

الجـمهـوريـةـ الـدـيـقـراـطـيـةـ الشـعـبـيـةـ زـائـرـيـةـ الـدـيـقـراـطـيـةـ الشـعـبـيـةـ

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزـارـةـ التـعـلـيمـ العـالـيـ والـبـحـثـ العـلـمـيـ

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جـامـعـةـ الدـكـتـورـ الطـاهـرـ مـولـايـ سـعـيـدةـ

Université Saida Dr Tahar Moulay –

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Projet de fin d'études présenté pour l'obtention du Diplôme de MASTER

**En :** Automatique

**Spécialité :** Automatique et Systèmes

**Par :** BOURAHLA Youcef et GUENDOUZ Mohamed

**Sujet**

### **Conception et réalisation d'un système d'IoT pour le contrôle et le suivi à distance d'une maison intelligente**

Soutenu publiquement en .../06/2022 devant le jury composé de :

<b>Mr. BENMAHDJOUR Mohamed</b>	Univ. Saida	Président
<b>Mr. GUENDOUZ Mohamed</b>	Univ. Saida	Rapporteur
<b>Mr MOSTEFAI Lotfi</b>	Univ. Saida	Examinateur

# *Remerciements*

*En premier lieu, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail sans lequel nous n'aurions pas pu progresser.*

*Nous remercions grandement notre Encadreur « Guendouz Mohamed » de nous avoir fait confiance. Nous tenons à citer dans ces remerciements les membres du jury qui ont bien voulu examiner et juger notre travail.*

*Nos profondes gratitude et salutation vont à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à L'achèvement de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Nous dédions ce grand travail à ceux qui nous ont donné la vie, nos chers parents qui se sont sacrifiés jour et nuit pour notre bonheur et notre réussite, et ont fait de sorte que rien ne nous manque. Que dieu les garde et les protège.*

*À nos frères et sœurs, camarades, et amis, à qui nous souhaitons plein de bonheur et de réussite dans leurs vies. À tous ceux qui nous sont chers. À tous ceux que nous connaissons de près ou de loin. À tous ceux que nous aimons. Et à tous ceux qui nous aiment. Nous vous dédions ce travail.*

*Bourahla youcef*

# *Dédicaces*

*Nous dédions ce grand travail à ceux qui nous ont donné la vie, nos chers parents qui se sont sacrifiés jour et nuit pour notre bonheur et notre réussite, et ont fait de sorte que rien ne nous manque. Que dieu les garde et les protège.*

*À nos frères et sœurs, camarades, et amis, à qui nous souhaitons plein de bonheur et de réussite dans leurs vies.*

*À tous ceux qui nous sont chers. À tous ceux que nous connaissons de près ou de loin. À tous ceux que nous aimons. Et à tous ceux qui nous aiment. Nous vous dédions ce travail.*

*Guendouz Mohamed*



## Résumé :

L'internet s'est développé sensiblement surtout ces derniers temps. De nos jour l'utilisation de l'internet n'est pas limité à la gestion des réseaux, mais aussi s'est étendu à la gestion des objets, et ça ce qu'est appelé Internet des objets, parmi les domaines les plus en vue de l'utilisation de cette nouvelle technologie est le domaine de domotique ce qui est actuellement appelé la maison Intelligente. De fait, le marché de la maison Intelligente devrait connaitre une requête croissante, en raison de la disponibilité des équipements de confort et de protection, ainsi que l'économie d'énergie. Dans le cadre de notre projet de recherche, nous visons à intégrer la technologie Internet des objets dans une maison Intelligente, en utilisant des Solutions open source.

**Mots clé :** Maison intelligente, internet des objets, Arduino, domotique, ESP8266

## Abstract:

In recent years, Internet has come a long way. Currently, the use of the Internet isn't limited to managing networks, but it also extends to managing objects, and the so-called Internet of Things is one of the most advanced fields. Looking at the use of This new technology such as the field of home automation, aka the smart home. In fact, the smart home market is expected to increase in demand owing to the access of comfort and protection devices and rising energy costs. As part of this research project, we want to use open-source solutions to integrate IoT technology into smart homes.

**Keywords:** Smart home, internet of things, Arduino, home automation, ESP8266.

## ملخص :

لقد قطع الإنترن特 شوطا طويلا، وخاصة في الآونة الأخيرة. اليوم، لا يقتصر استخدام الإنترن特 على إدارة الشبكات بل يمتد أيضاً إلى إدارة الأشياء. وهذا ما يسمى بإنترن特 الأشياء، والتطبيق الأكثر شيوعاً لهذه التقنية الجديدة هو حالياً في مجالاليات المنزل. يسمى المنزل الذكي. في الواقع، من المتوقع أن يزداد الطلب في سوق المنازل الذكية بسبب توفيرها للراحة والحماية ولتقليصها لتكليف الطاقة. في هذا المشروع البحثي، نهدف إلى دمج تقنيات إنترنوت الأشياء في المنازل الذكية باستخدام حلول مفتوحة المصدر

الكلمات المفتاحية : المنزل الذكي، إنترنوت الأشياء، الاردوينو، التشغيل الالى للمنزل

# Table des matières

<i>INTRODUCTION GENERALE</i> .....	<i>I</i>
<i>Chapitre I : Généralités sur Le Smart Home</i> .....	<i>1</i>
I.1    Introduction .....	1
I.2    Historique.....	1
I.3    Smart home (maisons intelligente).....	2
I.3.1 Définition .....	2
I.4    Fonctionnements du les maisons intelligentes.....	3
I.5    Les critères du Smart Home.....	4
I.5.1 La santé .....	5
I.5.2 La sécurité .....	5
I.5.3 Le confort .....	6
I.5.4 La communication.....	6
I.5.5 L'économie d'énergie.....	8
I.6    Les avantages et les inconvénients .....	8
I.6.1 Les avantages .....	8
I.6.2 Les inconvénients .....	9
I.7    Conclusion.....	9
<i>Chapitre II : Internet Des Objets (IOT)</i> .....	<i>10</i>
II.1    Introduction.....	10
II.2    Internet Des Objets (IOT) .....	10
II.2.1 Définition de l'IOT .....	10
II.3    Fonctionnement de l'IoT .....	11
II.4    Technologies de l'IOT.....	12
II.5    Protocoles de communication pour l'IoT.....	12
II.5.1 Le Wi-Fi.....	12
II.5.2 Z-Wave, Zig Bee.....	13
II.5.3 Bluetooth.....	14
II.5.4 Wirepas .....	14

II.5.5 RFID et NFC .....	15
<b>II.6 Domaine d'application de l'IOT .....</b>	<b>15</b>
II.6.1 Smart Home .....	15
II.6.2 L'énergie.....	16
II.6.3 Transport .....	17
II.6.4 Santé.....	17
II.6.5 Industrie .....	18
II.6.6 Agriculture .....	18
<b>II.7 Conclusion.....</b>	<b>19</b>
<i>Chapitre III : Présentation d'Arduino, d'ESP8266 et d'Arduino IoT Cloud.....</i>	<b>20</b>
<b>III.1 Introduction.....</b>	<b>20</b>
<b>III.2 La carte Arduino.....</b>	<b>20</b>
III.2.1 Définition.....	20
III.2.2 Applications .....	20
III.2.3 Le Types d'Arduino .....	21
<b>III.3 La carte Arduino UNO .....</b>	<b>21</b>
III.3.1 Spécifications techniques de la carte Arduino UNO.....	22
III.3.2 Alimentation .....	23
III.3.3 Mémoire.....	24
III.3.4 Entrées/ Sorties de la carte Arduino UNO .....	24
III.3.5 Les sorties numériques .....	25
III.3.6 Les entrées numériques.....	26
III.3.7 Les entrées analogiques .....	26
III.3.8 Les sorties analogiques .....	26
III.3.9 Communication.....	27
<b>III.4 Carte Arduino Méga.....</b>	<b>28</b>
<b>III.5 La carte NODEMCU (ESP8266) .....</b>	<b>29</b>
III.5.1 Définition.....	29
III.5.2 Les entrées sorties de la carte NODEMCU .....	30
III.5.3 Alimentation .....	30
III.5.4 Les broches de NodeMCU.....	30
III.5.5 La mémoire .....	31
III.5.6 Programmation .....	31

