

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

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

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE LICENCE

FILIERE : **Electronique**

Spécialité : Electronique industrielle

Par

- **ZAZ Sofia Hanene**
- **BENKAHLA Lilia**

Intitulé

Réalisation d'une maison intelligente utilisant un module WIFI

Évalué le :

Par la commission d'évaluation composée de :*

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
M.BELHADAD Yahia	MCB	Président	Univ-BBA
M.BOUDECHICHE Djamel Eddine	MCB	Encadreur	Univ-BBA
M.GHARBI Hocine	MCB	Examineur	Univ-BBA

Année Universitaire 2020/2021

Remerciement

Nous remercions Dieu Tout puissant qui nous a aidés à mener à terme ce travail que nous avons entrepris dans des conditions difficiles (pandémie), en nous protégeant et en nous donnant la santé, la force et le courage qui nous ont permis de l'achever au temps qui nous était déterminé.

Nous adressons particulièrement notre reconnaissance au « Dr. BOUDECHICHE Djamel Eddine », notre encadreur qui nous a proposé ce travail et qui nous a accompagné et encadré durant toute la période de sa réalisation. Monsieur BOUDECHICHE, à travers sa disponibilité, n'a ménagé aucun effort pour nous apporter ses conseils et ses idées et en nous orientant vers la progression dans la réalisation de ce modeste travail.

Nous remercions nos professeurs de l'institut qui nous ont aidés dans nos études universitaires

Un grand merci à Monsieur Abdelbaki Chef du magasin du Labo Electronique.

Nous remercions Messieurs (et mesdames) les membres du jury qui ont bien voulu être présents avec nous pour l'évaluation de notre mémoire.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos parents qui ont sacrifié tout leur temps pour mettre les moyens nécessaires à notre disposition en cette fin d'études, qui nous ont accompagnés durant toute notre scolarité en nous apportant leurs soutiens moral et financier. C'est grâce à eux que nous avons pu arriver à ce jour-là.

Dédicace

Ce travail est dédié, avec le plus grand plaisir du monde, aux familles « ZAZet BENKAHLA »

Particulièrement à nos parents, les êtres les plus chers au monde qui ont toujours été notre source de vie et d'espoir.

A notre cher oncle BENKAHLA Abdelghani

A nos frères et sœurs

A tous nos proches et amis.

Et à tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Internet des objets et la maison intelligente :	
I.1 Internet des objets.....	2
I.1.1 Introduction.....	2
I.1.2 Historique de l'internet des objets.....	2
I.1.3 Définition.....	2
I.1.4 Principe de fonctionnement de l'internet des objets.....	3
I.1.5 Les composants matériels impliqués dans l'internet des objets.....	4
I.1.6 Domaines d'application de l'internet des objets.....	4
I.2 Maison intelligente.....	7
I.2.1 Introduction.....	7
I.2.2 Définition.....	7
I.2.3 Mode de fonctionnement.....	8
I.2.4 L'organigramme d'une maison intelligente.....	8
I.2.5 Les avantages et les inconvénients	9
I.2.6 Constitution d'un système domotique.....	10
I.3 Conclusion.....	11
Chapitre II : Arduino, ESP8266, Capteurs, Blynk :	
II.1 Introduction.....	12
II.2 Les microcontrôleurs.....	12
II.3 Présentation d'Arduino.....	12
II.3.1 Introduction à Arduino.....	12
II.3.2 Famille des cartes Arduino.....	13
II.3.3 Les entrées/sorties d'Arduino Uno.....	15
a. Les entrées/sorties analogiques A0 à A5.....	15
b. Les entrées/sorties numériques D0 à D13.....	15

II.4 ESP8266.....	16
II.4.1 Définition.....	16
II.4.2 Les caractéristiques de ESP8266.....	17
II.5 Partie software.....	17
II.5.1 Le logiciel Arduino.....	17
II.5.2 L’application Blynk.....	18
II.6 Partie hardware.....	20
II.6.1 Partie capteurs.....	20
II.6.2 Partie actionneurs.....	22
II.6.3 Autres composants.....	22
II.7 Conclusion.....	23
Chapitre III : Tests et réalisation :	
III.1 Introduction.....	24
III.2 Schéma du circuit.....	24
III.3 Partie tests.....	24
a. Capteur LDR.....	25
b. Capteur DHT11.....	26
III.4 La réalisation du circuit imprimé.....	28
a. La simulation sur ISIS.....	28
b. La carte sur PCB Layout.....	29
c. La visualisation de la carte en 3D.....	29
d. Le circuit imprimé.....	30
e. Le système en marche.....	30
III.5 le programme.....	31
III.6 Conclusion.....	35
Conclusion générale.....	36

Listes des figures :

Figure I.1 : l'internet des objets.....	3
Figure I.2 : Une maison intelligente.....	5
Figure I.3 : Une photo démonstrative sur la santé connectée.....	6
Figure I.4 : Une ville intelligente.....	6
Figure I.5 : Une maison intelligente.....	7
Figure I.6 : Organigramme du pilotage à distance d'un système domotique.....	8
Figure II.1: La carte arduinoUno.....	14
Figure II.2 : Description des entrées/sorties de la carte ArduinoUno.....	15
Figure II.3 : les entrées/sorties analogiques.....	15
Figure II.4 : les entrées/sorties numériques.....	16
Figure II.5: Esp8266.....	16
Figure II.6 : fenêtre du logiciel Arduino.....	18
Figure II.7: Le Chemin d'application BLYNK vers le hardware.....	19
Figure III.1 : Le montage du circuit.....	24
Figure III.2 : Schéma pour tester LDR sur Proteus.....	25
Figure III.3 : Test capteur LDR.....	25
Figure III.4 : Résultats du test de LDR.....	26
Figure III.5 : Schéma pour tester DHT11 sur Proteus.....	26
Figure III.6 : test du capteur DHT11.....	27
Figure III.7 : Résultats du test de DHT11.....	27
Figure III.8 : Schéma du circuit imprimé sur Proteus.....	28
Figure III.9 : Circuit imprimé sur PCB Layout.....	29
Figure III.10 : Circuit imprimé en 3D.....	29

Figure III.11 : Circuit imprimé (1ere face).....	30
Figure III.12 : Circuit imprimé (2ème face).....	30
Figure III.13 :Blynk test (Temp = 30°, Hum = 29% et l'intensité lumineuse =142).....	34
Figure III.14 :Blynk test (Temp = 27.6°, Hum = 26% et l'intensité lumineuse =22).....	34
Figure III.15 :L'allumage du ventilateur.....	34
Figure III.16 :L'allumage de la lampe.....	35

Liste des tableaux :

Tableau 1 :Les capteurs.....20

Tableau 2 :Les actionneurs.....22

Tableau 3 :Autres composants.....22

Liste des abréviations :

IOT : Internet Of Things

WEB : World Wide Web

IP : Internet Protocol

UOID : Unique Objets Identifier

IIOT : Industrial Internet Of Things

TIC : Technologie de l'Information et de la Communication

PWM : Pulse width Modulation ... en français : la modulation de largeur d'impulsion

ICSP : l'Instrument Contribuant à la Stabilité et à la Paix

EDI : Echange de Données Informatisées

LDR : Light Depending Resistor

DHT : Digital Humidity and Temperature

LED : une diode électroluminescente

IDE : Integrated Devlopment Environment

Résumé :

La maison intelligente séduit de plus en plus et n'est plus simplement un rêve inaccessible ou une idée qui verra le jour demain. Elle est de plus en plus nécessaire au quotidien au niveau d'économie d'énergie et de sécurité. L'objectif de notre travail est la conception et la réalisation d'une maison intelligente via module WI-FI, afin de contrôler et de commander à distance la température, l'humidité et l'intensité lumineuse via une application sur mobile, ou un ordinateur, cette application est bien particulière qui est Blynk.

Mots clés : maison intelligente, module wifi, température, humidité, l'intensité lumineuse, Blynk.

الملخص

في وقتنا هذا أصبح المنزل الذكي أكثر شيوعا و لم يعد مجرد حلم أو فكرة بعيدة المدى، فقد أصبح شيء ضروري على مستوى تخزين الطاقة و السلامة الأمنية. الهدف من عملنا هذا هو تصميم و انجاز منزل ذكي عبر وحدة "Wi-Fi"، و ذلك من اجل القدرة على المراقبة و التحكم عن بعد في درجة الحرارة، الرطوبة و الإضاءة عن طريق تطبيق على الهاتف و هذا التطبيق يعرف ب "Blynk".

الكلمات المفتاحية: منزل ذكي، وحدة "Wi-Fi"، درجة الحرارة، الرطوبة، الإضاءة، Blynk .

Abstract

The smart house is becoming increasingly popular and it is no longer an unattainable dream or a future emerging idea. It is ultimately necessary on a daily basis in terms of energy saving and safety. The objective of our work is the design and realization of a smart home via WI-FI module, aiming at controlling and remotely managing (commanding) the temperature, humidity and light intensity through a mobile or a computer application. Blynk is a uniquely designed application that is going to help us attain the goal of our research.

Keywords: smart home, wifi module, temperature, humidity, light intensity, Blynk.

Introduction générale

Avec la diversité des moyens de communication humaine, les technologies de l'information et de télécommunication sont devenues une condition suffisante pour assurer une communication illimitée avec tous les habitants de la terre.

