par IP ou URL;
- USB OTG;
- Cartes prises en charge :
- Cartes Arduino UNO, MEGA, Leonardo, Pro Mini, Nano, MICRO et AVR compatibles ;
- Cartes ESP8266 ;
- Cartes ESP32 ;

-Cartes STM32F1 ;

- Cartes nRF51822.

III.2.1.2. Modules de communication :

- Bluetooth HC-05, HC-06 ou compatible ;

- Bluetooth BLE HM-10 ou compatible ;

- ESP8266 comme modem ;

-Ethernet W5100, W5500 ;

• EDI pris en charge :

-IDE Arduino ;

-IDE FL Prog ; [35]

• Nous avons développé cette application pour une utilisation dans plusieurs endroits, y compris :
Télécommande de la lumière et DLC en l'allumant et l'éteignant.

• En cas d'accident de la circulation ou d'obstruction de la circulation, nous recevons une notification dans la demande sous la rubrique & quot; TRAFFIC JAM & quot;.

• Nous l'avons également utilisé dans le secteur de la maintenance pour détecter le défaut et localiser le défaut



Figure III 1 : l'application développée.

Tableau 2 : Les symboles utilisable dans l'application.

Le symbole	La description	Le symbole	La description	Le symbole	La description
L1	LED1	S1	SENSOR1	CL1	Command LED1
L2	LED2	S2	SENSOR2	CL2	Command LED2
L3	LED3	S3	SENSOR3	CL3	Command LED3
L4	LED4	S4	SENSOR4	CL4	Command LED4

- Le scenario propose
- S1- allume un led a distance



Figure III 2: allume un LED à distance.

- S2-allume tous les led à distance :

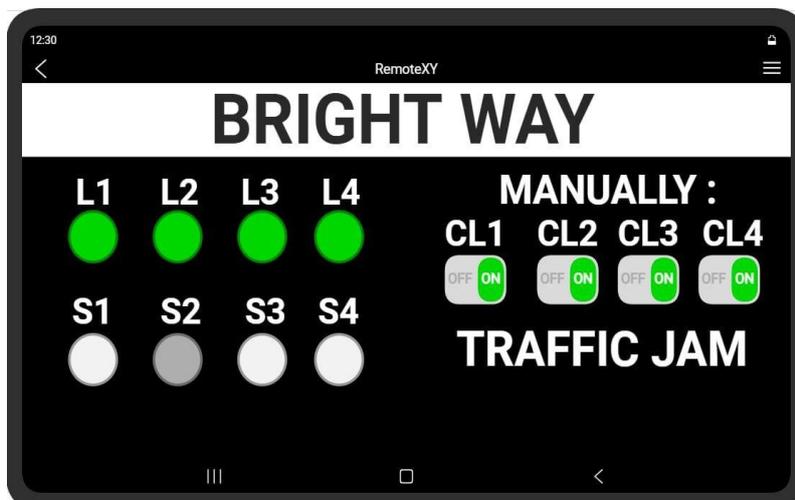


Figure III 3 :allume tous les led a distance.

- S3- quand un capteur a détecté un mouvement affiche dans la l'application



Figure III 4: un capteur détecte un mouvement affiche dans la l'application.

- S4-quand deux capteur ou plus détecté on même temps affiche 'TRAFFIC JAM'
- TRAFFIC JAM = cas de circulation ou panne

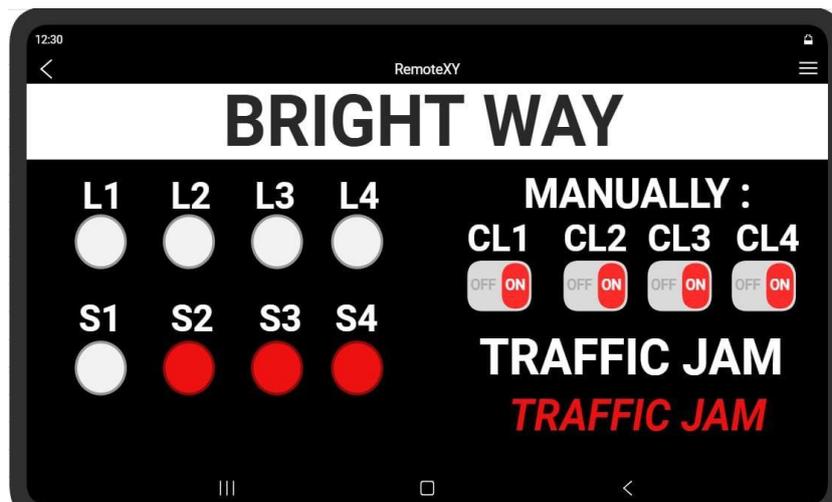


Figure III 5: deux capteurs ou plus détecté on même temps.

III.3. Hardware:

III.3.1. Partie Electric

III.3.1.1. Les câbles de bronchement :

Les **câbles de connexion** sont utilisés pour établir des liaisons électriques entre différents composants ou dispositifs électroniques dans divers types de projets, notamment en électronique, domotique, informatique, et réseaux. [17]



Figure III 6 : Les câbles de bronchement.[4]

III.3.1.2. Le câble de connexion :

Le **câble Arduino** fait référence au câble utilisé pour connecter une carte Arduino à un ordinateur ou à une autre source d'alimentation. [18]



Figure III 7 : Le câble de connexion.[5]

III.3.1.3. L'arduino :

L'Arduino Uno est une carte microcontrôleur qui utilise le microcontrôleur ATmega328P. Son objectif principal est de faciliter la création de projets électroniques interactifs. Voici les principes fondamentaux de son fonctionnement :

- **Matériel (Hardware)**

Le microcontrôleur utilisé est l'ATmega328P, un microcontrôleur AVR 8 bits. La mémoire se compose de 32 Ko de mémoire flash pour le stockage des programmes, de 2 Ko de SRAM pour les données en cours de traitement et de 1 Ko d'EEPROM pour les données persistantes.

La carte dispose de 14 broches d'entrées/sorties numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), de 6 entrées analogiques et de connecteurs pour l'alimentation.

Un oscillateur à quartz de 16 MHz est intégré pour assurer la synchronisation du microcontrôleur.

Les interfaces comprennent un port USB pour la programmation et la communication série, un connecteur d'alimentation et un header ICSP (In-Circuit Serial Programming) pour la programmation du microcontrôleur.