<b>III.6</b>	<b>ESP8266 12E.....</b>	<b>32</b>
III.6.1	Caractéristiques.....	32
III.6.2	Présentation .....	33
III.6.3	Comparaison entre NodeMCU et Arduino .....	33
<b>III.7</b>	<b>Plateforme de programmation Arduino .....</b>	<b>34</b>
<b>III.8</b>	<b>Arduino IoT Cloud.....</b>	<b>36</b>
<b>III.9</b>	<b>Présentation des capteurs et des modules utilisés dans le projet .....</b>	<b>39</b>
III.9.1	Capteur d'humidité et de température DHT11 .....	39
III.9.2	Module Relais 5V 1 canal 220V 10A .....	40
III.9.3	Module de Relais à 8 canaux .....	41
<b>III.10</b>	<b>Les avantages de l'Arduino .....</b>	<b>42</b>
<b>III.11</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>
<i>Chapitre IV : Conception et Réalisation du projet.....</i>		<b>43</b>
<b>IV.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.2</b>	<b>Contexte du projet .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.3</b>	<b>Présentation du Système.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.4</b>	<b>Les objectifs réalisés.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.5</b>	<b>Réalisation de la maquette .....</b>	<b>41</b>
IV.5.1	Le schéma théorique du montage : .....	42
<b>IV.6</b>	<b>Alimentation du système smarte house .....</b>	<b>42</b>
IV.6.1	Partie commande .....	42
IV.6.2	Partie puissance .....	42
<b>IV.7</b>	<b>Écriture des programmes des commandes .....</b>	<b>43</b>
IV.7.1	Fonction d'acquisition de température/humidité .....	43
IV.7.2	Système de gestion de l'éclairage .....	44
IV.7.3	Script du programme Arduino du projet.....	45
<b>IV.8</b>	<b>Développement de l'application Android.....</b>	<b>46</b>
IV.8.1	Le système Android.....	46
IV.8.2	L'application Android du projet .....	46
<b>IV.9</b>	<b>Résultats pratiques.....</b>	<b>47</b>

<b>IV.10 Conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b><i>CONCLUSION GENERALE .....</i></b>	<b>49</b>
<b><i>BIBLIOGRAPHIE .....</i></b>	<b>50</b>
<b><i>Annexes.....</i></b>	<b>53</b>

# Liste des Figures

Figure I.1: Photo du portail électrique de « villa electra » de G.Knap.....	1
Figure I.2: Exemple de maison « intelligente ».source : Mécanique populaire – avril 1954.....	2
Figure I.3: Maison intelligente. ....	3
Figure I.4: la circulation des informations dans une maison intelligente.....	4
Figure I.5: Les différents domaines d'application du smart home.....	4
Figure I.6: Exemples des applications de la santé domotique.....	5
Figure I.7: La sécurité dans une maison connectée.....	6
Figure I.8: La maison intelligente un meilleur confort de vie.....	6
Figure I.9: La communication dans la Smart Home. ....	7
Figure II.1: Internet Des Objets(IOT). ....	10
Figure II.2: Logo de Wifi. ....	12
Figure II.3: Logo de Zig Bee. ....	13
Figure II.4: Logo de Bluetooth. ....	14
Figure II.5: Logo de Wirepas. ....	14
Figure II.6: Logo de RFID. ....	15
Figure II.7: Internet des objets dans le smart home. ....	16
Figure II.8: L'IDO dans le secteur d'énergie. ....	16
Figure II.9: IDO dans le transport. ....	17
Figure II.10: Applications et objets connecté de santé.....	17
Figure II.11: Internet des objets dans l'industrie.....	18
Figure II.12: IOD dans l'agriculture.....	18
Figure III.1: Exemples des cartes Arduino.....	20
Figure III.2: le type d'Arduino. ....	21
Figure III.3: la carte Arduino UNO.....	22
Figure III.4: les entrées/sorties numérique de la carte Arduino UNO.....	25
Figure III.5: Les entrées analogiques de la carte Arduino UNO.....	26
Figure III.6: Carte Arduino Méga 2560 et Carte microcontrôleur ATmega2560. ....	28
Figure III.7: Les différentes versions de l'ESP8266. ....	29
Figure III.8: NodeMCU ESP826.....	29
Figure III.9: Carte NodeMCU. ....	30

Figure III.10: Les entrés et les sorties de NodeMCU.....	30
Figure III.11: Branchage carte NodeMCU.....	31
Figure III.12: ESP8266 12E et leur description.....	32
Figure III.13: Interface de logiciel arduino. ....	34
Figure III.14: Détail de barre de bouton.....	35
Figure III.15: Structure d'un programme en Arduino.....	35
Figure III.16: Structure d'un programme Arduino. ....	36
Figure III.17: Arduino IoT Cloud.....	36
Figure III.18: Accès à la plateforme Arduino IoT Cloud.....	37
Figure III.19: Interface création des objets. ....	38
Figure III.20: Accès aux dashboards. ....	38
Figure III.21: Capteur DHT11.....	39
Figure III.22: Branchement du capteur DHT11 avec la carte Arduino.....	40
Figure III.23: Module relais 5V 1c.....	41
Figure III.24: Module de relais 5V à 8 canaux.....	42
Figure IV.1 : Système de La maison intelligente. ....	40
Figure IV.2: plan 2D de la maquette et plan 3D de la maquette. ....	41
Figure IV.3: la maison en bois. ....	41
Figure IV.4: Schéma théorique du montage du système.....	42
Figure IV.5: La phase de la réalisation de la fonction d'acquisition de température/ humidité. ....	43
Figure IV.6: Organigramme de la fonction d'acquisition de température/humidité. ....	44
Figure IV.7: Organigramme du système de l'éclairage. ....	45
Figure IV.8: montre le schéma de câblage du système de l'éclairage.....	45
Figure IV.9 : Capture d'écran principal de l'application Android du projet.....	47
Figure IV.10: Photos de la réalisation finale de maquette de maison. ....	48

## Liste des Tableau

Tableau III.1: Caractéristique techniques de la carte Arduino UNO. ....	22
Tableau III.2 : Les types de mémoires d'un Arduino UNO. ....	24
Tableau III.3 : Comparaison entre les caractéristiques de la carte Arduino UNO et Arduino Méga 2560. ....	29
Tableau III.4 : Comparatif entre NodeMCU et Arduino. ....	33

## **Liste des Annexes**

Annexe 1 : SmartHome_Thing_nov19a.ino.....	53
Annexe 2 : thingsProperties.h .....	56
Annexe 3 : arduino_secrets.h .....	57

# Liste des Abréviations

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronic Engineers.

**RF:** radio frequency

**TCP:** Transmission Control Protocol

**IP:** Internet Protocol

**LAN:** Local Area Network

**WAN:** Wide area network

**Zig bee:** Zig Zag like a bee

**FTP:** File Transfer Protocol

**Http:** Hypertext Transfer Protocol

**WPAN:** Wireless Personal Area Networks

**AP:** Access point

**WIFI:** Wireless Fidelity

**RFID:** radio frequency identification

**IOT:** Internet of Things

**GPS:** Global Positioning System

**EEPROM:** Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

**IDE:** integrated development environment

**DC:** Direct Current (Courant Continue).

**AC:** Alternating Current (Courant Alternatif).

**GND:** Ground (Le fil de Terre).

**IR:** Infrarouge.

**LED:** Light-Emitting Diode (Diode Electroluminescent).

**VCC :** Voltage Continuos Current

**Tx :** la sortie série

**E/S :** Entrés / Sorties.

**IdO :** Internet des Objets.

**M2M:** Machine to Machine.

# INTRODUCTION GENERALE

---

---

L'évolution de la technologie et du mode de vie, nous permet aujourd'hui de prévoir des espaces de travail et de logement mieux adaptés. De même, La majorité des individus, et plus particulièrement les personnes âgées, passent beaucoup de leurs temps à domicile, d'où l'influence considérable de l'habitat sur la qualité de vie. L'amélioration du sentiment de sécurité et de confort dans l'habitat apparaît donc comme une tâche d'une grande importance sociale.