La communication homme-machine ou machine-machine peut être considérée comme un nouveau type de dialogue possible. En effet, au cours de ces dix dernières années les appareils sont devenus de plus en plus intelligents, peuvent agir sur les profils des utilisateurs et peuvent prendre des décisions indépendantes.

La maison intelligente fera partie de notre avenir. Qui ne veut pas d'une maison capable de prendre en charge les tâches ménagères, d'assurer à ses occupants plus de confort, de sécurité et de bien-être, de leur faciliter la vie et de répondre à leurs besoins et désirs avant même qu'ils ne soient formulés ? Tout cela se passe dans le domaine de la domotique. Grâce à la domotique, un système peut être contrôlé et commandé à distance. Des applications peuvent être utilisées dans divers domaines tels que le contrôle et la commande à distance des machines, des systèmes d'alarme et de surveillance, le contrôle des portes et fenêtres ou l'allumage des lumières ou des ventilateurs... etc.

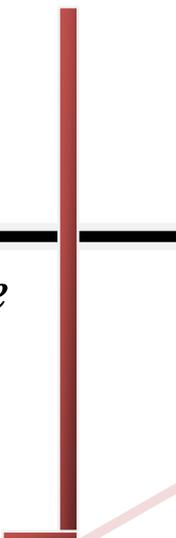
L'objectif principal de notre projet est « La conception et réalisation d'une maison intelligente via module WI-FI ». Cette maison comprend quelques systèmes qui rendent la vie agréable et optimisent l'énergie électrique, elle peut être surveillée à distance via une application sur mobile, ou un ordinateur, cette application est bien particulière qui est « Blynk ».

Nous avons énuméré trois chapitres dans notre mémoire. Tout d'abord, nous commencerons par un aperçu général de l'internet des objets et la maison intelligente. Ensuite, dans le deuxième chapitre, nous allons présenter les composants et les logiciels qu'on a utilisés, et leur principe de fonctionnement. Le dernier chapitre contient les différents programmes nécessaires pour les tests des composants et aussi le programme principal pour réaliser notre système.

Nous finirons cette mémoire par une conclusion générale récapitulative des différentes phases de notre travail, signalant les côtés bénéfiques et énonçant les perspectives du travail élaboré.

Chapitre I

Internet des objets et la maison intelligente



1.1 Internet des objets :

1.1.1 Introduction :

Au cours de ces dernières années, le domaine d'électronique et d'informatique a été le centre d'attention de tout le monde. Le développement croissant dans ces domaines a encouragé l'intégration d'une variété de dispositifs sophistiqués dans plusieurs domaines. Ces dispositifs communiquent entre eux pour aider les utilisateurs dans des situations particulières et selon leurs besoins comme dans la sécurité, le confort, et même la santé. Les dispositifs forment un environnement de connexion d'objets. Cet environnement est mis en œuvre par des systèmes d'objets connectés connue sous le nom internet des objets (IoT).

Dans un premier lieu, nous allons présenter une brève recherche sur ce qu'on appelle l'internet des objets ou bien Internet of Things (IoT).

1.1.2 L'historique de l'Internet des objets :

L'internet des objets est une réalisation technique, où la technologie est intégrée naturellement aux objets du quotidien. Ce développement ouvre la voie vers plusieurs objets basés sur l'interconnexion entre le monde physique et le monde virtuel (domotique, ville intelligente, sécurité, é-santé... etc). Mais celui-ci fait face à des problèmes qui nous obligent à les étudier pour pouvoir atteindre notre but concernant l'internet des objets.

Le terme 'Internet des objets' a été utilisé pour la 1ere fois en 1999 par Kevin Ashton, et promet désormais de changer nos vies grâce aux objets connectés. Ce développement est un concept réalisant la vision de l'informatique ubiquitaire, où la technologie deviendra active dans l'environnement des utilisateurs, intégrée naturellement à l'intérieur des objets du quotidien, elle se présente sous la forme d'appareils spécialisés et simples d'emploi, capables de communiquer au travers de plusieurs types de réseaux sans fil : liseuses numériques, télévisions et montres connectées, ordinateurs de bord, téléphones intelligents, etc. [1]

1.1.3 Définition :

L'internet des objets (en anglais Internet of things) est un concept qui consiste à connecter les objets entre eux via le réseau Internet. Les objets qu'on utilise seront identifiables, lisibles,

numérique qui va permettre de trouver cet objet, et de lui donner des instructions à partir d'un ordinateur ou d'un téléphone portable.

Les instructions envoyées par le capteur circulent jusqu'à l'objet en question en empruntant un canal de communication (Wi-Fi, Bluetooth ...etc.), par exemple : En plein été, si vous êtes en route pour rentrer chez vous, et vous remarquez que la température de votre maison est élevée, vous pouvez ordonner à votre ventilateur de se mettre en marche : en appuyant sur un simple bouton pour trouver une température agréable dans votre intérieur à votre arrivé.

1.1.5 Les composants matériels impliqués dans l'Internet des objets :

Le niveau « composants » comprend un grand nombre d'éléments communs avec ceux des systèmes embarqués

Identificateurs, capteurs, actionneurs, afficheurs

Les objets doivent être repérés par un identificateur unique : UOID (*Unique Objet Identifier*). C'est lui qui établit la correspondance entre l'objet et les services.

Au niveau des objets, l'information est recueillie à l'émission par des capteurs :

- simples : température, lumière, pression, fumée, énergie, etc.
- complexes : inertiels, magnétomètre, GPS (localisation), biométrie, etc.

Il y a éventuellement un traitement de l'information qui est transmise sous forme numérique ou analogique. [2]

Certaines actions sont réalisées par des actionneurs

1.1.6 Domaines d'application de l'Internet des objets :

L'Internet des objets est utilisé dans plusieurs domaines : militaire, transport, industrie, santé, environnement.... Parmi ces applications nous citons :

□

a. Les appareils intelligents :

- Les appareils intelligents sont des 'objets' qui sont connectés entre eux via Internet.
- Les appareils intelligents contiennent la même information (les données). Ces informations sont utilisées pour stocker et gérer les paramètres donnés
- Vous pouvez donc contrôler vos appareils intelligents à partir des applications sur votre tablette ou votre téléphone portable

b. Les maisons intelligentes :

Avec la maison intelligente (aussi appelée smart home), la technologie s'invite dans notre intérieur. La maison connectée permet de gérer notre quotidien d'une manière facile grâce à la domotique et aux derniers développements.



Figure I.2 : Une maison intelligente.[2]

c. Les usines et la fabrication intelligente :

La fabrication intelligente est une application spécifique de l'Internet industriel des objets (IIoT, Industrial Internet of Things). Son principe consiste d'intégrer des capteurs aux machines de production afin de collecter des données sur leur état de fonctionnement et leurs performances. Cela améliorera la sécurité des travailleurs et protège l'environnement

d. Le système de santé électronique :

L'un des secteurs les plus concernés par la révolution des objets connectés est celui de la santé. La santé connectée est l'ensemble des moyens et services liés à la santé qui utilisent les nouvelles méthodes techniques dans ce domaine. L'internet des objets trouve donc tout

son intérêt dans le domaine médical, et qui aussi peut améliorer le développement dans ce dernier.



Figure 1.3 : Une photo démonstrative sur la santé connectée. [3]

e. Les villes intelligentes :

Une ville intelligente (en anglais smart city) est une ville qui utilise les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des services urbains ou réduire leurs coûts. La ville intelligente permettrait indirectement aux habitants d'adopter des comportements plus favorables à l'environnement.

Plusieurs grandes villes ont été soutenues par des projets intelligents, comme Séoul, New York, Tokyo, Shanghai, Singapour, Amsterdam et Dubaï. Ces villes sont considérées comme des villes de l'avenir et de la vie développée. [4]



Figure 1.4 : Une ville intelligente [4]

La domotique :

La domotique est l'ensemble des objets connectés et des applications qui transforment votre maison en un logement intelligent, prêt à vous simplifier la vie dans tous les domaines du quotidien.

1.2.3 Mode de fonctionnement :

Avec une maison intelligente, ces doutes et ces tâches récurrentes n'ont pas lieu d'être. D'un seul coup d'œil à votre téléphone intelligent, votre tablette ou votre ordinateur, vous pourrez être apaisé. À distance, vous pourrez contrôler l'ensemble des appareils connectés au système et ainsi faire ce que vous voudrez (éteindre, allumer, fermer, ouvrir, etc).

Toutes ces actions ne peuvent pas marcher qu'avec le système de commande intégré dans un composant électronique appelé « Arduino »

Une fois la carte Arduino est connectée aux composants électroniques, un programme informatique téléchargé est utilisé pour bien communiquer avec le système. Il faut aussi utiliser des capteurs qui dépendent à la fonction qu'on veut la réaliser.