- **Logiciel (Software)**

Ce logiciel permet de programmer la carte Arduino, qui offre une variété de fonctions. Le langage Arduino s'inspire de nombreux langages et impose une structure spécifique typique de l'informatique embarquée. Le programme est lu par le microcontrôleur de haut en bas. Les variables doivent être déclarées avant d'être utilisées par les fonctions. La structure minimale comprend :

- **En haut** : déclarations de variables, constantes, instructions d'utilisation de la bibliothèque.
- **Setup** (initialiser) cette partie est lue une seule fois, elle inclut la fonction au démarrage (en utilisant la broche comme entrée ou sortie, régler marche du midi, port série pour I2C, etc.. .).
- **Boucle** : Cette partie joue en boucle ! C'est là que la fonction est exécutée. En plus de cette structure minimale, on peut ajouter :
- **"Subroutines" ou "routines"** : qui peuvent être appelées à tout moment dans une boucle, utiles pour créer des sections de code répétitives.
- **les "callbacks"** : ce sont des fonctions qui sont automatiquement rappelées depuis la bibliothèque.

- **Fonctionnement de base**

La carte peut être alimentée soit via le port USB, soit par une source externe (7-12V DC via le connecteur d'alimentation).

- **Les utilisateurs écrivent des sketches dans l'IDE Arduino.**

Un sketch typique comprend deux fonctions principales :

Setup () :

Cette fonction s'exécute une fois au démarrage du programme pour initialiser les paramètres.

Loop() :

Cette fonction s'exécute en boucle infinie après setup() pour répéter les instructions du programme. [20]

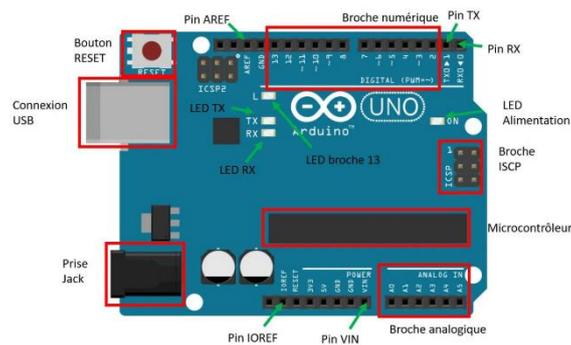


Figure III 8:La carte arduino. [6]

III.3.1.4. La LED :

Une diode électroluminescente (abrégé en DEL en français, ou LED, de l'anglais : light-emitting diode) est un dispositif opto-électronique fait de matériau semi-conducteur, capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. [22]

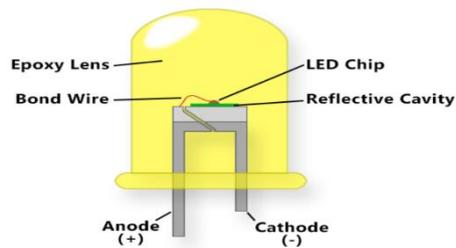


Figure III 9: Une LED. [7]

III.3.1.5. Les capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (souvent électrique).[24]



Figure III 10 : Les capteurs. [8]

- **Le capteur ultrasons :** Un capteur à ultrasons émet à intervalles réguliers de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. [26]

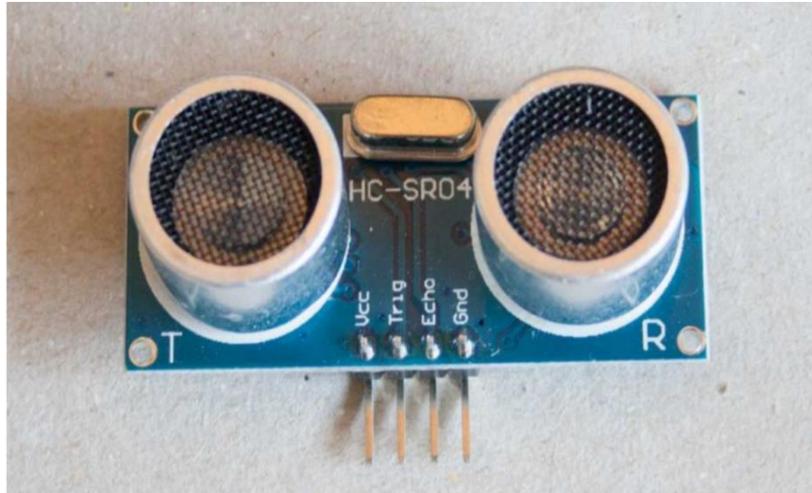


Figure III 11 : Le capteur ultrasons. [9]

- **Principe de fonctionnement :**
 1. **Émission de l'onde ultrasonore :** Le capteur à ultrasons émet une onde sonore sous forme d'impulsions à une fréquence très élevée, généralement via un transducteur piézoélectrique.
 2. **Réflexion de l'onde :** Lorsque l'onde ultrasonore rencontre un obstacle ou un objet, elle est réfléchie vers le capteur.
 3. **Réception de l'onde réfléchie :** Le capteur capte l'onde ultrasonore qui revient grâce à un récepteur intégré.
 4. **Calcul de la distance :** Le capteur mesure le temps entre l'émission et la réception de l'onde réfléchie. Connaissant la vitesse de propagation du son dans l'air (environ 343 m/s à température ambiante). [28]

III.3.1.6. Capteur de lumière (LDR) :

Une photorésistance est un composant électronique dont la résistivité est basée sur la quantité de lumière incidente. Aussi connu sous le nom de photorésistance (Résistance LDR dépendante de la lumière) ou cellule photoconductrice

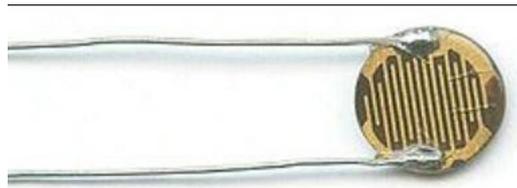


Figure III 12 : Capteur de lumière (LDR). [10]

III.3.1.7. Le capteur Rf :

Le **module RF 433 MHz** est un dispositif de communication sans fil qui utilise la fréquence radio de **433 MHz** pour transmettre et recevoir des données entre deux appareils

Un module RF 433 MHz est constitué généralement de deux parties :

- **Un émetteur** : Il envoie des données sous forme d'ondes radio à la fréquence de 433 MHz.
- **Un récepteur** : Il reçoit les signaux radio envoyés par l'émetteur et les convertit en données exploitables.