La domotique ou encore la maison intelligente est définie comme une résidence équipée de plusieurs technologies qui vise à assister l'habitant dans les situations diverses de la vie domestique, en améliorant le confort et simplifient un certain nombre de tâches. Elle regroupe les technologies de l'électronique, de l'automatique, de l'informatique et des télécommunications permettant d'améliorer le confort (commande à distance d'appareils ou équipement, gestion d'arrosage...), la sécurité (protection contre les intrusions, détection d'incendie...), la communication et la gestion d'énergie (gestion du climatiseur, d'éclairage ...).

C'est dans ce cadre que se situe notre projet de fin d'études intitulé « **Conception et réalisation d'un système d'IoT pour le contrôle et le suivi à distance d'une maison intelligente** ».

Ce projet a pour objectif de réaliser un système domotique intelligent permettant le pilotage, la commande et la surveillance des différents dispositifs disponibles dans une maison, ainsi que la conception et la réalisation d'un prototype d'une maison où sera installé notre système. Pour ce faire, nous allons diviser notre mémoire en quatre chapitres :

- Le premier chapitre consiste à identifier la maison intelligente d'abord, on va commencer avec une présentation générale de la domotique ainsi ses secteurs d'application et les différents types de technologies utilisées.
- Le second chapitre présente un aperçu général sur l'internet des objets ainsi ses domaines d'applications et les différents composants trouvés dans une maison connectée.

- Le troisième chapitre introduit la carte Arduino UNO, la carte NodeMCU ESP8266 vu leurs performances techniques intéressantes et la présentation de la plateforme Arduino IoT Cloud.
- Le quatrième chapitre vise à la conception et la réalisation d'une maison intelligente standard avec des fonctionnalités simples.

# Chapitre I : Généralités sur La Smart Home

---

---

## Sommaire

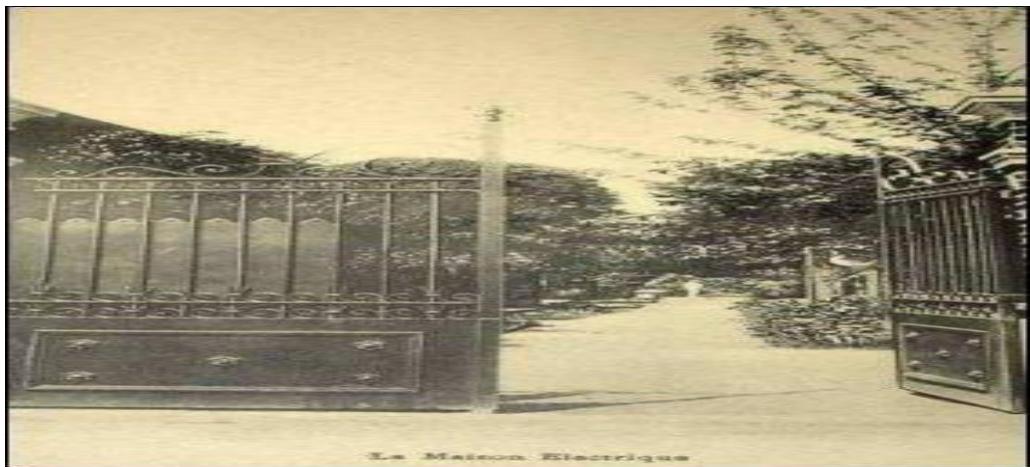
<b>I.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>I.2</b>	<b>Historique.....</b>	<b>1</b>
<b>I.3</b>	<b>Smart home (maisons intelligente).....</b>	<b>2</b>
I.3.1	Définition .....	2
<b>I.4</b>	<b>Fonctionnements du les maisons intelligentes.....</b>	<b>3</b>
<b>I.5</b>	<b>Les critères du Smart Home.....</b>	<b>4</b>
I.5.1	La santé .....	5
I.5.2	La sécurité .....	5
I.5.3	Le confort .....	6
I.5.4	La communication.....	6
I.5.5	L'économie d'énergie.....	8
<b>I.6</b>	<b>Les avantages et les inconvénients .....</b>	<b>8</b>
I.6.1	Les avantages .....	8
I.6.2	Les inconvénients .....	9
<b>I.7</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>9</b>

## I.1 Introduction

Les besoins de l'homme évoluent avec le développement de la technologie. La maison est l'une des besoins la plus importante pour l'homme. Les maisons ont connu un grand développement depuis l'origine humaine, passant de la maison d'argile et de bois dans les premiers siècles à une maison intelligente dans ce moment qui répond à toutes les conditions de confort et de luxe. Imaginez une maison où il y aurait l'électricité dans toutes les pièces : il suffirait d'appuyer sur un interrupteur pour allumer la lumière. Mais, cette maison idéale est en constante évolution.

Aujourd'hui, c'est une maison non seulement automatisée mais aussi intelligente ! Cette maison est représentée depuis de nombreuses années dans la littérature ou encore dans des films de science-fiction. Depuis de nombreuses années les chercheurs et les ingénieurs veillent à ce que cette maison devienne réalité [1].

## I.2 Historique



*Figure I.1: Photo du portail électrique de « villa electra » de G.Knap.*

Aux débuts de 19ème siècle, Georgia Knap a créé sa première maison électrique, l'idée de la maison électrique s'appuie sur l'essor de l'électricité, tout y fonctionne à l'électricité, l'un des merveilleux aspects de cette maison on le retrouve par exemple dans la chambre à coucher, un système qui contient un microphone et un haut-parleur dissimulés dans un lustre pour faire des conversations à distance, et il peut même servir à l'espionnage [2].

A cette époque, un électricien peut réaliser toute installation électrique d'une maison, mais avec la domotique les compétences requises ont augmenté (Électronique, informatique, automatisme, télécommunications), cette nouvelle notion est apparue aux années 70s, elle vise à

automatiser et à améliorer les performances de nos maisons tout en réduisant les coûts de consommation énergétique des équipements [3].

Il y eut quelques réalisations pratiques dans les années 1950-1960 : la revue Mécanique populaire d'avril 1954 montre un exemple de maison « intelligente » à Los Angeles (figure 1.2) [4].



*Figure 1.2: Exemple de maison « intelligente ».source : Mécanique populaire – avril 1954*

### I.3 Smart home (maisons intelligente)

#### I.3.1 Définition

Une maison intelligente, est une maison qui intègre des systèmes d'automatisation avancés (technologies informatiques) pour fournir aux habitants un contrôle sur les fonctions .De la maison. Par exemple, une maison intelligente peut contrôler les opérations d'éclairage, de température, de multimédia, ainsi que de nombreuses autres fonctions [2].

Une maison intelligente fait référence à une configuration domestique pratique où les appareils peuvent être automatiquement contrôlés à distance, depuis n'importe où avec une connexion Internet à l'aide d'un appareil mobile ou d'un autre appareil en réseau. Les appareils d'une maison intelligente sont interconnectés via Internet, ce qui permet à l'utilisateur de contrôler à distance des fonctions telles que l'accès sécurisé à la maison, la température ...etc.