1.2.4 L'organigramme d'une maison intelligente :

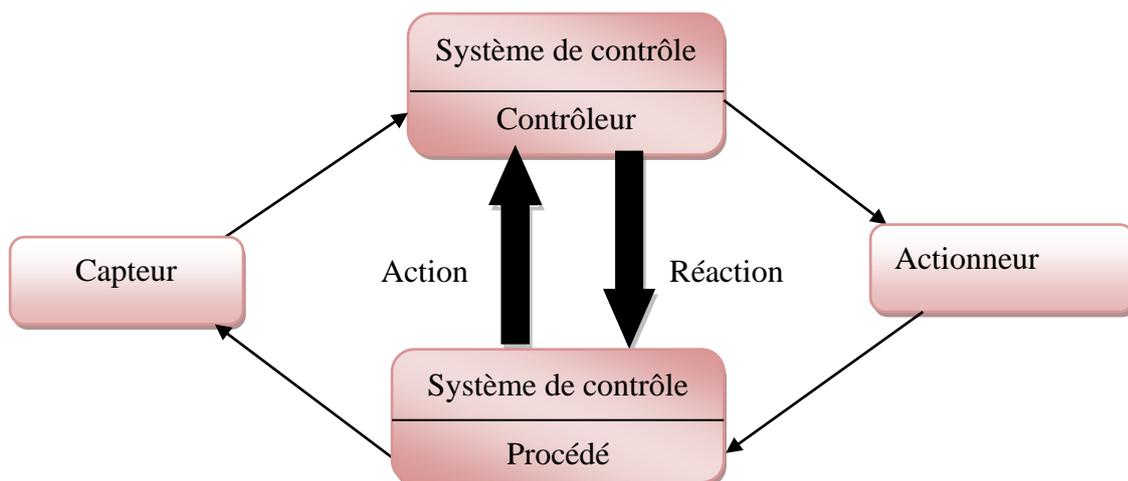


Figure 1.6 : Organigramme du pilotage à distance d'un système domotique.

1.2.5 Les avantages et les inconvénients :

a. Les avantages :

Les maisons intelligentes ont été pensées pour être confortables et sécurisés. En fait, la domotique permet d'augmenter le confort de la vie et la facilité, parce qu'elle rend les gestes quotidiens plus pratiques, grâce à cette technologie, vous pouvez gérer plusieurs actions au même temps et depuis votre fauteuil.

L'économie d'énergie et d'argent :

C'est vrai qu'au début ça coûte un peu mais ça vaut le coût parce qu'à long terme, vous remarquerez que faire contrôler votre maison à distance, vous pouvez faire des économies et vous consommerez l'énergie moins qu'avant. Vous remarquerez aussi la diminution du prix de vos factures d'électricité, car vous pouvez mettre en veille, ou allumer les appareils électroniques suivant des commandes à distance.

La sécurité :

La sécurité est l'un des facteurs les plus essentiels pour les amateurs de domotique. Avec des simples gestes, vous pouvez régler vos soucis (par exemple : les détecteurs de fumée, les capteurs de mouvement, l'alarme de sécurité...)

Simplifie votre quotidien et économise le temps :

Le principal avantage c'est le gain de temps permis par l'automatisation de certaines tâches, et la synchronisation de plusieurs appareils via un seul outil. Vous pouvez à la fois : actionner ou programmer plusieurs actions au même temps. En automatisant les systèmes de votre maison intelligente, vous réduisez le temps passé à la contrôler manuellement. La domotique suivra en permanence l'évolution de vos besoins sans bouger de votre place.

Un système de sécurité sur mesure :

La maison connectée est aussi une maison bien protégée. Grâce à l'utilisation de la domotique, vous pourrez configurer un interphone pour vérifier qui sonne chez vous, une alarme avec plusieurs options, des caméras... Même quand vous n'êtes pas chez vous.

b. Les inconvénients :

On a deux inconvénients essentiels sont :

Le principal est le prix d'achat et d'installation. Le prix est beaucoup plus élevé mais vos factures d'énergie baisseront. Il faut donc le prendre en compte dans le budget initial.

Le verrouillage qu'offrent certaines marques dans leurs produits ne permettant pas d'avoir un logiciel ouvert.

I.2.6 constitution d'un système domotique :

Le fonctionnement de la maison intelligente dépend de certains éléments et composants essentiels pour bien faire dominer et marcher la maison.

Les composants de la domotique :

Il y a des composants de base qui sont néanmoins nécessaires pour un bon fonctionnement de la domotique.

Les composants indispensables :

La domotique fonctionne comme un circuit sur lequel des composants indispensables prennent place. Un ordinateur central est relié à des modules récepteurs, émetteurs et détecteurs. Cet ordinateur central permet de tout contrôler et de tout paramétrer, non seulement les tâches automatiques mais aussi les actions imprévues.

Les autres composants ont également des rôles précis :

- **Le module émetteur** reçoit et transmet les ordres de l'ordinateur central au module récepteur,
- **Le module récepteur** se branche sur une prise électrique, reçoit les prises des appareils de la maison et exécute les tâches,
- **Le module détecteur** participe à la sécurité de la maison en détectant les événements inhabituels (intrusion, casse, etc.) et transmet l'information à l'ordinateur central.

L'ensemble des composants de la domotique participent à la programmation et à l'automatisation des tâches et fonctionne grâce à un réseau. [3]

Les composants sont des :

Capteurs : Les capteurs sont des organes qui renvoient des informations sur l'environnement, ils transforment l'information physique en un signal électrique, exemple de capteur : DHT11 capteur d'humidité et de température, LDR capteur de lumière ...etc.

Actionneurs : Les actionneurs sont des dispositifs qui font des actions, en répondant à des commandes programmées, ces actions peuvent agir sur certains éléments (les portes, les volets ...).

Interface de pilotage : C'est un ensemble de dispositifs matériel et logiciel, qui permet à un utilisateur de commander, contrôler ou superviser une maison et ses habitants à distance ou de proximité. Exemples : Smartphone, tablette, télécommande

1.3 Conclusion :

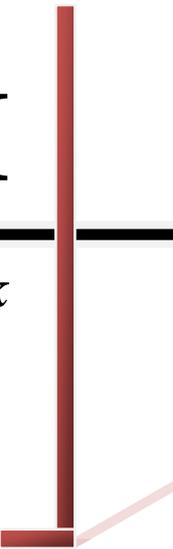
L'Internet des objets a réellement fait son entrée dans le monde, Depuis ces dernières années, l'Internet évolue de plus en plus jusqu'à l'obtention de la connexion de milliards d'objets, et de milliards d'êtres humains, ce qui nous a permis de conclure que l'internet des objets est l'un des outils les plus puissants pour créer, modifier et partager un nombre incalculable d'informations.

Dans ce chapitre, on a présenté une simple étude sur « l'Internet des objets » dont on a parlé d'une manière générale sur son principe de fonctionnement, ses domaines d'application ... etc., et l'une de ses branches essentielles qui est « la maison intelligente »

Pour réaliser une maison intelligente, on aura besoin de quelques spécifiques composants qui seront présentés dans le chapitre suivant.

Chapitre II

Arduino, ESP8266, capteurs, Blynk



II.1 Introduction :

La réalisation d'un système domotique nécessite l'utilisation de certains composants électroniques, logiciels et applications particulières.

Dans ce chapitre, il sera question de découvrir les principaux types de cartes Arduino qui est le cerveau de notre système, il sera aussi présenté un type spécifique de l'Arduino nommé esp8266, et d'autres composants tels que le capteur de température DHT11, le capteur de lumière LDR... etc, et aussi une simple présentation sur l'application Blynk qu'on va les utiliser dans notre projet.

II.2 Les microcontrôleurs :

Un microcontrôleur est un petit processeur informatique relié à des entrées et des sorties numériques (0 ou 1) ou analogiques (tension variable). Il se programme en général à l'aide d'un ordinateur mais peut fonctionner de manière autonome. En milieu industriel.

Ils sont en général programmés en C/C++ et nécessitent des connaissances approfondies en électronique.

Les microcontrôleurs ont des performances réduites, mais sont de faible taille et consomment peu d'énergie, les rendant indispensables dans toute solution d'électronique embarquée (voiture, porte de garage, robots, ...).

Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques, éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée, etc....

II.3 Présentation d'Arduino :

II.3.1 Introduction à Arduino :

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation. Sans tout connaître ni tout comprendre de l'électronique, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de

formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne.

Pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Arduino permet d'étendre les capacités de relations humain/machine ou environnement/machine. C'est un projet en source ouverte (open source) : la communauté importante d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ses questions.

La carte Arduino constitue l'élément indispensable pour réaliser simplement des objets électriques. La carte a un potentiel illimité. [4] grâce à sa repositionnement sur un circuit intégré (un mini-ordinateur appelé également microcontrôleur) associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes :

- Côté entrées, des capteurs qui collectent des informations sur leur environnement comme la variation de température via une sonde thermique, le mouvement via un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc.
- Côté sorties, des actionneurs qui agissent sur le monde physique telle qu'une petite lampe qui produit de la lumière, un ventilateur qui s'allume pour régler la température intérieure, etc.

Le langage Arduino est basé sur le C/C++. Le langage de programmation d'Arduino est en effet une implémentation de Wiring (une plate forme open source similaire de physicalcomputing qui est proposait elle-même une bibliothèque appelée Wiring qui simplifie les opérations d'entrée/sortie).

Un programme Arduino est aussi appelé un sketch.