- **Le principe de fonctionnement :**

- **Émission** : L'émetteur RF reçoit un signal binaire (0 et 1) provenant d'un microcontrôleur ou d'un capteur, qu'il module sous forme d'ondes radio à 433 MHz. Ces ondes sont ensuite diffusées dans l'air
- **Réception** : Le récepteur RF capte les ondes radio émises à 433 MHz, les démodule et en extrait les données binaires pour les transmettre à un microcontrôleur ou un autre système.

[30]

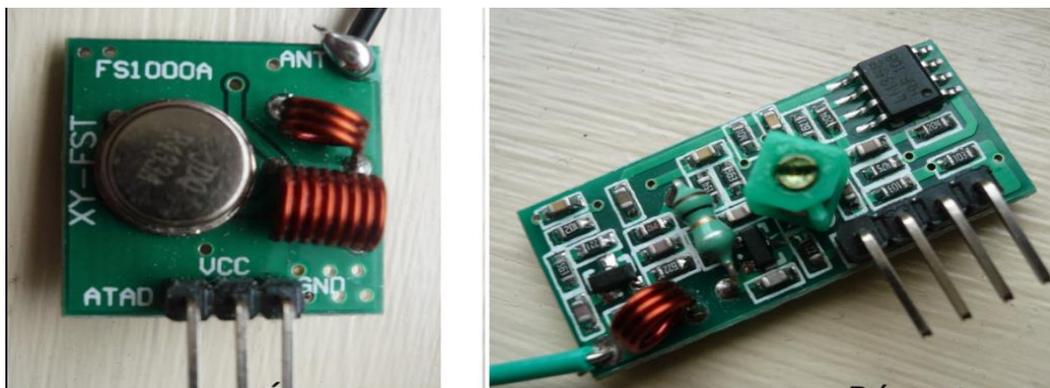


Figure III 13 : Emetteur et récepteur. [11]

III.3.1.8. Le esp 8266 :

L'ESP8266 est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wi-Fi développé par le fabricant chinois Espressif Systems . En août 2014, les passionnés d'électronique commencent à s'intéresser à la version ESP-01 de ce circuit intégré produite par une entreprise tierce, AI-Thinker. [32]

• Les caractéristiques de la carte

sont décrites comme suit :

- Microcontrôleur : ESP8266 (monté sur puce ESP12E)
- Microprocesseur : Tensilica Xtensa 32-bit LX106 RISC
- Fréquence d'horloge : 80 ou 160 MHz (réglable)
- Mémoire Flash : 4MB
- RAM : 128 KB
- Tension de fonctionnement : 3.3V
- Alimentation : 5 à 9V
- Entrées/sorties digitales : 9 GPIO pins
- Entrées analogiques : 1
- Courant par broche E/S : 12 mA

- Pilote : CH340
- Dimensions 58 x 31 x 13 mm

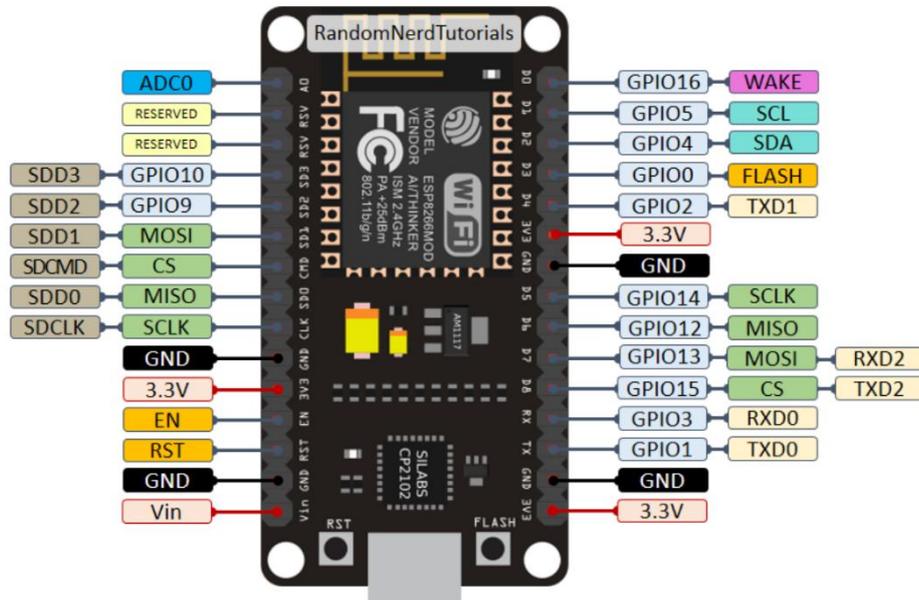


Figure III 14 : Module esp 8862. [12]

III.4. Schéma électrique des poteaux :

Nous avons réalisé le schéma électrique à l'aide d'un logiciel fritzin

III.4.1. Logiciel Fritzin :

Fritzing est une initiative matérielle open source qui rend l'électronique accessible à tous en tant que matériau créatif. Nous proposons un outil logiciel, un site Web communautaire et des services dans l'esprit de Processing et Arduino, favorisant un écosystème créatif qui permet aux utilisateurs de documenter leurs prototypes, de les partager avec d'autres, d'enseigner l'électronique en classe, ainsi que de concevoir et fabriquer des PCB professionnels. [33]

III.4.1.1. Le schéma de câblage les trois poteaux :

Réaliser avec un Arduino, un capteur ultrason, des LED, et un module RF (radiofréquence)