*Figure I.3: Maison intelligente.*

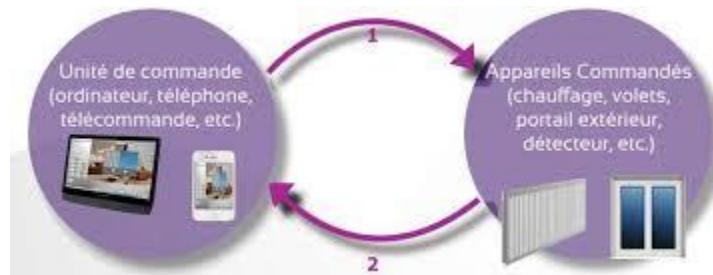
Tout simplement une maison intelligente est « Une habitation équipée d'un réseau de communication reliant au moins deux produits électroniques ou services, qui permet le contrôle ou le suivi à distance » [5].

#### **I.4 Fonctionnements du les maisons intelligentes**

Les appareils d'une maison intelligente sont connectés les uns aux autres et sont accessibles via un point central : un smartphone, une tablette, un ordinateur portable ou une console de jeu. Les serrures de porte, les téléviseurs, les thermostats, les moniteurs domestiques, les caméras, les lumières et même les appareils tels que le réfrigérateur peuvent être contrôlés via un seul système domotique. Le système est installé sur un appareil mobile ou un autre appareil en réseau, et l'utilisateur peut planifier des tâches spécifiques.

Les appareils électroménagers intelligents sont dotés des compétences d'auto-apprentissage afin qu'ils puissent apprendre les horaires du propriétaire et faire les ajustements nécessaires. Les maisons intelligentes dotées d'un contrôle de l'éclairage permettent aux propriétaires de réduire leur consommation d'électricité et de bénéficier d'économies liées à l'énergie. Certains systèmes domotiques alertent le propriétaire si un mouvement est détecté dans la maison lorsqu'il est absent, tandis que d'autres peuvent appeler les autorités - police ou pompiers - en cas de situation

imminente. Le schéma simplifié, ci-dessous, permet de mieux comprendre la circulation des informations dans une maison « intelligente » [6].



*Figure I.4: la circulation des informations dans une maison intelligente.*

## I.5 Les critères du Smart Home

La maison intelligente utilise plusieurs critères clés : l'économie d'énergie, la sécurité, le confort de vie, la santé, etc... [7].



*Figure I.5: Les différents domaines d'application du smart home.*

### I.5.1 La santé

La maison intelligente trouve aujourd’hui de nouvelles applications dans le domaine de la santé. En installant des systèmes dans les maisons des personnes en situation de handicap, atteintes de maladies neuro-dégénératives telles que la maladie d’Alzheimer ou encore des personnes âgées, il est possible de les aider dans leur quotidien. Cela permet également à la personne d’être suivie à distance. Grâce à la domotique, on peut détecter quand une personne est malnutrition ou déshydratée [8].



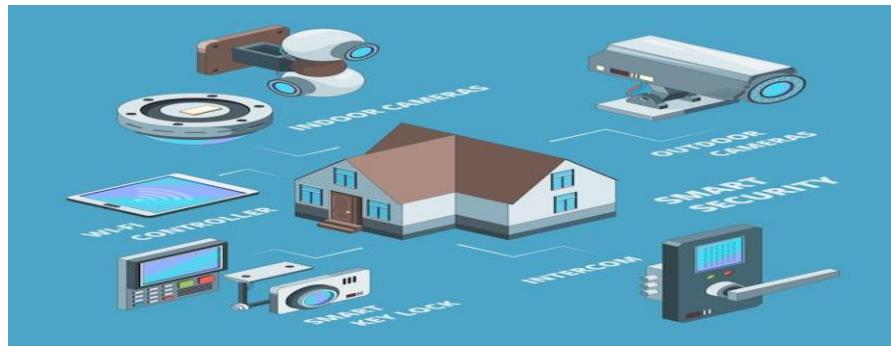
*Figure I.6: Exemples des applications de la santé domotique.*

Si le comportement est considéré comme « préoccupant », il est alors possible d’alerter la famille ou les secours selon les scénarios programmés dans l’interface de commande [9].

### I.5.2 La sécurité

En termes de sécurité, la maison intelligente vous permet de dormir sain et sauf, même quand vous partez en vacances. C'est simple, il est possible de programmer les lumières pour qu'elles s'allument toutes seules et sa permette d'éviter les intrus de la maison.

Vos alarmes et vos caméras de surveillance ou vos détecteurs d'intrusion sont aussi programmables et pilotables à distance. Cela peut être rassurant pour des personnes âgées par exemple, ou bien lorsque vous n'êtes pas chez vous [10].



*Figure I.7: La sécurité dans une maison connectée.*

### I.5.3 Le confort

L'installation domotique permettre d'avoir un confort en permanence.



*Figure I.8: La maison intelligente un meilleur confort de vie.*

Ouvrir le portail sans descendre de voiture, allumer automatiquement la lumière, programmer une ambiance sonore dans la maison, déclencher la préparation du café avant le réveil, adapter la température aux conditions extérieures, ... autant des fonctionnalités qui peuvent devenir indispensables [10].

### I.5.4 La communication

La communication de la maison intelligente est connection entre de l'informatique, de la télécom et l'électronique. Au royaume des normes domotique, il est difficile de se retrouver [11].

On trouve des types différents de la communication dans la maison intelligente :

**io-homecontrol** est une technologie Radio sans fil et sécurisée, partagée par des spécialistes de l'habitat avec une communication bidirectionnelle .

**Bluetooth**, protocole radio permettant une communication transparente entre tous les équipements situés dans un périmètre de quelques mètres .

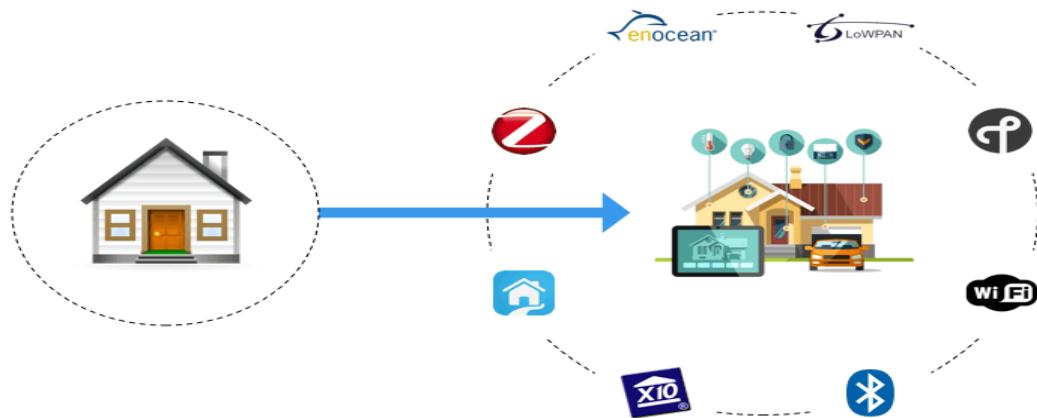
**dSP** (Digital Signal Processor) utilisé dans les amplificateurs de home cinéma pour gérer la diffusion du signal sonore vers les enceintes du système (domotique audio) .

**xPL** : protocole de gestion domotique ultime (libre, simple et documenté) pour faire communiquer l'ensemble des équipements de l'installation .

**peer-to-peer** (P2P), échange de données entre deux ordinateurs reliés à Internet. Etablit un lien direct entre les deux machines sans nécessiter de serveur central .

**Ethernet**, protocole de communication permettant le transport d'informations sur un réseau informatique .

**ZigBee**, protocole de haut niveau permettant la communication de petites radios, à consommation réduite pour les réseaux à dimension personnelle.



*Figure I.9: La communication dans la maison intelligente.*

## I.5.5 L'économie d'énergie

En gérant les volets selon la saison, ainsi que le chauffage, le système domotique vous permet d'économiser de l'énergie, et donc de l'argent, même si au départ on ne recherchait que le confort en plus. La consommation d'énergie peut être suivie très finement, qu'il s'agisse de votre consommation d'électricité, d'eau, et même de gaz.