II.3.2 Famille des cartes Arduino :

Il n'existe pas de modèle unique de carte Arduino : on trouve plusieurs variations, chacune étant conçue pour convenir à différents usages. Choisir la bonne carte n'est pas toujours facile, car le nombre des cartes s'accroît sans cesse

La plateforme Arduino se présente sur plusieurs séries à savoir : Arduino Nano, ArduinoLilypad, Arduino DUO, Arduino Méga 2560 ... et Arduino UNO, ce dernier va être le cœur de notre système domotique.

➤ **Arduino UNO :**

L'ArduinoUno est un microcontrôleur programmable qui permet, comme son nom l'indique, de contrôler des éléments mécaniques : systèmes, lumières, moteurs, etc. Cette carte électronique permet donc à son utilisateur de programmer facilement des choses et de créer des mécanismes automatisés, sans avoir de connaissances particulières en programmation. Il est un outil pensé et destiné aux inventeurs, artistes ou amateurs qui souhaitent créer leur propre système automatique en le codant de toute pièce, elle est devenue le symbole de l'univers Arduino. [5]



Figure II.1: La carte arduinoUno

Il vous suffit de connecter votre carte électronique sur votre ordinateur (Windows, Mac ou Linux) et vous pouvez commencer à programmer à partir du logiciel Arduino. Votre seule limite est votre imagination !

L'ArduinoUno dispose de caractéristiques techniques suffisantes pour bien commencer la programmation : 14 broches d'entrées/sorties digitales, dont six sont utilisables en PWM, de 6 broches d'entrées analogiques, d'une connectique USB, d'une connectique d'alimentation, d'un port ICSP et d'un bouton RESET.

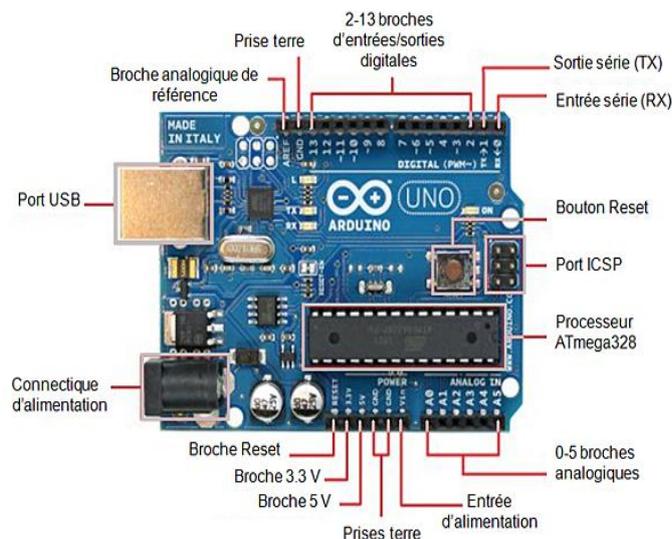


Figure II.2: Description des entrées/sorties de la carte ArduinoUno[6]

II.3.3 Les entrées / sorties d'Arduino UNO :

a. Les entrées analogiques A0 à A5 :

Contrairement aux entrées/sorties numériques qui ne peuvent prendre que deux états HAUT et BAS, ces six entrées peuvent admettre un millier de valeurs (1024 exactement) analogiques comprises entre 0 et 5 Volts. Nous pourrions donc avoir des valeurs de tension précises à 5 mV près ($\approx 5V/1024$).

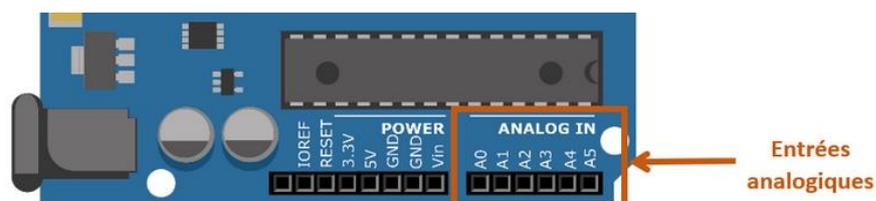


Figure II.3 : les entrées/sorties analogiques [7]

b. Les entrées/sorties numériques : de D0 à D13 :

Chacun des connecteurs D0 à D13 peut être configuré par programmation en entrée ou en sortie, nous pouvons donc avoir par exemple les connecteurs 2 et 3 configurés comme des entrées et les connecteurs 7, 8 et 9 configurés comme des sorties. Il est par conséquent possible de connecter côte à côte des capteurs logiques (interrupteurs par exemple) aux connecteurs 2 et 3 et des actionneurs aux connecteurs 7, 8 et 9.

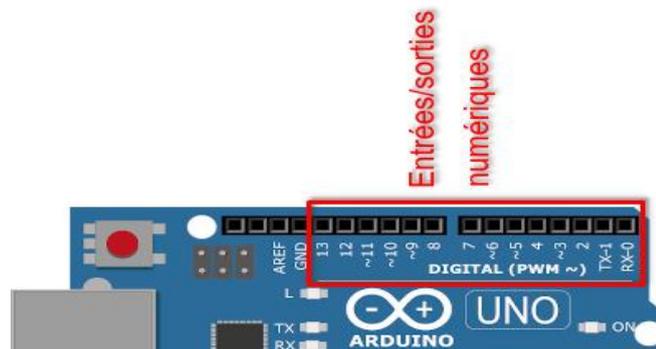


Figure II.4 : les entrées/sorties numériques [8]

II.4 ESP8266 :

II.4.1 Définition :

ESP8266 connaît comme une puce magique pour le monde connecté, c'est un circuit intégré avec un microcontrôleur permettant la connexion en WI-FI. Il est très simple d'utilisation, léger et possède une capacité de mémoire et de calculs supérieurs au Arduino. [6] La base, pour créer des objets connectés, est de les connecter à un réseau comme le réseau WiFi. L'émetteur et l'antenne WiFi intégrés au microcontrôleur permettent la connexion à Internet. Grâce à cela, il est possible de le connecter avec une application permettant de piloter le microcontrôleur à distance. Cette application peut servir à afficher des valeurs mesurées par le NodeMCU ou bien piloter des entrées/sorties du microcontrôleur.

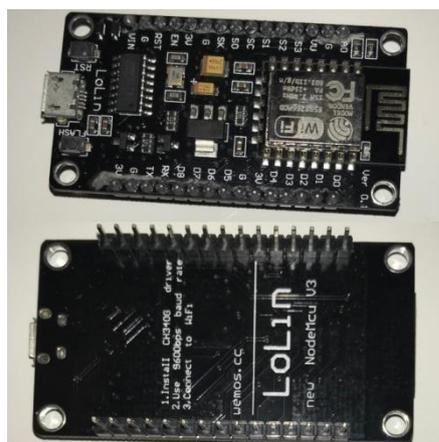


Figure II.5: Esp8266

II.4.2 Les caractéristiques de ESP8266 :

- Supporte les protocoles 802.11 b/g/n.
- Peut fonctionner comme serveur web avec sa propre adresse IP.
- Le module ESP-01 comprend deux broches numériques qui peuvent être configurées en entrée ou en sortie (pour piloter des LED, des relais, etc.). Ces broches peuvent être utilisées pour générer un signal modulé en largeur d'impulsion (PWM). D'autres versions du module comportent davantage de broches d'entrées-sorties (l'ESP-12 par exemple), mais ils se programment tous de façon similaire.
- Possède une entrée analogique (ADC/TOUT), mais qui n'est pas câblée sur l'ESP-01.
- Peut fonctionner en communiquant avec une carte Arduino ou être programmé pour fonctionner en toute autonomie.
- Dispose de nombreux outils et environnements de développement (EDI) pour le programmer.

II.5 Partie software :

II.5.1 Le logiciel Arduino :

Comme on a précisé avant, pour utiliser l'Arduino, il faut le programmer. Dans un premier temps, on a installé le logiciel d'Arduino, d'après le lien <https://www.arduino.cc/>

Une fois cela fait, on a lancé le logiciel,

Le code que vous rentrerez sur l'éditeur de texte vierge de votre logiciel Arduino, ça sera la manière de faire comprendre au microcontrôleur ce que vous souhaitez instaurer comme

programme. Vous pourrez directement constater la simplicité de l'interface de ce dernier :

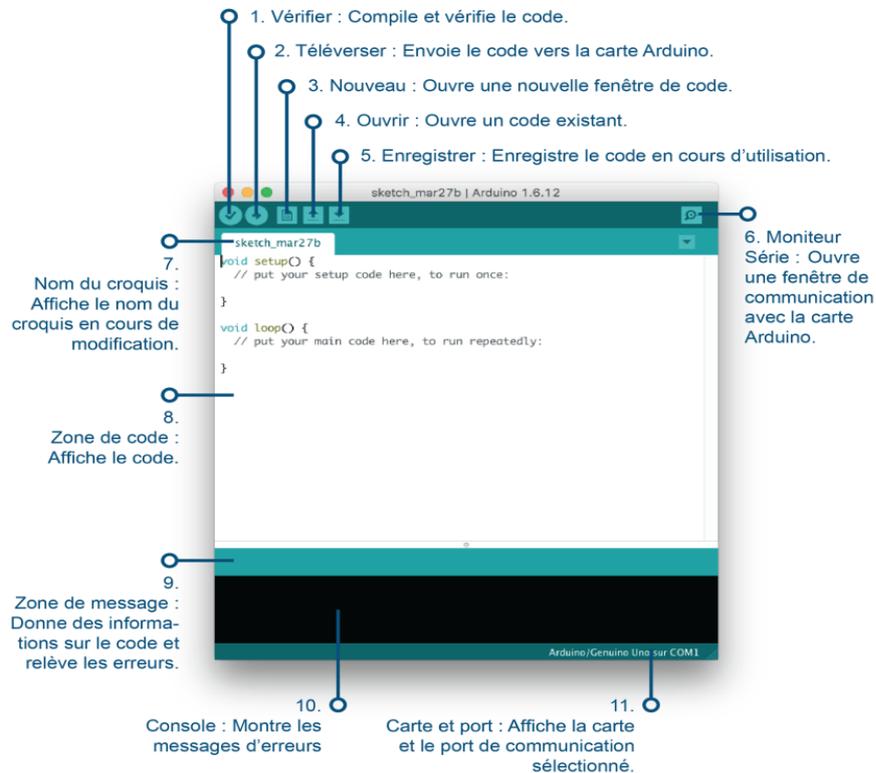


Figure II.6 : fenêtre du logiciel Arduino [9]

II.5.2 L'application Blynk :

Blynk est conçu pour l'Internet des Objets (iot). Avec lui il est possible de contrôler un hardware à distance, afficher des données de capteur, stocker des données, les visualiser... Les hardwares les plus utilisés avec la plateforme Blynk sont les ESP8266, le Raspberry pi et l'Arduino. [7].