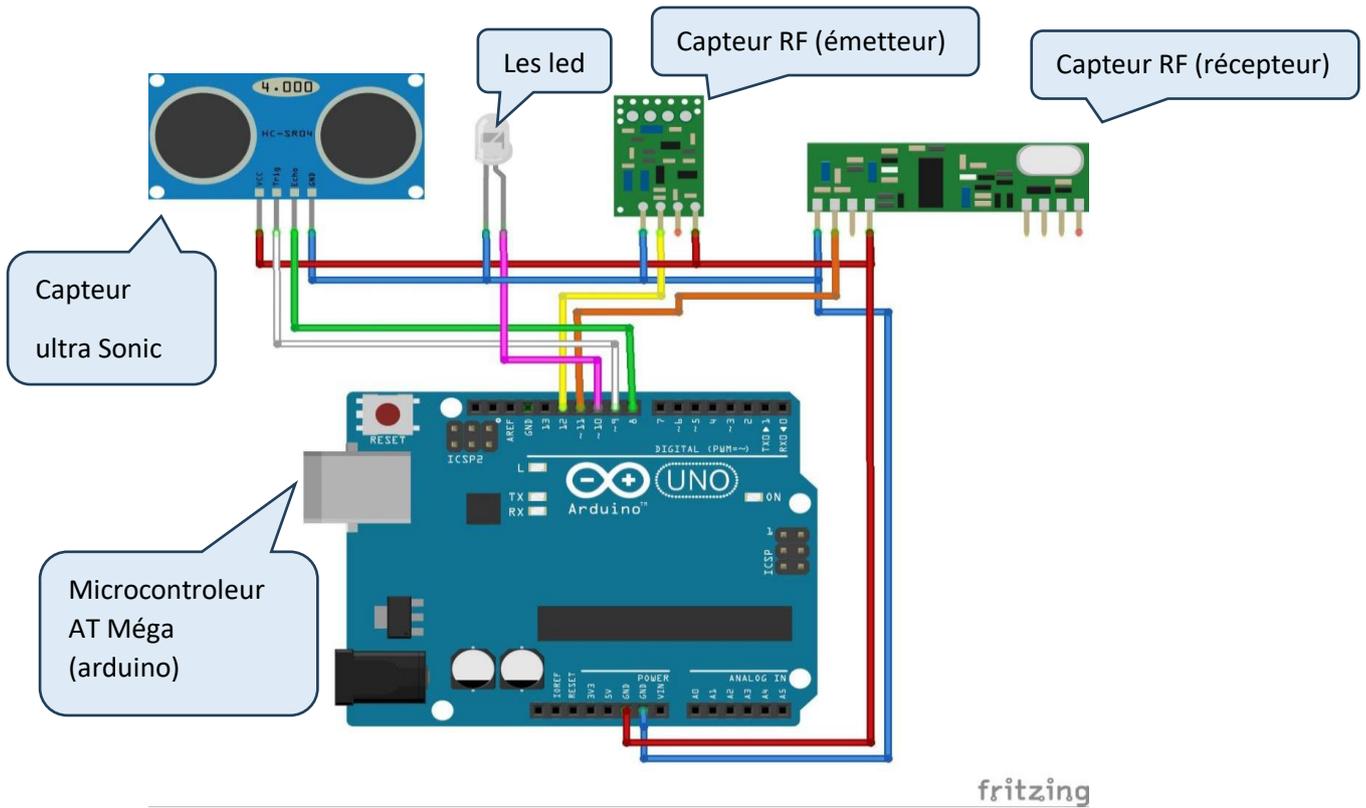


Figure III 15 : schéma de câblage les premiers trois poteaux .

III.4.1.2. Le schéma de câblage le dernier poteau :

Réaliser avec, un module ESP 8862, un capteur ultrason, des LED, et un module RF (radiofréquence) le ESP peut commande le système avec l'application .

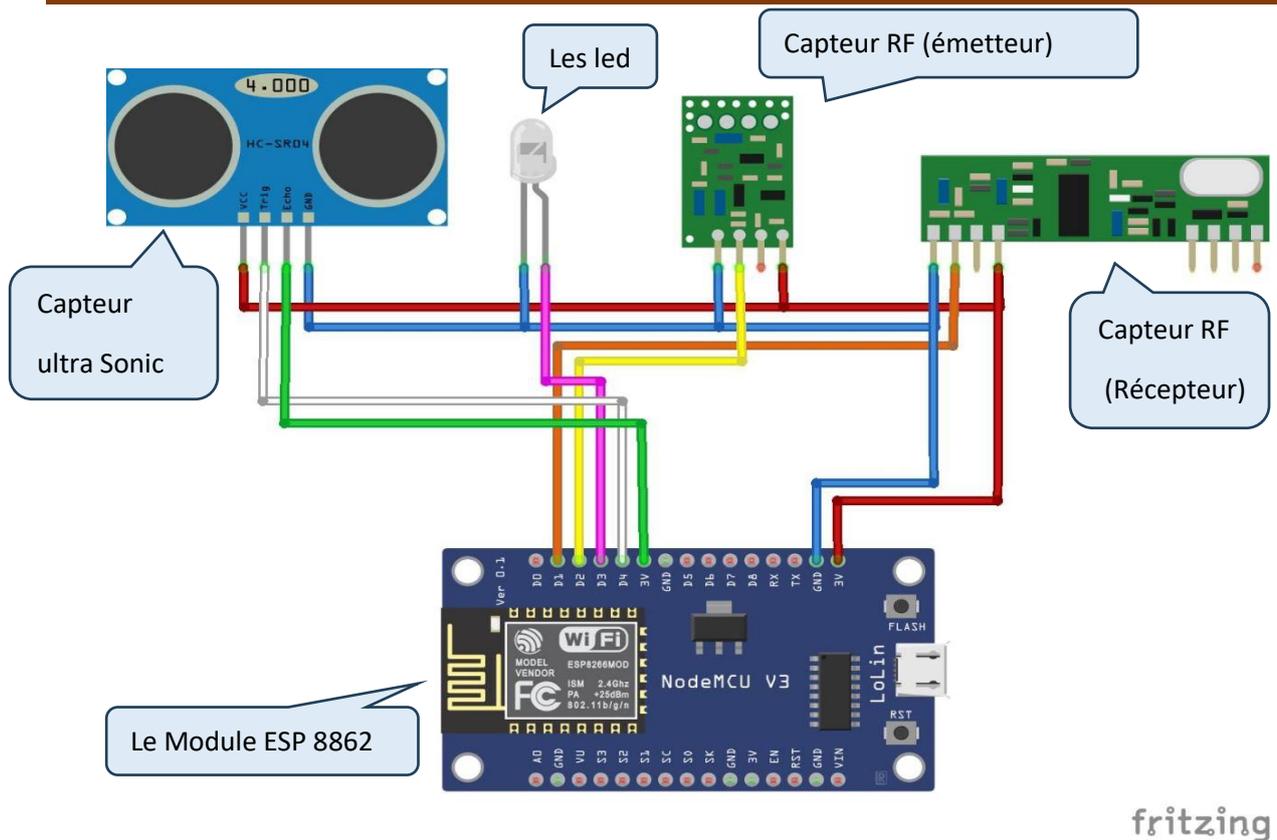


Figure III 16 : Le schéma de câblage le dernier poteau .