Le simple fait d'activer l'alarme en partant va passer le chauffage en mode éco, et éteindre toutes les lampes et les appareils restés en veille, réduisant ainsi votre consommation d'énergie en votre absence, c'est cela la maison intelligente [12].

## I.6 Les avantages et les inconvénients

Comme tous les projets la maison intelligente contient des avantages et des inconvénients parmi ces derniers on cite.

### I.6.1 Les avantages

- Le principal avantage de la domotique est l'amélioration du quotidien au sein de la maison, du point de vue du confort, la sécurité et la gestion de l'énergie.
- Ce type d'équipement vous simplifie la vie et optimise votre confort en adaptant votre maison à différents scénarios de la vie quotidienne.
- Il vous permet notamment d'éteindre tous vos appareils électriques et de mettre l'alarme quand vous quittez votre domicile, de régler des ambiances lumineuses (ambiance lecture, ambiance relaxation avec lumières tamisées), de vous réveiller dans un habitat chauffé où le café est déjà prêt, d'enclencher automatiquement l'arrosage ou l'ouverture des volets chaque matin.
- La domotique permet aussi de réaliser des économies d'énergie grâce à la gestion automatique du chauffage, de la climatisation et de l'éclairage et à la programmation des appareils électroménagers en heures creuses.
- Elle a pour avantage d'améliorer la sécurité grâce à des alarmes, des systèmes d'ouverture automatique de la porte (reconnaissance vocale, carte magnétique...)
- En cas de tentative d'intrusion dans la maison, un appel téléphonique automatique peut contacter le propriétaire ou une entreprise de sécurité.

- Enfin, ces différentes technologies constituent une aide précieuse pour les personnes dépendantes et handicapées [13].

## I.6.2 Les inconvénients

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 deuxième inconvénient est le verrouillage qu'offrent certaines marques dans leurs produits ne permettant pas d'avoir un logiciel ouvert [13].

## I.7 Conclusion

A travers le temps, la maison intelligente deviendra une nécessité, car elle offre beaucoup plus de maîtrise aux personnes qui y habitent. Ce chapitre représente une initiation ou un point de départ pour la réalisation d'un projet domotique, en exposant les principaux éléments qui permettent de comprendre le fonctionnement et la constitution d'un système domotique.

Le prochain chapitre est dédié à la technologie Internet des objets qui constitue un grand essor pour le domaine de l'internet dans les maisons intelligentes.

# Chapitre II : Internet Des Objets (IOT)

---

---

## Sommaire

<b>II.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>10</b>
<b>II.2</b>	<b>Internet Des Objets (IOT) .....</b>	<b>10</b>
	II.2.1 Définition de l'IOT .....	10
<b>II.3</b>	<b>Fonctionnement de l'IoT .....</b>	<b>11</b>
<b>II.4</b>	<b>Technologies de l'IOT.....</b>	<b>12</b>
<b>II.5</b>	<b>Protocoles de communication pour l'IoT.....</b>	<b>12</b>
	II.5.1 Le Wi-Fi.....	12
	II.5.2 Z-Wave, Zig Bee.....	13
	II.5.3 Bluetooth.....	14
	II.5.4 Wirepas .....	14
	II.5.5 RFID et NFC .....	15
<b>II.6</b>	<b>Domaine d'application de l'IOT .....</b>	<b>15</b>
	II.6.1 Smart Home .....	15
	II.6.2 L'énergie.....	16
	II.6.3 Transport .....	17
	II.6.4 Santé.....	17
	II.6.5 Industrie .....	18
	II.6.6 Agriculture .....	18
<b>II.7</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>19</b>

## II.1 Introduction

Le terme Internet des objets ou en anglais (Internet of Things) a été utilisé pour la première fois en 1990. Mais l'idée réelle d'appareils connectés existe depuis plus longtemps, du moins depuis les années 70. A l'époque, l'idée était souvent appelée "Internet embarqué" ou "informatique omniprésente". Le terme actuel «Internet of Things» a été inventé par Kevin Ashton en 1999.

L'internet des objets consiste de manière simplifiée à connecter des objets. En quelque sorte il s'agit de l'extension de l'Internet au monde réel des objets qui nous entourent. Elle apporte un grand bénéfice : simplification des tâches quotidiennes, meilleur gestion de l'énergie, facilite la vie à la personne handicapée, amélioration des suivis de santé...

Dans ce chapitre, nous définissons de manière générale l'internet des objets.

## II.2 Internet Des Objets (IOT)

Pour définir le concept de l'Internet of Things (IoT) évoqué tout au long de ce document, nous exposons, pour commencer, les différentes définitions de l'IoT existant dans la littérature pour ensuite mettre l'accent sur son fonctionnement et enfin, terminer par ses domaines d'applications.

### II.2.1 Définition de l'IOT

« Un réseau de réseaux qui permet, via des dispositifs d'identification électronique d'entités physiques ou virtuelle dit « objets connectés », et des systèmes de communication appropriés sans fils notamment, de communiquer directement sans ambiguïté, y compris au travers de l'internet, avec ces objets connectés et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter sans continuité des données s'y rattachant » [14].



**Figure II.1: Internet of Things (IOT).**

## II.3 Fonctionnement de l’IoT

L’Internet of Things (IoT) permet l’interconnexion des différents objets intelligents via l’Internet. Ainsi, pour son fonctionnement, plusieurs systèmes technologiques sont nécessaires. Citons quelques exemples de ces technologies. « L’IoT désigne diverses solutions techniques (RFID, TCP/IP, technologies mobiles, etc.) Qui permettent d’identifier des objets, de capter, stocker, traiter, et transférer des données dans les environnements physiques, mais aussi entre des contextes physiques et des univers virtuels. » [15].

En effet, bien qu’il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l’IoT, nous mettons l’accent seulement sur quelques-unes qui sont, selon Han et Zhang Hang, les technologies clés de l’IoT. Ces technologies sont les suivantes : RFID, WSN et M2M, et sont définies ci-dessous.

- **RFID** (Radio Fréquence Identification) : le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes. C’est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio [16]. Il s’agit d’une méthode utilisée pour transférer les données des étiquettes à des objets, ou pour identifier les objets à distance. L’étiquette contient des informations stockées électroniquement pouvant être lues à distance.
- **WSN** (Wireless Sensor Network) : c’est un ensemble de nœuds qui communiquent sans fil et qui sont organisés en un réseau coopératif. Chaque nœud possède une capacité de traitement et peut contenir différents types de mémoires un émetteur-récepteur RF et une source d’alimentation, comme il peut aussi tenir compte des divers capteurs et des actionneurs [17]. Comme son nom l’indique, le WSN constitue alors un réseau de capteurs sans fil qui peut être une technologie nécessaire au fonctionnement de l’IoT.
- **M2M** (Machine to Machine) : c’est « l’association des technologies de l’information et de la communication avec des objets intelligents dans le but de donner à ces derniers les moyens d’interagir sans intervention humaine avec le système d’information d’une organisation ou d’une Entreprise » [18].

## II.4 Technologies de l'IOT

L'IOT n'est pas une technologie mais un concept qui s'appuie sur un ensemble de technologies qui se sont développées au cours des dernières décennies et qui, à différents niveaux, concourent à rendre possible l'IOT [19].

- **Les capteurs** : La technologie des capteurs (capteur de gaz, capteur d'humidité ...) continue à faire des progrès considérables en termes de précision, de fiabilité, de capacité de traitement et de communication.
- **Les communications** : Les techniques de communication sont au cœur de l'IOT puisque ce sont-elles qui permettent de construire les réseaux nécessaires à son fonctionnement : réseaux d'extrémité sur lesquels viennent se connecter les objets, réseaux d'infrastructure permettant de fédérer ces réseaux d'extrémité, réseaux d'amenée permettant de convoyer les données vers le monde de l'Internet.
- **Le traitement des données** : Les technologies nouvelles de traitement des données sont un autre moteur de l'IOT. Nous rappellerons simplement les technologies de base qui permettent de miniaturiser les capacités de traitement et les mémoires et celles, technologies optiques notamment, qui permettent de construire les grands centres de données hébergés dans le nuage et de proposer les services d'infonuagique (Arduino iot cloud) sous leurs différentes formes. Plus spécifiques à l'IOT.