Il y a trois composants majeurs dans la plateforme:

- **Application Blynk** : vous permet de créer de fantastiques interfaces pour vos projets en utilisant différents widgets que nous fournissons.
- **Serveur Blynk** : responsable de toutes les communications entre le smartphone et le hardware. Vous pouvez utiliser notre CloudeBlynk ou faire tourner votre Serveur privé Blynk localement. C'est open-source, ça peut facilement gérer des milliers de périphériques et peut même être démarré sur une Raspberry Pi.

- **Bibliothèque Blynk :** pour toutes les plateformes hardware populaires - active la communication avec le serveur et traite toutes les commandes entrantes et sortantes.

Maintenant imaginez: chaque fois que vous pressez un Bouton sur l'application Blynk, le Cloud trouve magicalement un chemin vers votre hardware. Ça marche de la même manière dans l'autre sens et tout se déroule en un clignotement.

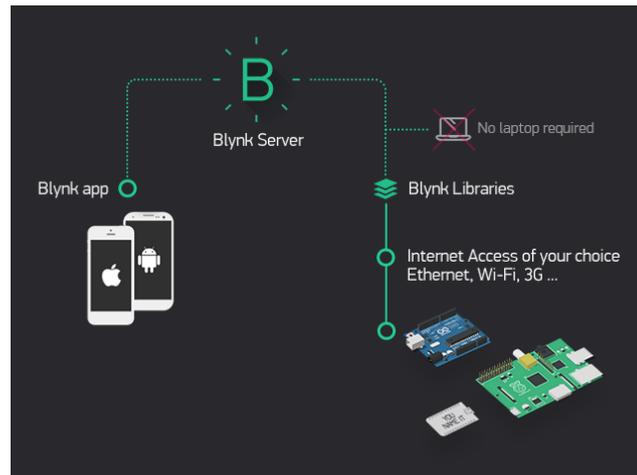
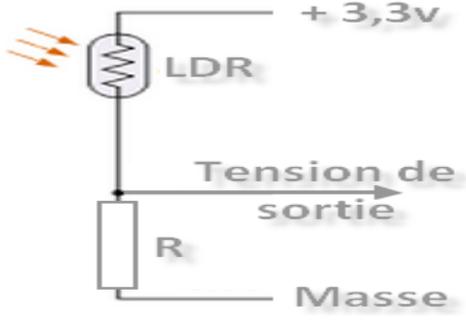


Figure II.7: Le Chemin d'application BLYNK vers le hardware. [10]

II.6 Partie hardware :

II.6.1 partie capteurs :

<i>capteurs</i>		
<p>Capteur LDR</p>	 <p>Brochage de LDR</p> 	<p>Le capteur LDR (Light Depending Resistor ou Resistance dépendant de la lumière) est un capteur de lumière qui est appelé aussi une photorésistance. C'est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de l'augmentation de lumière qui l'atteint, il est réalisé à partir d'un élément photosensible (le sulfure de cadmium) dont la résistance élevée dans l'obscurité diminue avec l'éclairement</p> <p>Caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la lumière : ~1k Ohm • Résistance dans l'obscurité : ~10k Ohm • Tension Max : 150V • Puissance Max: 100mW • Temps de réaction : 30 ms

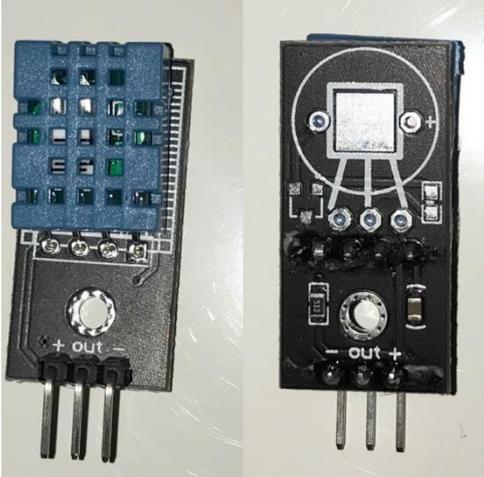
<p>Capteur DHT11</p>	 <p>brochage du capteur DHT11</p> 	<p>Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité. L'utilisation de ce type de capteur est intéressante pour un débutant car il permet de mesurer une grandeur physique accessible à tous.</p> <p>Le capteur DHT11 a 4 broches, mais il est souvent vendu sur une carte support qui possède 3 broches. Il communique avec l'Arduino très simplement au travers d'une de ses entrées numériques. Les 2 autres broches sont pour son alimentation 5 V et la masse (GND). Ce module doit être relié à un connecteur analogique de la base.</p> <p>L'avantage de ce capteur est la combinaison de la mesure de la température et de l'humidité dans un boîtier compact</p> <p>Caractéristiques :</p> <p>Alimentation +5V (3.5 – 5.5V) température : de 0 à 50°C, précision : +/- 2°C Humidité : de 20 à 96% RH, précision +/- 5% RH</p>
--------------------------	--	--

Tableau 1 : Les capteurs

II.6.2 partie actionneurs :

Partie Actionneurs		
LED		une led (en français : DEL : diode électroluminescente) est un composant électronique et optique, qui en étant traversé par du courant électrique, émet une lumière d'une intensité diffuse. Les leds consomment peu d'électricité.
Ventilateur		Un <i>ventilateur</i> est un appareil destin, à créer un vent artificiel, un courant d'air, permet un flux d'air frais vers l'intérieur et d'air chaud vers l'extérieur ou améliore la circulation d'air sur le dissipateur thermique d'un composant particulier

Tableau 2 : Les actionneurs

II.6.3 Autres composants :

Pour la réalisation de notre projet on aura donc besoin d'autres composants tels que :

Composants		
résistances		Qui représente un composant électrique (un dipôle) qui, comme son nom l'indique, résiste au passage du courant électrique .Elle a donc pour rôle de limiter l'intensité du courant électrique dans un circuit

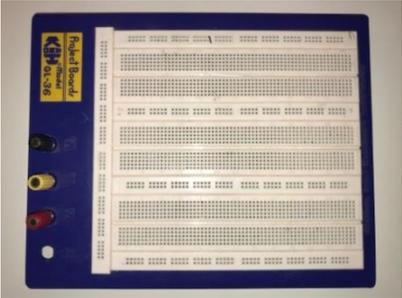
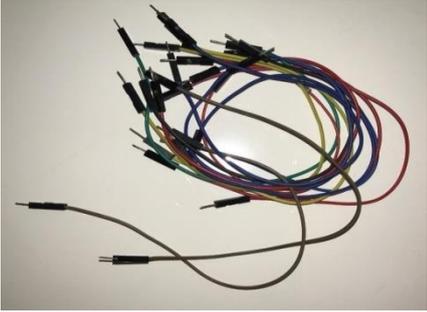
Plaque d'essai		Ces planches sont à la fois parfaites pour apprendre à construire des circuits et pour une utilisation pratique dans les tests. C'est un élément essentiel pour le prototypage et essai en tout genre.
Fils connecteurs		Pour connecter tous les composants cités avant.

Tableau 3 : Autres composants.

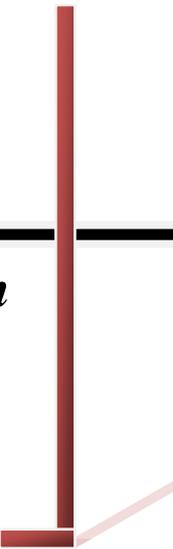
II.7 Conclusion :

Dans de chapitre, nous avons exposé la partie matérielle et la partie logicielle, que nous avons utilisée dans notre travail, dont on a présenté le logiciel de programmation « Arduino », l'application Blynk et aussi le logiciel Proteus.

On ce qui concerne la partie matérielle, nous avons démontré les différents composants qu'on va utiliser. Le prochain chapitre contiendra plus de détails sur l'exécution de notre système domotique, et les résultats qu'on a obtenus.