III.5. Partie mécanique :

III.5.1. Logiciel SolidWorks :

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur, appartenant à la société Dassault Systèmes. Il utilise le principe de conception paramétrique et génère trois types de fichiers qui sont liés : la pièce, l'assemblage, et la mise en plan. Ainsi toute modification sur un de ces trois fichiers sera répercutée sur les deux autres [34]

III.5.1.1. Concept :

Les pièces constituent les éléments fondamentaux dans le logiciel SolidWorks, tandis que les assemblages regroupent des pièces ou d'autres assemblages, appelés sous-assemblages. Un modèle SolidWorks se compose d'une géométrie 3D qui définit ses arêtes, ses faces et ses surfaces, permettant ainsi une conception rapide et précise. Les modèles dans SolidWorks reposent sur :

- La modélisation 3D
- La gestion par composants

Nous avons utilisé le logiciel SolidWorks pour concevoir les pièces nécessaires à notre projet.

Après l'assemblage, on a la pièce complète dans la figure

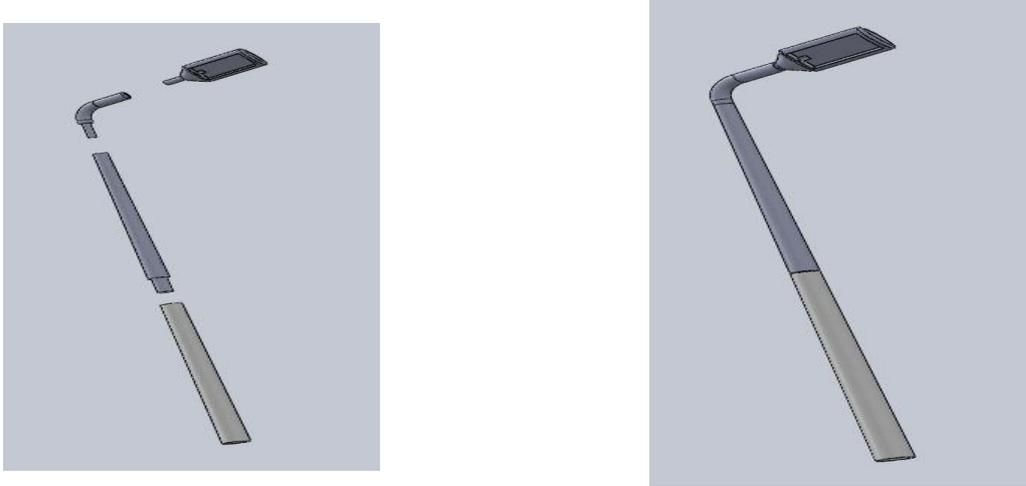


Figure III 17 : Modèle de support.

III.5.2. Imprimante 3D :

La fabrication additive, communément appelée impression 3D, englobe toutes les technologies permettant de produire des objets à partir de modèles numériques en ajoutant de la matière couche par couche.

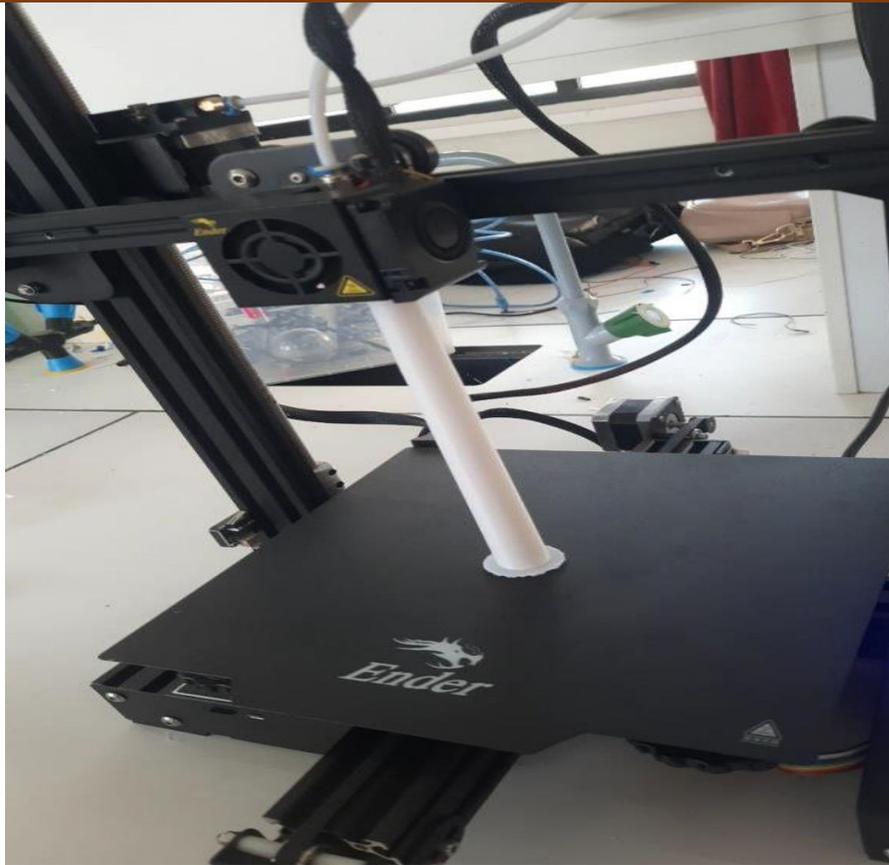


Figure III 18 : Impression 3D.

La première étape de la fabrication additive consiste à modéliser numériquement l'objet. Le fichier est ensuite analysé et découpé virtuellement en fines couches. Une fois converti dans un format compatible avec l'imprimante 3D, celle-ci fabrique la première couche selon le plan (xy), puis les couches suivantes le long de l'axe (z), jusqu'à obtenir le modèle final. Certaines techniques requièrent un traitement post-production.

Initialement développée pour le prototypage au sein de grands groupes industriels, l'impression 3D est désormais accessible aux petites et moyennes entreprises grâce au développement de parcs d'imprimantes 3D.

Les figures suivantes montre les pièces de l'impression 3D



Figure III 19 : Pièces imprimées en 3D.

III.5.3. Étapes de la réalisation :

- Base de la maquette :

La base de la maquette représente la route qu'on veut éclairer, elle est réalisée en bois, autocollant noir et blanc avec du gazon artificiel sur le côté.

- **Montage des supports :**

Les différentes pièces, conçues avec le logiciel SolidWorks et imprimées en 3D, doivent être assemblées pour obtenir le support. Ces supports mesurent 40 cm de hauteur.

- **Installation des pièces électroniques sur les supports :**

Tout d'abord, les LED sont installées sous le mât, orientées vers la rue. On y ajoute également un détecteur de mouvement à 120° Nous avons aussi un module rf fixé à l'aide d'un support fabriqué en impression 3D pour assurer la communication entre les supports. Toutes les pièces sont reliées par des fils électriques.