## II.5 Protocoles de communication pour l'IoT

L'IoT se base sur plusieurs protocoles de communication, chacun d'eux à ses propres avantages et ainsi que ses inconvénients [20].

### II.5.1 Le Wi-Fi



Figure II.2: Logo de WiFi.

Les réseaux IoT à courte portée sont souvent synonymes de **Wifi**. « Vieille » technologie, universelle et en perpétuelle évolution, le Wi-Fi permet de transporter beaucoup d'informations très rapidement (600Mbits/s au maximum). Protocole Bidirectionnel, il permet de mettre à jour le micro logiciel des appareils IoT à distance et de prendre la main sur leur OS à travers le réseau.

Le Wi-Fi est idéal pour les caméras de surveillance HD, branchées 24h/24h. Inconvénient : c'est un protocole qui consomme beaucoup d'énergie et qui nécessite un raccord permanent au secteur ou à l'utilisation de batteries imposantes de grande autonomie.

Aujourd'hui nous sommes à la version 6 de ce protocole appelé **Wifi 6** avec la norme 802.11 aux. Ce dernier mouture propose des débits théoriques allant jusqu'à 10Gb/s. Cette toute dernière génération est aussi appelée **Wi Gig** pour Wifi Gigabit.

## II.5.2 Z-Wave, Zig Bee

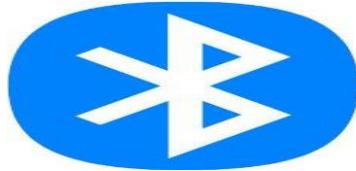


*Figure II.3: Logo de Zig Bee.*

**Z-Wave, Zig Bee** sont deux protocoles dédiés à la domotique qu'on peut retrouver également dans le domaine professionnel ou le secteur industriel. Le premier relaie les informations jusqu'à 30m, le second uniquement sur 10, mais permet de faire circuler 2,5 fois plus de données, jusqu'à 250 kilobits/les protocoles de domotique s'insèrent au sein d'un réseau maillé. C'est-à-dire qu'un objet connecté peut, le cas échéant, relayer les informations de son voisin si ce dernier en a besoin.

Le réseau maillé peut ainsi, dans une certaine mesure s'étendre au-delà du volume théorique de couverture du protocole. Z-Wave et Zig Bee nécessitent, comme le Wi-Fi, la présence d'une source électrique fiable à proximité

## II.5.3 Bluetooth



*Figure II.4: Logo de Bluetooth.*

Le **Bluetooth** est le protocole de communication sans-fil le plus utilisé dans le monde, puisque présent dans tous les smartphones et tous les PC portables (laptops) modernes. Il équipe également toutes les montres connectées et autres capteurs d'activité (wearables).

La version 5 du **BLE** promet des débits améliorés, jusqu'à 4Mbits/s. Sa portée est de **60m** sur terrain sans obstacle et consomme très peu. Il est très utilisé sur batteries, de façon plus autonome, pour faire communiquer l'électronique embarquée en réseau court.

## II.5.4 Wirepas



*Figure II.5: Logo de Wirepas.*

Protocole privilégié de l'industrie de l'énergie, et du mobilier urbain connecté, **Wirepas** fonctionne essentiellement sur batterie, en toute indépendance des infrastructures réseau. Il s'appuie sur un autre protocole, le **BLE**, mais en multiplie les possibilités.

Wirepas est essentiellement utilisé pour la gestion d'un grand nombre d'appareils IoT – théoriquement jusqu'à 4 milliards possibles sur un même réseau local (LAN). Wirepas s'apparente à un **réseau Mesh** pour créer des réseaux IoT **scalable**, évolutif, efficace et fonctionnel pour un coût adapté.

## II.5.5 RFID et NFC



*Figure II.6: Logo de RFID.*

La Radio Fréquence Identification n'a besoin d'aucune source énergétique pour fonctionner. C'est là son grand atout. La RFID sert à identifier des biens, des machines, des personnes, des animaux..., on utilise le protocole pour de la gestion de stocks et la traçabilité des produits. On compte aujourd'hui plus de 20 milliards de tags (badges) RFID dans le monde.

La RFID nécessite un important investissement en matériel : badges, étiquettes, liseuses, etc. Son protocole évolue régulièrement et ses capacités aussi. Utilisé avec un autre protocole, le NFC, sa portée est de quelques centimètres. En UHF, la portée d'un tag RFID est de 15m. La société sigfox a mis au point une étiquette RFID d'une portée de 100m.

## II.6 Domaine d'application de l'IOT

L'IOT fait un pas au développement de nombreuses applications intelligentes à l'avenir qui auront un impact positif sur des plusieurs domaines : domotique, villes, transport, santé et industrielle...

### II.6.1 Smart Home

Les gens sont curieux de cette fonctionnalité, ils veulent que leurs maisons soient converties en maisons intelligentes, afin d'avoir une vie plus confortable et pratique. Les produits SMART HOME sont conçus pour économiser du temps, de l'argent et de l'énergie, les maisons intelligentes deviendront une caractéristique commune [21].



*Figure II.7: Internet of Things dans la maison intelligente.*

## II.6.2 L'énergie

L'IOT propose des possibilités de gestion en temps réel d'une distribution et de gestion efficaces de l'énergie, comme les réseaux électriques intelligents (smart grid). Cela permet d'avoir le contrôle de la consommation d'énergie [22].



*Figure II.8: L'IOT dans le secteur d'énergie.*

## II.6.3 Transport

Des voitures connectées aux systèmes de transport/logistique intelligents, l'IOT peut réduire le trafic, minimiser l'impact des véhicules sur l'environnement et renforcer la sécurité routière... [23].



*Figure II.9: IOT dans le transport.*

## II.6.4 Santé

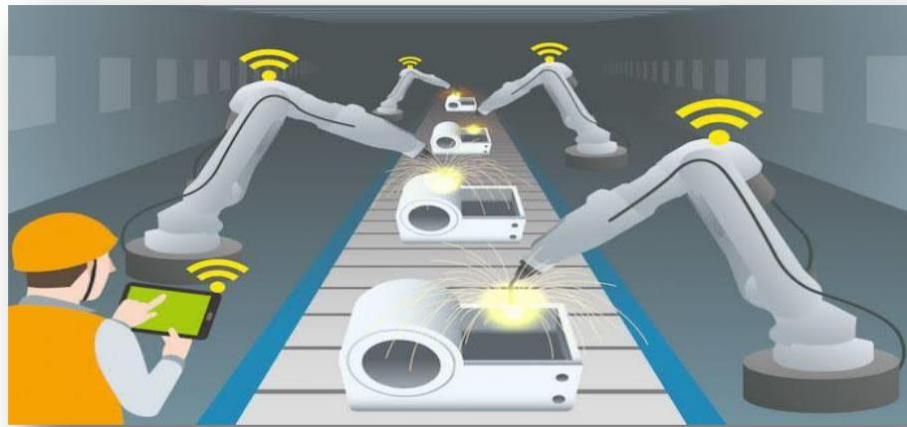
Dans ce domaine l'IOT, assurera le suivi des patients par la mise en place des réseaux personnels de surveillance, ces réseaux seront constitués de biocapteurs posés sur le corps des patients ou dans leurs lieux d'hospitalisation. Cela facilitera la télésurveillance des patients [22].



*Figure II.10: Applications et objets connecté de santé.*

## II.6.5 Industrie

L'IOT permet aux usines d'améliorer l'efficacité de ses opérations, d'optimiser la production, d'améliorer la sécurité des employés, facilite la lutte contre la contrefaçon, la fraude et assure un suivi total des produits [22].