Chapitre III

Tests et réalisation



III.1 Introduction :

La partie de la réalisation va éclaircir l'idée qu'on a adaptée. Nous présentons, dans ce chapitre, notre réalisation qui consiste de deux parties : la première partie est les tests de tous nos composants, la 2ème partie contient le programme sur Arduino IDE, le schéma final sur Proteus, la simulation et la conception de la carte électronique de notre maison intelligente.

III.2 Schéma du circuit :

Nous avons déjà dit avant que la base de notre circuit est le circuit ESP8266. Notre circuit a été fait à partir de cette carte, sans oublier les capteurs principaux tels que : le capteur de température et humidité DHT11 et le capteur de lumière LDR. Tout cela a été connecté avec l'application Blynk pour qu'on puisse bien observer l'évolution de ces éléments, et bien les manipuler et les régler d'une manière simple, facile et rapide.

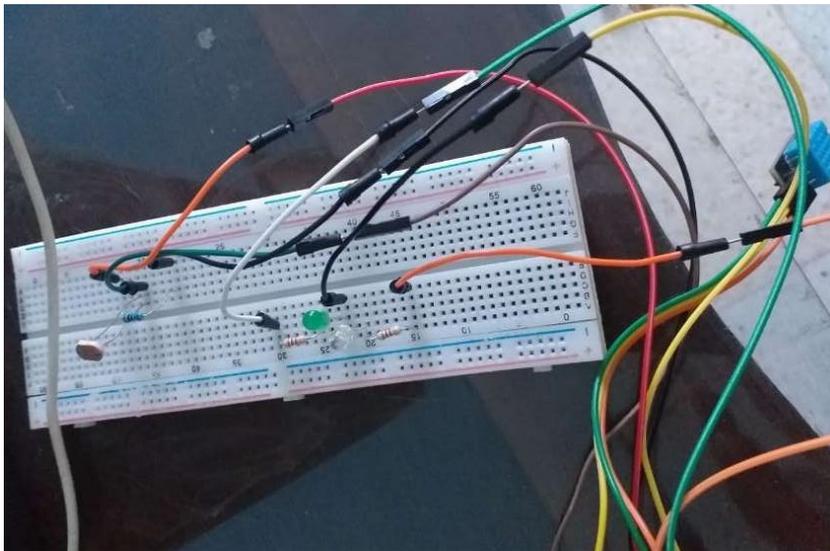


Figure III.1 : Le montage du circuit.

III.3 partie des tests :

Avant qu'on ait commencé la partie de simulation, on a fait d'abord quelques tests pour savoir si nos composants marchent convenablement

a. Capteur LDR

Programme du capteur LDR :

```

const int LDR = A0;
int input_val = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  input_val = analogRead(LDR);
  Serial.print("LDR Value is: ");
  Serial.println(input_val);
  delay(1000);
}

```

Circuit sur Proteus :

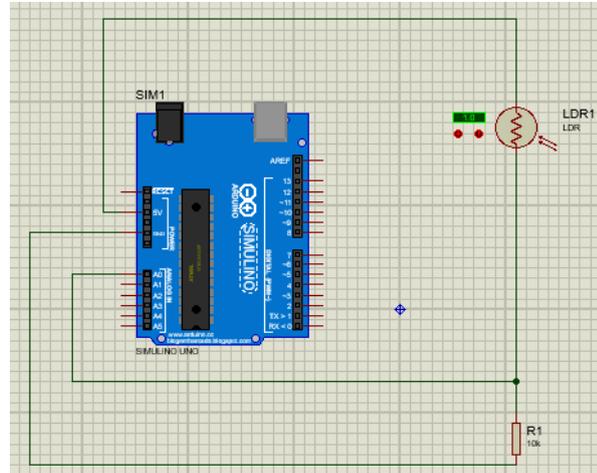


Figure III.2 : Schéma pour tester LDR sur Proteus.

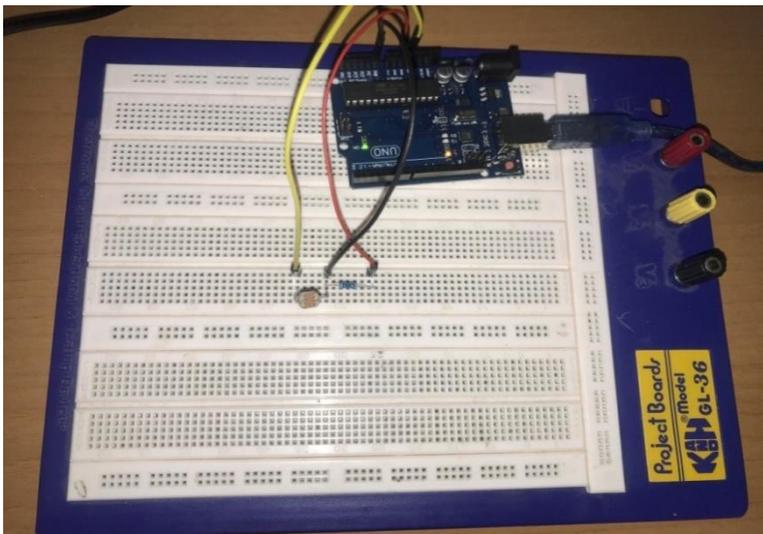


Figure III.3 : Test capteur LDR.

D'après le test qu'on a fait, on voit que le capteur LDR marche parfaitement. Voici les résultats dans la figure ci-dessous :

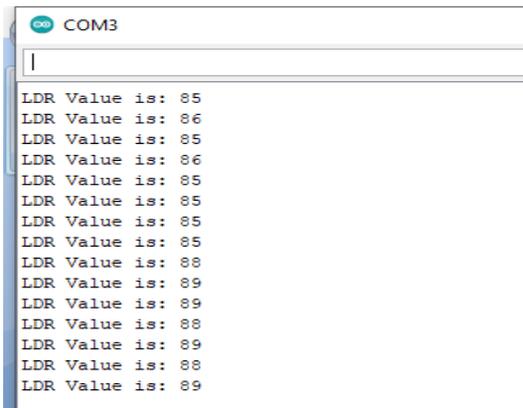


Figure III.4 : Résultats du test de LDR.

b. Capteur DHT 11

Programme du capteur DHT11 :

#include<Adafruit_Sensor.h> *Circuit sur Proteus :*

```
#include <DHT.h>
```

```
#define DHTPIN 2
```

```
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
```

```
DHT dht = DHT(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
dht.begin();}
```

```
void loop() {
```

```
delay(2000);
```

```
float h = dht.readHumidity();
```

```
float t = dht.readTemperature();
```

```
float f = dht.readTemperature(true);
```

```
Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
```

```
return; }
```

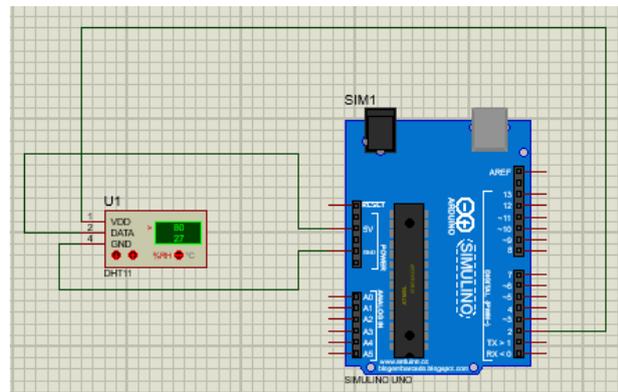


Figure III.5 : Schéma pour tester DHT11 sur Proteus.

```

floathif = dht.computeHeatIndex(f, h);

float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

Serial.print("Humidity: ");

Serial.print(h);

Serial.print(" % ");

Serial.print("Temperature: ");

Serial.print(t);

Serial.print(" \xC2\xB0");

Serial.print("C | ");

Serial.print(f);

Serial.print(" \xC2\xB0");

Serial.print("F ");

Serial.print("Heat index: ");

Serial.print(hic);

Serial.print(" \xC2\xB0");

Serial.print("C | ");

Serial.print(hif);

Serial.print(" \xC2\xB0");

Serial.println("F");}

```

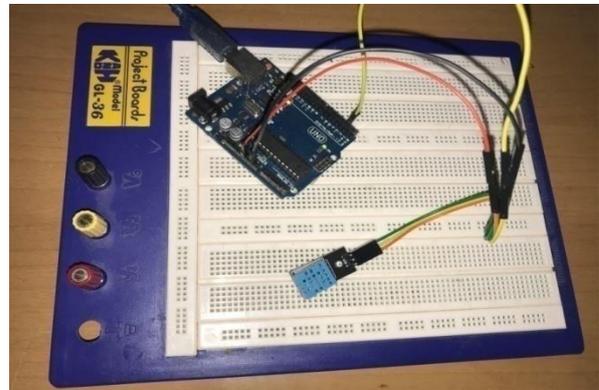


Figure III.6 : test du capteur DHT11.

COM3

Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.30 °C		81.14 °F	Heat index: 26.83 °C		80.30 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.30 °C		81.14 °F	Heat index: 26.79 °C		80.21 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.30 °C		81.14 °F	Heat index: 26.79 °C		80.21 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.30 °C		81.14 °F	Heat index: 26.79 °C		80.21 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.30 °C		81.14 °F	Heat index: 26.79 °C		80.21 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.72 °C		80.09 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.72 °C		80.09 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.72 °C		80.09 °F
Humidity: 34.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.72 °C		80.09 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F
Humidity: 35.00 %	Temperature: 27.20 °C		80.96 °F	Heat index: 26.76 °C		80.17 °F

Figure III.7 : Résultats du test de DHT11.