- **Positionnement des supports sur la maquette :**

Après l'installation des différents éléments électroniques sur les supports, ceux-ci sont placés sur le prototype de la route.

III.5.4 Fonctionnement du prototype :

Notre prototype consiste en un système de trois supports autonomes, chacun équipé de divers capteurs et dispositifs électroniques, tels qu'un capteur de mouvement, un capteur de lumière, un module de communication RF, un luminaire LED et un capteur sonore. Conçu principalement pour offrir un éclairage public efficace, ce prototype est destiné à améliorer l'éclairage des rues tout en

Minimisant la consommation d'énergie. Chaque support opère de manière intelligente, coordonnant l'activation de l'éclairage en fonction des conditions de luminosité et de présence de mouvement, grâce à une communication sans fil par radiofréquence (RF) entre les supports.

III.6. Les scénarios proposés :

S 1- le cas de le systeme sans détection de mouvement :

Le capteur de lumière intégré détecte le niveau de luminosité ambiante et active l'éclairage nocturne en absence de lumière naturelle. La gestion de l'énergie est optimisée grâce aux capteurs de mouvement, qui identifient la présence de piétons ou de véhicules à proximité et déclenchent un signal RF pour ajuster la luminosité des LEDs. En situation de veille sans détection de mouvement, les LEDs restent allumées à 50 % de leur capacité pour assurer une visibilité de base.

S 2- le cas de détection de mouvement par un capteur :

Lorsque le premier support détecte un véhicule ou un piéton, le capteur de mouvement active automatiquement la LED correspondante à 100 % de luminosité et envoie un signal RF pour synchroniser l'illumination de la LED suivante à pleine intensité, alors que la troisième LED reste en veille à 50 %.

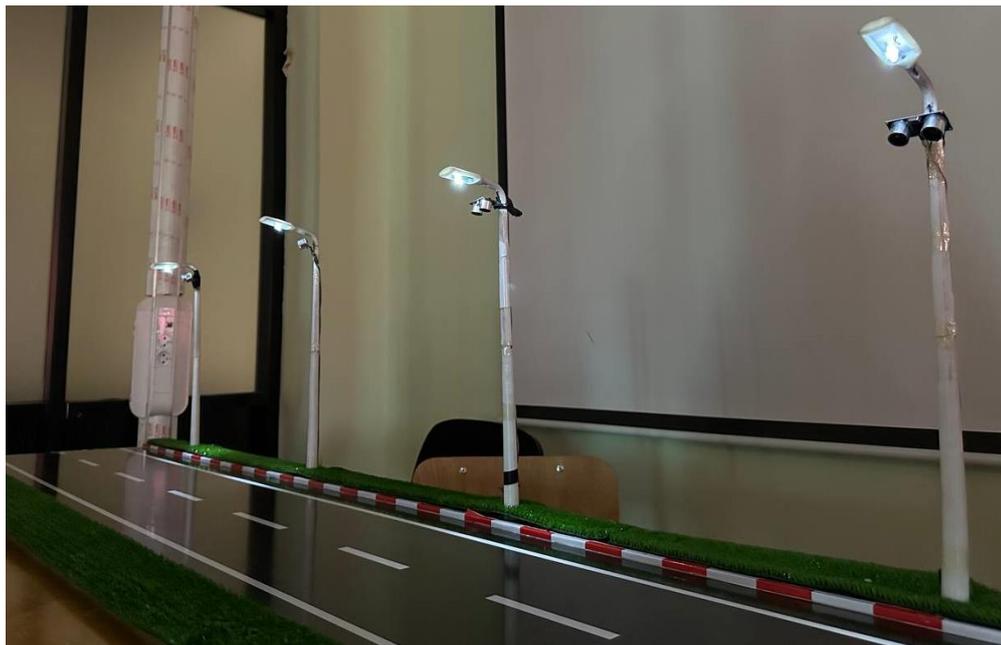


Figure III 20 : le cas de le system sans détection de mouvement.



Figure III 21 : le cas de détection de mouvement par un capteur.

Ce mécanisme se propage à chaque support ; ainsi, au passage du véhicule ou du piéton devant le deuxième support, la LED 2 passe à 100 %, et le troisième support ajuste également sa LED à pleine luminosité par signal RF.

S 3- Le cas de circulation ou panne

Dans cette situation, le système de détection est conçu pour assurer une réponse immédiate et coordonnée. Lorsque plusieurs véhicules passent en même temps et que tous les détecteurs fonctionnent normalement, le système est capable de reconnaître cette simultanéité. Il s'assure ainsi que tous les poteaux sont allumés simultanément, ce qui peut indiquer une congestion inhabituelle ou un incident. En parallèle, une notification est envoyée à l'application de gestion pour alerter de la présence potentielle d'un obstacle ou d'un accident, permettant une intervention rapide si nécessaire.

En résumé, le système est conçu pour :

Allumer tous les poteaux en même temps : ce qui signale une détection synchronisée sur plusieurs voies ou sections.

Envoyer une notification : pour informer les opérateurs de la présence d'un obstacle potentiel ou d'un accident, leur permettant de réagir rapidement.

Ce système intelligent permet ainsi d'adapter l'éclairage de chaque segment de la rue de manière fluide, tout en optimisant la consommation d'énergie en fonction des mouvements détectés.