*Figure II.11: Internet of Things dans l'industrie.*

## II.6.6 Agriculture

L'IOT servira non seulement à optimiser l'eau d'irrigation, mais aussi, peut être utilisée pour lutter contre la pollution (l'air et les eaux) et améliorer la qualité de l'environnement en général.



*Figure II.12: IOT dans l'agriculture.*

## II.7 Conclusion

L'Internet of Things, ou ce que l'on appelle IoT est une nouvelle tendance technologique mondiale qui ouvre la voie à la connexion de tous appareils électroniques. Dans ce chapitre on a présenté une étude détaillée sur l'internet of Things, sa définition, ses domaines d'application puis les principaux composants d'IoT, Dans le chapitre suivant, nous présenterons Arduino et eps8266.

# Chapitre III : Présentation d'Arduino, d'ESP8266 et d'Arduino IoT Cloud

---

---

## Sommaire

<b>III.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>20</b>
<b>III.2</b>	<b>La carte Arduino</b>	<b>20</b>
III.2.1	Définition	20
III.2.2	Applications	20
III.2.3	Le Types d'Arduino	21
<b>III.3</b>	<b>La carte Arduino UNO</b>	<b>21</b>
III.3.1	Spécifications techniques de la carte Arduino UNO	22
III.3.2	Alimentation	23
III.3.3	Mémoire	24
III.3.4	Entrées/ Sorties de la carte Arduino UNO	24
III.3.5	Les sorties numériques	25
III.3.6	Les entrées numériques	26
III.3.7	Les entrées analogiques	26
III.3.8	Les sorties analogiques	26
III.3.9	Communication	27
<b>III.4</b>	<b>Carte Arduino Méga</b>	<b>28</b>
<b>III.5</b>	<b>La carte NODEMCU (ESP8266)</b>	<b>29</b>
III.5.1	Définition	29
III.5.2	Les entrées sorties de la carte NODEMCU	30
III.5.3	Alimentation	30
III.5.4	Les broches de NodeMCU	30
III.5.5	La mémoire	31
III.5.6	Programmation	31
<b>III.6</b>	<b>ESP8266 12E</b>	<b>32</b>
III.6.1	Caractéristiques	32
III.6.2	Présentation	33
III.6.3	Comparaison entre NodeMCU et Arduino	33

<b>III.7 Plateforme de programmation Arduino .....</b>	<b>34</b>
III.7.1.1 Présentation.....	34
III.7.1.2 L'interface de logiciel .....	34
III.7.1.3 Structure d'un programme en Arduino .....	35
<b>III.8 Arduino IoT Cloud.....</b>	<b>36</b>
III.8.1.1 Matériel compatible .....	36
III.8.1.2 Présentation de la configuration.....	37
III.8.1.3 Créer un objet (Thing) .....	37
III.8.1.4 Créer un Dashboard .....	38
<b>III.9 Présentation des capteurs et des modules utilisés dans le projet .....</b>	<b>39</b>
III.9.1 Capteur d'humidité et de température DHT11 .....	39
III.9.1.1 Description.....	39
III.9.1.2 Caractéristiques du DHT11.....	39
III.9.1.3 Connectique du DHT11 .....	40
III.9.2 Module Relais 5V 1 canal 220V 10A .....	40
III.9.2.1 Description du module .....	41
III.9.3 Module de Relais à 8 canaux .....	41
<b>III.10 Les avantages de l'Arduino .....</b>	<b>42</b>
<b>III.11 Conclusion.....</b>	<b>42</b>

### III.1 Introduction

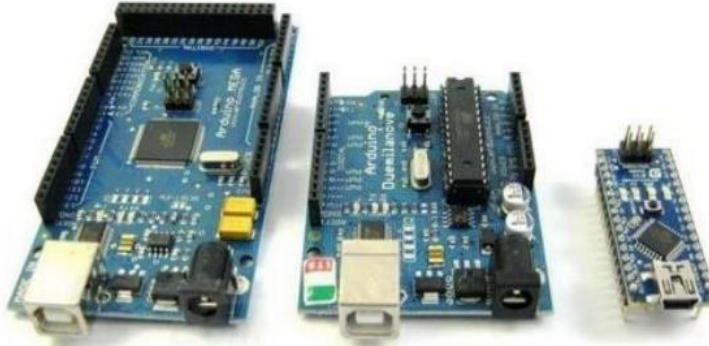
Arduino désigne un écosystème libre comprenant des cartes (Arduino UNO, Arduino Leonardo, Arduino Méga, Arduino Nano...), des logiciels (notamment l'IDE Arduino), ou encore des librairies. Ces systèmes d'électronique programmable permettent de construire les projets facilement, d'aborder tant l'approche électronique de l'approche logicielle.

Dans ce chapitre, nous discutons chacun de L'Arduino d'ESP8266 et de la plateforme Arduino IoT Cloud.

### III.2 La carte Arduino

#### III.2.1 Définition

Arduino est une plate-forme open-source utilisée pour la construction de projets électroniques. Arduino se compose à la fois d'une carte de circuit programmable physique (souvent appelée microcontrôleur) et d'un logiciel, ou IDE (Integrated Development Environment) utilisé pour écrire et télécharger du code informatique sur la carte physique. De manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques, éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc. [23]



*Figure III.1: Exemples des cartes Arduino.*

#### III.2.2 Applications

Le système Arduino nous permet de réaliser un grand nombre de choses, qui ont une application dans tous les domaines. Quelques exemples [24] :

- contrôler les appareils domestiques.
- fabriquer votre propre robot.
- faire un jeu de lumières.

- communiquer avec l'ordinateur.
- télécommander un appareil mobile.

### III.2.3 Le Types d'Arduino

Il existe plusieurs types de cartes Arduino, nous citons par exemples [25] :

Arduino UNO	Duinomite-Mega	Arduino Wifi Shield	Arduino Pro
Seeeduino	Arduino Mini Pro	Arduino UNO Wifi	Arduino Nano
Arduino Yun	Arduino Mega 2560		



*Figure III.2: le type d'Arduino.*

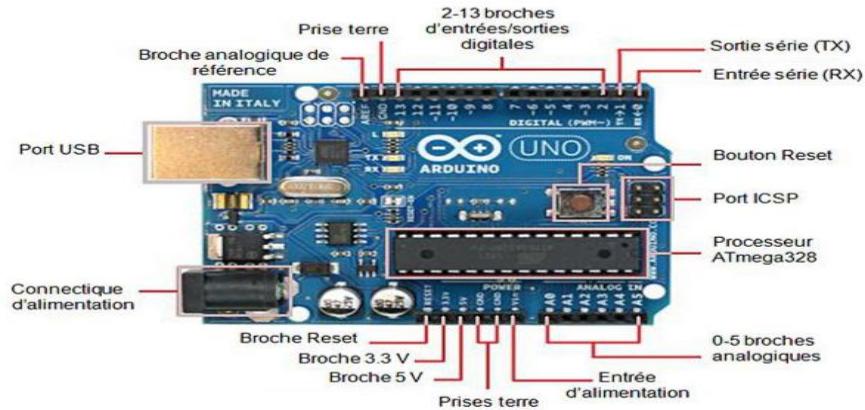
### III.3 La carte Arduino UNO

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. L'ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C/C++.

La carte Arduino UNO dotée de 14 entrées/sorties digitales (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sortie PWM), 6 entrées analogiques, un cristal à 16 MHZ, une connexion USB, une prise jack d'alimentation, un en-tête et un bouton reset.

La carte Arduino UNO diffère de toutes les cartes précédentes car elle n'utilise pas le circuit intégré FTDI USB-vers-série. A la place, elle utilise un Atmega8U2 programmé en convertisseur USB-vers-Série.