La figure III.7 montre que le capteur de la température et de l'humidité DHT 11 fonctionne parfaitement, le capteur affiche une température à 27.2 °C et humidité à 35%.

III.4 la réalisation du circuit imprimé :

a. La simulation sur l'ISIS :

Avant de passer à la réalisation de notre système, on a utilisé le logiciel Proteus pour faire la simulation du schéma.

Et pour cela on a commencé par ajouter tous les composants voulus pour effectuer le schéma final. Dans cette étape, nous avons affronté des petits problèmes, par exemple, on n'a pas trouvé tous les composants, donc on les remplacés par d'autres qui ont la même fonctionnalité, et aussi pour les ajouter sur la carte PCB, il faut passer des étapes particulières.

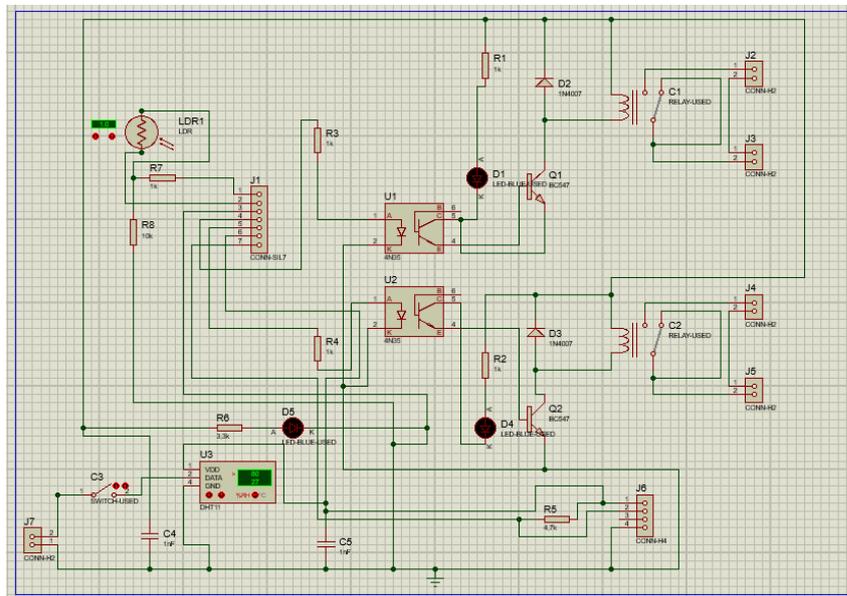


Figure III.8 : Schéma du circuit imprimé sur Proteus.

b. La carte sur PCB Layout :

Cette réalisation a été faite à l'aide du logiciel Proteus.

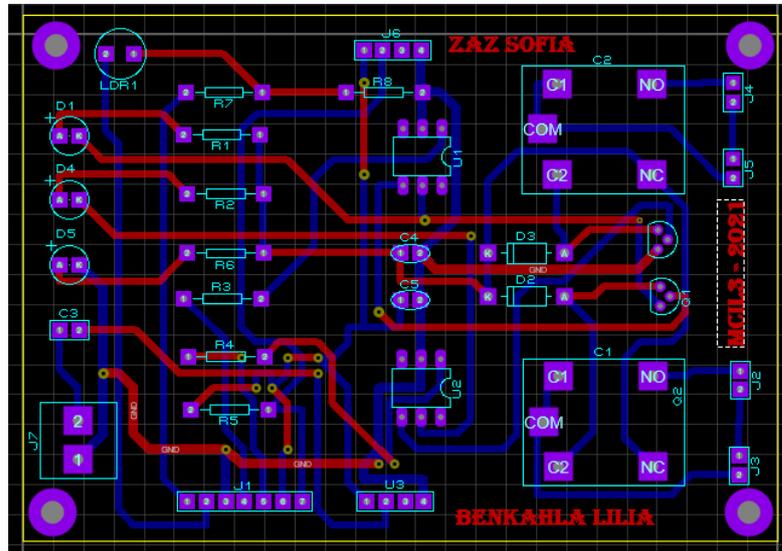


Figure III.9 : Circuit imprimé sur PCB Layout.

c. La visualisation de la carte en 3D :

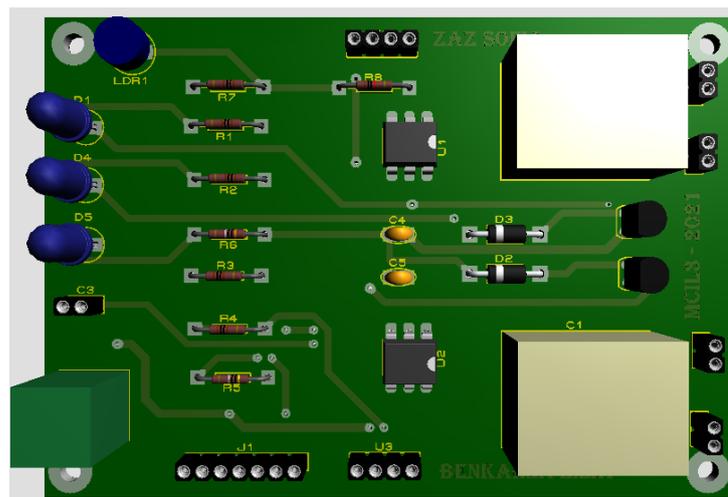


Figure III.10 : Circuit imprimé en 3D

d. Le circuit imprimé :

Après avoir terminé la réalisation de notre carte sur Proteus, on a passé à la réalisation réelle de notre carte qu'elle est de doubles faces.

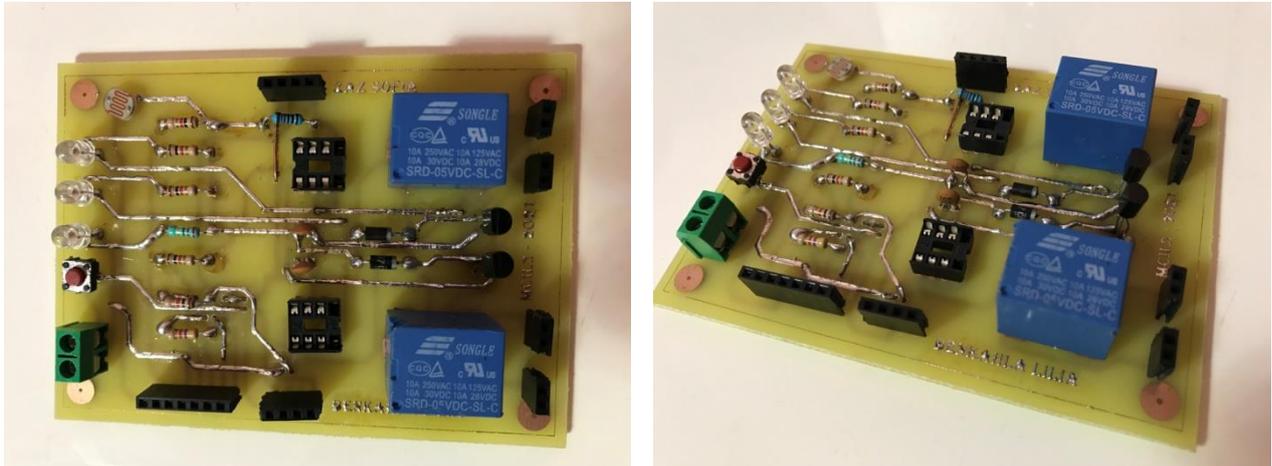


Figure III.11 : Circuit imprimé (1ere face)

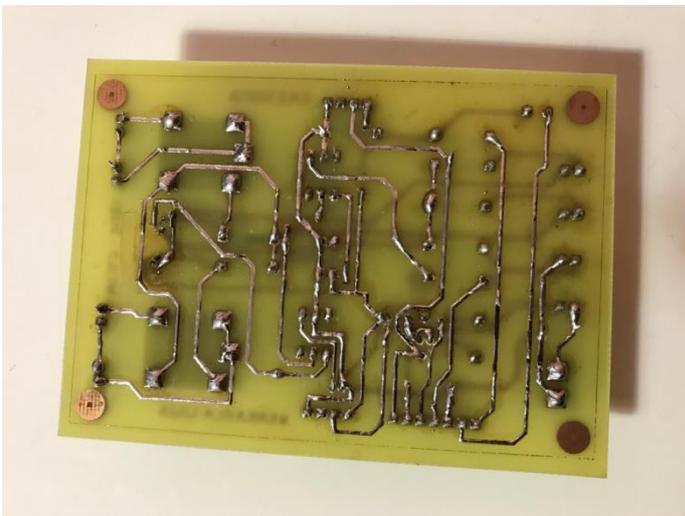


Figure III.12 : Circuit imprimé (2ème face).

e. Le système en marche :

Dans notre système, on a utilisé deux différents capteurs: capteur de lumière (LDR), capteur de température et d'humidité (DHT11). On a connecté les capteurs à des entrées numériques d'ESP8266 où les branches A0 et D4 connectés, respectivement, avec le capteur de

lumière(LDR) et le capteur de température et d'humidité(DHT11). Ensuite, nous avons connecté les branches D6et D7 avec des LEDs, où chaque LED indique l'état d'un capteur, et on lesa relié avec des résistances de 220 ohms, sans oublier que l'alimentation est de 3v.