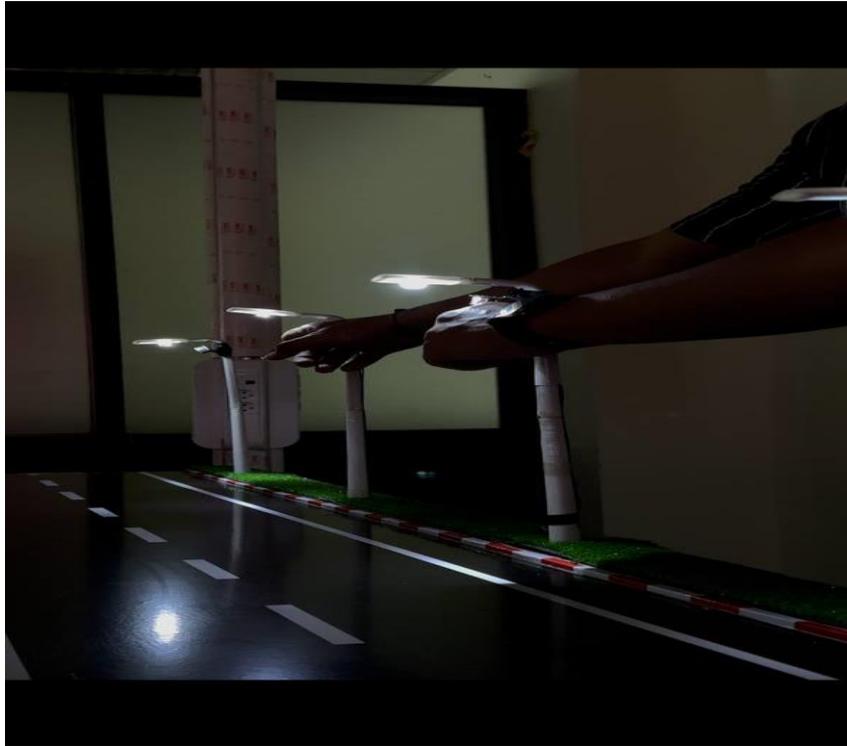


Figure III 22 : Le cas de circulation ou panne.

III.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons examiné en profondeur les différentes phases de mise en œuvre et les évaluations réalisées sur le système d'éclairage public intelligent, dont l'objectif est de valider son efficacité ainsi que sa capacité à satisfaire les exigences énergétiques et budgétaires des infrastructures urbaines. Les évaluations que nous avons menées indiquent que le système intelligent respecte ses engagements en matière de diminution de la consommation énergétique. Grâce à l'intégration de capteurs et à la technologie de modulation de l'intensité lumineuse en temps réel, l'éclairage s'ajuste en fonction de la présence de piétons et de véhicules. Par exemple, dans les zones peu fréquentées, le système réduit automatiquement l'intensité lumineuse, tandis qu'il l'augmente dès qu'un mouvement est détecté, assurant ainsi un éclairage approprié tout en optimisant la consommation d'énergie.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'éclairage public intelligent incarne une transformation profonde des infrastructures urbaines. Il s'intègre dans un mouvement global vers les smart cities – ces villes connectées qui utilisent la technologie pour optimiser les services et offrir une meilleure qualité de vie à leurs habitants. Cette innovation repose sur des systèmes de capteurs, d'Internet des Objets (IoT), d'intelligence artificielle (IA) et de gestion centralisée qui, ensemble, permettent une régulation dynamique de l'éclairage en fonction des conditions ambiantes et des besoins spécifiques.

L'un des grands avantages de l'éclairage public intelligent est sa capacité à réduire la consommation énergétique. En adaptant l'intensité de la lumière à la présence de véhicules et de piétons, ou encore à la luminosité naturelle, ces systèmes consomment uniquement l'énergie nécessaire. Cette adaptabilité réduit les coûts opérationnels pour les municipalités tout en prolongeant la durée de vie des infrastructures, un double avantage en termes de durabilité économique et écologique.

Par ailleurs, l'éclairage intelligent favorise la sécurité publique en maintenant une visibilité optimale dans les zones piétonnes et les routes aux heures de grande circulation, tout en limitant la pollution lumineuse lorsque les rues sont moins fréquentées. La possibilité de gérer l'éclairage à distance et d'intervenir rapidement en cas de panne ou de défaillance est un atout supplémentaire. Cela améliore non seulement la réactivité des services techniques, mais réduit aussi les interruptions qui pourraient affecter le confort des citoyens.

Enfin, au-delà des économies et de la sécurité, l'éclairage public intelligent permet une collecte de données précieuses sur la mobilité urbaine et l'usage des espaces publics. Ces données offrent aux décideurs une visibilité en temps réel sur les flux de circulation et l'occupation des espaces, favorisant ainsi une gestion plus informée et proactive des infrastructures.

À l'avenir, l'intégration de l'éclairage intelligent avec d'autres systèmes urbains (gestion du trafic, services de sécurité, etc.) pourrait révolutionner encore davantage la manière dont les villes sont gérées. Cette technologie promet une réponse harmonieuse aux défis de la modernité, alliant économie, sécurité et protection de l'environnement pour créer des espaces de vie plus agréables et mieux adaptés aux besoins des populations.

Références Bibliographiques

Référence bibliographique

- [1] La vision et l'environnement de travail - Chapitre 1. L'éclairage - Presses de l'Université de Montréal
- [2] Flèche, B., & Delagnes, D. (2007). Production d'énergie électrique : Énergie solaire photovoltaïque. https://www.playhooky.fr/retro/evolution-eclairage/#google_vignette
- [3] City Manager, T. (2020). Solutions d'éclairage urbain intelligent pour villes intelligentes : Renforcer l'intelligence.
- [4] L'éclairage intelligent pour les espaces publics extérieurs et industriels. (2019). Chess, Paris, France.
- [5] Total Energies. (n.d.). Éclairage public : tous les enjeux. <https://www.totalenergies.fr/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/comprendre-le-marche-de-l-energie/eclairage-public-tous-les-enjeux>
- [6] Hafaf, A. (2021). Contribution à la gestion de la charge des réseaux électriques selon la production d'énergie (Thèse de doctorat, Université Moulay Tahar, Saida).
- [7] Peretz Arc. (n.d.). Urban street lighting as an essential element of urbanism. <https://www.peretzarc.com/post/urban-street-lighting-as-an-essential-element-of-urbanism-1#:~:text=In%20addition%20to%20its%20visual,out%20and%20about%20at%20night.>
- [8] Felczak, F. (2023). Les lampes et la psychologie des couleurs : Comment la lumière affecte notre humeur. LE LUMINEUX. <https://lelumineux.fr/blogs/infos/les-lampes-et-la-psychologie-des-couleurs-comment-la-lumiere-affecte-notre-humeur>
- [9] Felczak, F. (2023). Les lampes et la psychologie des couleurs : Comment la lumière affecte notre humeur. LE LUMINEUX. <https://lelumineux.fr/blogs/infos/les-lampes-et-la-psychologie-des-couleurs-comment-la-lumiere-affecte-notre-humeur>
- [10] Sardin, J. (1997). L'éclairage et les questions de sécurité. *Revue d'Urbanisme*, 10(3), 1-9. <https://doi.org/10.1007/BF02031807>
- [11] Broussard, D. (2020). L'éclairage public, un enjeu d'aménagement urbain. *Cybergeog: European Journal of Geography*. <https://journals.openedition.org/cybergeog/28796>
- [12] Perrin, L. (2021). Éclairage public et insécurité : À l'épreuve des faits. *La Gazette des communes*. <https://www.lagazettedescommunes.com/558804/eclairage-public-et-insecurite-a-lepreuve-des-faits/>
- [13] Hirsch, A. (2007). Les dispositifs de contrôle social et l'éclairage public. *Déviance et Société*, 31(1), 77-89. <https://www.cairn.info/revue-deviance-et-societe-2007-1-page-77.htm>