III.5 Le programme :

Programmation sur l'ArduinoIDE :

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include <DHT.h>

charauth[] = "X-fPL5nEQyrMBphv1bM8AMWt0KfqGMzk";

charssid[] = "Iphone";

char pass[] = "0121200000";

#define DHTPIN 4

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

constint LDR=A0;

intinput_val=0;

BlynkTimer timer;

intLED_ventil = D6;

intLED_lampe = D7;

voidsendSensor(){

float h = dht.readHumidity();

float t = dht.readTemperature();
```

```
input_val=analogRead(LDR);

if (isnan(h) || isnan(t)) {

Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");

return; }

Blynk.virtualWrite(V5, h);

Blynk.virtualWrite(V6, t);

Blynk.virtualWrite(V7, input_val);}

void setup(){

Serial.begin(115200);

Blynk.begin(auth, ssid, pass);

pinMode(LED_ventil, OUTPUT);

pinMode(LED_lampe, OUTPUT);

dht.begin();

timer.setInterval(1000L, sendSensor);}

void loop(){

Blynk.run();

timer.run();}

BLYNK_WRITE(V2) {

int pinValue1 = param.asInt();

if (pinValue1 == 1) {

digitalWrite(LED_ventil, HIGH);

} else {

digitalWrite(LED_ventil, LOW); }
```

```
}  
  
BLYNK_WRITE(V3) {  
  
  int pinValue2 = param.asInt();  
  
  if (pinValue2 == 1) {  
  
    digitalWrite(LED_lampe, HIGH);  
  
  } else {  
  
    digitalWrite(LED_lampe, LOW); } }  
  
_____
```

Après avoir vérifié le code dans le programme IDE Arduino et vu le message (*donecompiling*), on suit la méthode de la mise en marche du système suivra les étapes suivantes :

- Activation du Wi-Fi
- Exécuter l'application Blynk
- Faire transférer le programme à l'ESP8266

Une fois ces trois étapes sont effectuées, la commande *Smartphone* est connecté et de là nous pouvons piloter le système.

Comme vous pouvez le voir, l'application Blynk nous a indiqué la température qui est à 30°, l'humidité qui est à 29 et l'intensité lumineuse qui est 142 dans la figure ci-dessous :



Figure III.13 :Blynk test (Temp = 30°, Hum = 29% et l'intensité lumineuse =142).

Si on veut allumer le ventilateur qui est représenté dans ce cas par la Led rouge, il suffit juste d'appuyer sur ON celle de la case de ventilateur.

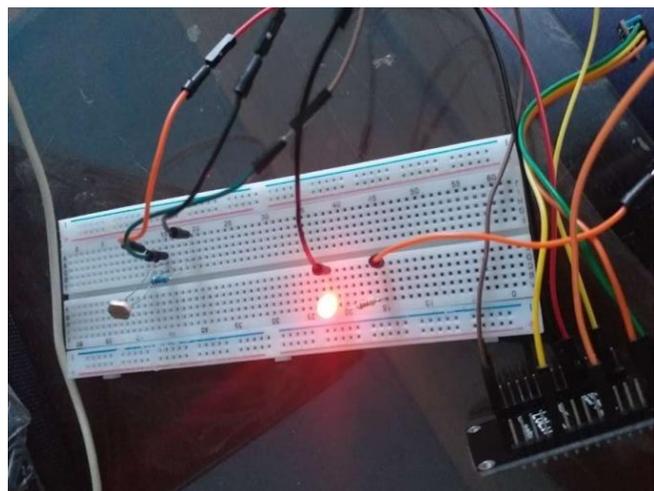


Figure III.15 :L'allumage du ventilateur.

Figure III.14 :Blynk test (Temp = 27.6°, Hum = 26% et l'intensité lumineuse =22).

La même étape pour la lampe, pour l'allumer il suffit juste d'appuyer sur ON qui représente la lampe qui est dans notre cas la Led bleue.

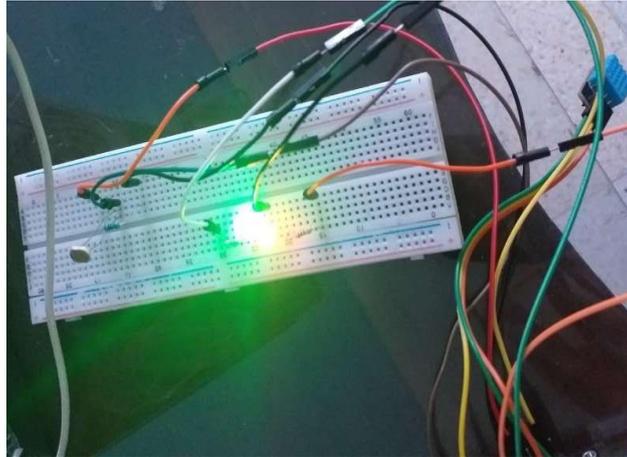


Figure III.16 :L'allumage de la lampe.

III.6 Conclusion :

La conception est une étape très importante qui précède l'implémentation de tout le système. À travers ce chapitre, nous avons pu concevoir le déroulement de notre système, le résultat qu'on a obtenu d'après nos tests, le schéma final sur Proteus et la carte électronique de notre circuit.

Conclusion générale :

Dans ce mémoire, on a présenté une approche pour la réalisation d'une maison intelligente en considérant divers paramètres : la température, l'humidité ainsi que la luminosité.

Cette étude nous a permis de plonger dans le monde d'interfaçage afin d'arriver à réaliser une carte électronique qui communique entre l'application Blynk et la carte Arduino.

En premier lieu, nous avons parlé sur l'internet des objets (définition, ses domaines d'applications) ainsi qu'une bref présentation de la maison intelligente.

Ensuite, nous avons défini la carte Arduino, plus précisément la carte ARDUINO UNO car c'est la base de notre projet, et nous avons aussi essayé de décrire tous les composants nécessaires pour la partie de la réalisation (les capteurs, les LEDs, le module ESP 8266 et l'Arduino IDE pour la programmation, en utilisant une application BLYNK.)

La troisième partie du travail, a été consacrée aux tests et à la mise en marche du système pour enfin arriver à la conception puis la réalisation réelle et virtuelle (la simulation) d'une maison intelligente via un module wifi.

Ce projet nous a permis de faire le lien entre l'étude théorique d'un montage électronique et sa réalisation pratique dans un but de valider nos connaissances théoriques par la pratique.

En effet, l'apport de ce projet se résume surtout dans la découverte d'un nouveau domaine « ce qu'on appelle la domotique », qu'est un domaine très intéressant, très vaste et innovant, de même il nous a apporté énormément de connaissances, et cela nous permet de dire que la période de la réalisation de ce projet était une période éducative.

En conclusion, nous souhaitons vraiment que ce mémoire puisse servir comme élément de base pour d'autres études plus approfondis.

Bibliographie :

- [1] MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER En : Télécommunications
Spécialité : Réseaux Mobiles et Services de Télécommunications Sujet Automatisation
d'une maison intelligente via une application Android.
- [2] article site web <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/systemes-embarques-42588210/introduction-a-l-internet-des-objets-h8050/composants-materiels-de-l-internet-des-objets-h8050niv10004.html>
- [3] Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Informatique de walid hadjadj <http://bib.univoeb.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/6921/1/m%C3%A9moire%20final%20walid%20hadjadj.pdf>
- [4] Article site web inversé du livre Arduino - Apprendre à développer pour créer des
objets intelligents <https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=4db616cbf437e93b55a4f8732e168f89>.
- [5] article web par Arduino France Sur Arduino Uno : Avantages, inconvénients, utilisation
et fonctionnement <https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/>.
- [6] Article web par Xukyo | 25 Août 2020 | Pilotez un NodeMCU ESP8266 à l'aide d'une
interface web <https://www.aranacorp.com/fr/pilotez-un-nodemcu-esp8266-a-laide-dune-interface-web/>.
- [7] documentation française de blynk <https://booteille.github.io/blynk-docs-fr/>.

Référence des figures :

- [1] <https://fr.theepochtimes.com/linternet-des-objets-un-marche-en-pleine-effervescence-3668.html>.
- [2] <https://blogue.bestbuy.ca/maison-intelligente/quel-est-lecosysteme-fait-pour-vous-et-votre-maison-intelligente>.
- [3] <https://fr.aldar.ma/2913.html>
- [4] <https://itsocial.fr/enjeux-it/enjeux-utilisateurs/poste-de-travail/ville-intelligente-service-digital-workspace/>
- [5] <https://safesmart.city/fr/maison-connectee/>
- [6] <https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx>.
- [7] https://physique-microcontrolleurs.readthedocs.io/fr/latest/3_bases/5_can_tension.html
- [8] https://physique-microcontrolleurs.readthedocs.io/fr/latest/3_bases/1_output_led.html
- [9] <https://www.playhooky.fr/technologie/arduino/>
- [10] <https://booteille.github.io/blynk-docs-fr/>