Référence Bibliographique

- [14] **Algerie Eco.** (2018, 16 mars). La facture de l'éclairage public avoisine les 13 milliards de dinars par an. *Algérie Éco.* <https://www.algerie-eco.com/2018/03/16/la-facture-de-leclairage-public-avoisine-les-13-milliards-de-dinars-par-an/>
- Wikipédia.** (n.d.). Belimour. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Belimour>
- [15] **Remote XY.** (n.d.). Remote XY: Free remote control app. <https://remote-xy-free.fr.aptoide.com/app>
- [16] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Belimour>
- [17] **Orbit DZ.** (n.d.). Produit 1468. <https://www.orbit-dz.com/product/produit-1468/>
- [18] **BOUDJEDIR, I.** (2017). Un système embarque pour la détection des gaz dangereux a base d'une carte arduino. Mémoire de master, Université Oum El Bouaghi.
- [19] **Collège Gujan.** (2017). Fonction traitement de l'information : carte de prototypage rapide Arduino Uno. https://www.collegegujan.fr/sites/technopc/img/2016_2017/4eme/sequence1/activite14/4emeactivite14/fonction_traitement_de_linformation__carte_de_prototypage_rapide_arduino_uno.html
- [20] **Arduino Factory.** (n.d.). Carte Arduino. <https://arduinafactory.fr/carte-arduino/>
- [21] **Wikipedia.** (n.d.). Diode électroluminescente. https://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_%C3%A9lectroluminescente
- [22] **Commercial LED Lights.** (2021). LED diode diagram [Image]. <https://commercialledlights.com/blog/wp-content/uploads/2021/07/LED-Diode-Diagram.webp>
- [23] **My Top School.** (n.d.). Capteurs 1. <https://www.mytopschool.net/mysti2d/activites/polynesie2/ETT/C044/32/Capteurs1/index.html?Introduction.htm>
- [24] **La Fabrique DIY.** (n.d.). Liste des capteurs. <http://www.lafabriquediary.com/tutoriel/liste-des-capteurs-229/>
- [25] **Microsonic.** (n.d.). Principe des capteurs à ultrasons. <https://www.microsonic.de/fr/support/capteurs-%C3%A0-ultrasons/principe.htm><https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-hc-sr04-capteur-a-ultrason-pour-arduino/>
- [26] **Lédisrupteur Dimensionnel.** (n.d.). Module HC-SR04 : capteur à ultrason pour Arduino. <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-hc-sr04-capteur-a-ultrason-pour-arduino/>
- [27] **Microsonic.** (n.d.). Principe des capteurs à ultrasons. <https://www.microsonic.de/fr/support/capteurs-%C3%A0-ultrasons/principe.htm>
- [28] **Blogger.** https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEhyWTQ-_88rdD95OM6wD4h_uByijbgw-

Référence Bibliographique

5eHyIu4Fa1bdmV0YT3Nx6tYcwxygZSXykmU9UI6LLFEMVFxcKZdL09qhxnnQMhiLmpQI9NcuXdEtTr_TAaS7YCjgPh_7U_kgjxLP-1omymkXDU/s1600/Sans+titre.png

[29] Retro et Geek. (n.d.). Module RF 433MHz pour la transmission sans fil et DHT11 pour la température. <https://retroetgeek.com/arduino/arduino-module-rf-433mhz-pour-la-transmission-sans-fil-et-dht11-pour-la-temperature/>

[30] Electronique Amateur. (2018, février). Communication RF 433 MHz entre ATtiny85 et Arduino. <https://electroniqueamateur.blogspot.com/2018/02/communication-rf-433-mhz-entre-attiny85.html>.

[31] Wikipedia. (n.d.). ESP8266. <https://fr.wikipedia.org/wiki/ESP8266>

[32] Electronics Go. (n.d.). ESP8266-12E. <https://electronics-go.com/articles/esp8266-12-e/>

[33] <https://fritzing.org/>

[34] Sculpteo. (n.d.). SolidWorks : définition. <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/solidworks-definition-fr/>

[35] Orbit DZ. (n.d.). Câbles et accessoires électroniques. <https://www.orbit-dz.com/product-category/composants-electroniques/composants-electroniques-cables-accessoires/composants-electroniques-cables-accessoires-fils-cables/>

Les références de les figures :

[1] https://www.playhooky.fr/retro/evolution-eclairage/#google_vignette

[2] <https://fr.phoebuslight.com/news/smart-street-light-pole-installation-guide-76287353.html>

[3] <https://www.lemonde.fr/blog/autourduciel/2017/11/24/leclairage-nocturne-artificiel-de-la-terre-ne-cesse-de-croitre/>

[4] <https://www.orbit-dz.com/product-category/composants-electroniques/composants-electroniques-cables-accessoires/composants-electroniques-cables-accessoires-fils-cables/>

[5] <https://www.orbit-dz.com/product/produit-1468/>

[6] <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Farduino.fr%2Fcarte-arduino%2F&psig=AOvVaw3EMge3EyWOCurbexy9sKD9&ust=1716152150617000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBiQjRqFwoTCLi1s6KLMiYDFQAAAAAdAAAAABAE>

[7] <https://commercialledlights.com/blog/wp-content/uploads/2021/07/LED-Diode-Diagram.webp>

[8] <http://www.lafabriquediy.com/tutoriel/liste-des-capteurs-229/>

[9] <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-hc-sr04-capteur-a-ultrason-pour-arduino/>

[10] imgurl:https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEhyWTQ-88rdD95OM6wD4h_uByijbgw-5eHyIu4Fa1bdmV0YT3Nx6tYcwxygZSXykmU9UI6LLFEMVFxcKZdL09qhxnnQMhiLmpQI9NcuXdEtTr_TAaS7YCjgPh_7U_kgjxLP-1omymkXDU/s1600/Sans+titre.png - Recherche

[11] <https://electroniqueamateur.blogspot.com/2018/02/communication-rf-433-mhz-entre-attiny85.html>

[12] <https://electronics-go.com/articles/esp8266-12-e/>