"UNO" signifie un en Italien et ce nom marque la venue prochaine de la version 1.0 du logiciel Arduino. La carte UNO et la version 1.0 du logiciel seront la référence des versions Arduino à venir. La carte UNO est la dernière d'une série de carte USB Arduino, et le modèle de référence des plateformes Arduino [25].



*Figure III.3: la carte Arduino UNO.*

### III.3.1 Spécifications techniques de la carte Arduino UNO

*Tableau III.1: Caractéristique techniques de la carte Arduino UNO.*

Microcontrôleur	ATmega328P	Courant DC pour 3.3V Pin	50 mA
Tension de fonctionnement	5V	Mémoire flash	32 KB (ATmega328P) dont 0,5 KB utilisé par boot loader
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V	SRAM	2 KB (ATmega328P)
Tension d'entrée (limite)	6-20V	EEPROM	1 KB (ATmega328P)
E / S numériques Pins	14 (dont 6 fournissent la sortie PWM)	Vitesse de l'horloge	16 MHz
PWM numérique E / S Pins	6	Longueur	68,6 mm
Pins d'entrée analogique	6	Largeur	53,4 mm
DC Courant par I O Pin	20 mA	Poids	25 g

### III.3.2 Alimentation

La carte Arduino UNO peut être alimentée soit via la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) ou à l'aide d'une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par la carte.

L'alimentation externe (non-USB) peut être soit un adaptateur secteur (pouvant fournir typiquement de 3V à 12V sous 500mA) ou des piles (ou des accus). L'adaptateur secteur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm positif au centre dans le connecteur jack de la carte.

Les fils en provenance d'un bloc de piles ou d'accus peuvent être insérés dans les connecteurs des broches de la carte appelées Gnd (masse ou 0V) et Vin (Tension positive en entrée) du connecteur d'alimentation [25].

La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte pourrait être instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait chauffer et endommager la carte.

Aussi, la plage idéale recommandée pour alimenter la carte UNO est entre 7V et 12V. Les broches d'alimentation sont les suivantes :

**VIN** : La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). Vous pouvez alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.

**5V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

**3V3** : Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la

carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V). L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA

**GND** : Broche de masse (ou 0V).

### III.3.3 Mémoire

Les 3 types de mémoires qui existent au sein d'un Arduino UNO à base aTmega328 sont [26] :

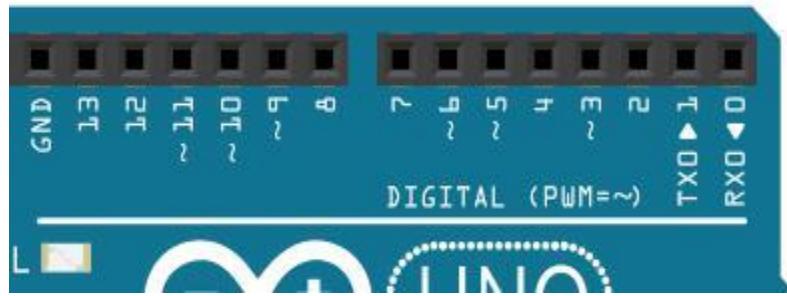
*Tableau III.2 : Les types de mémoires d'un Arduino UNO.*

<b>La mémoire FLASH</b>	Cette mémoire sert à stocker les programmes à exécuter, c'est une mémoire qui perdure après arrêt de l'alimentation. Rapide, elle est donnée pour une capacité de 1 000 000 de cycles. L'atmega 328 en est doté de 32 kilos
<b>La mémoire SRAM (Static Read Access Memory)</b>	Cette mémoire sert à stocker des données temporaires (les variables du programme par exemple) : C'est une mémoire volatile, l'Arduino UNO en possède 2 kilos.
<b>La mémoire EEPROM</b>	(Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory ou mémoire morte effaçable électriquement et programmable) : Elle permet le stockage de données persistantes, l'atmega 328 en possède 1 kilo octet.

### III.3.4 Entrées/ Sorties de la carte Arduino UNO

Les entrées / sorties (I/O – input/output) représentent le moyen qu'a la carte Arduino d'interagir avec l'extérieur. Les sorties sont contrôlées par la carte, cela permet au programme du microcontrôleur de déclencher des actions (allumer ou d'éteindre une LED, un ventilateur, un moteur). Les entrées sont lues par le microcontrôleur, ce qui lui permet de connaître l'état du système auquel il est relié. Il y a deux sortes d'I/O : les I/O numériques, et les I/O analogiques.

- Les entrées / Sorties Numériques : Les entrées / sorties numériques ne peuvent prendre que deux valeurs, la valeur LOW (~ GND, 0 V), et la valeur HIGH (~ 5 V).
- La valeur d'un port numérique peut donc être codée sur un bit, 0 ou 1, true ou false.



*Figure III.4: les entrées/sorties numériques de la carte*

*Arduino UNO.*

La carte Arduino comporte 14 I/O numériques (appelées DIGITAL sur la carte), numérotées de 0 à 13 (voir la figure IV.3), et appelées D0, D1, D2, ... D13. Chacun de ces ports peut-être déclaré comme étant une entrée ou comme une sortie dans le programme du microcontrôleur. Les deux premiers ports (D0 et D1) sont réservés à la communication série, il ne faut pas les utiliser. Le dernier port, D13, possède un indicateur lumineux, une LED qui s'allume quand le port est HIGH, et qui s'éteint quand le port est LOW. Le port GND est la masse de la carte (0 V).

### III.3.5 Les sorties numériques

Chacun des 14 ports numériques de la carte peuvent être utilisés en sortie. Si un port est déclaré comme une sortie, le microcontrôleur contrôle la valeur de ce port. Attention, le courant que peut délivrer un port digital en sortie est limite à 40 mA : en demander plus peut endommager la carte ! Ce genre de situation peut arriver si un port, déclaré comme une sortie, est directement relié à la masse (port GND) avec une résistance très faible (un fil), et que le programme bascule la sortie en HIGH (5 V). L'inverse est également dangereux (une sortie numérique reliée au port 5 V et basculée sur la valeur LOW). Les sorties numériques ne peuvent pas fournir une grande puissance électrique (40 mA max sur 5 V).

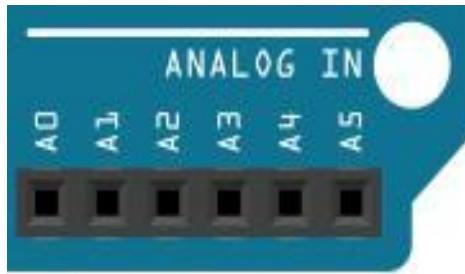
On les utilise pour échanger des informations (par exemple les ports D0 et D1 servent à la communication série avec l'ordinateur), ou pour déclencher des actions : par exemple allumer une LED.

### III.3.6 Les entrées numériques

Chacun des 14 ports numériques de la carte peuvent être utilisés en entrée. Si un port est déclaré comme entrée, l'état du port sera lu par Arduino (HIGH ou LOW), et cette valeur pourra être utilisée dans le programme pour déclencher telle ou telle action. Déclaré comme une entrée, un port numérique sera considéré comme HIGH ou LOW selon la valeur de la tension mesurée par la carte. En gros, les tensions inférieures à 1 V seront lues comme LOW, les tensions supérieures à 4V seront lues comme HIGH. Il faut éviter les tensions intermédiaires, qui risquent de donner un résultat indéterminé. Attention, une tension supérieure à 5.5 V peut détruire la carte Arduino.

### III.3.7 Les entrées analogiques

Une entrée analogique est une sorte de voltmètre : la carte lit la tension qui est appliquée sur le port. Cependant le microcontrôleur ne travaille qu'avec des chiffres : il faut donc transformer la tension appliquée en sa valeur numérique. C'est le travail du convertisseur analogue/digital, dit «  
CAD ».



*Figure III.5: Les entrées analogiques de la carte Arduino UNO.*

Le CAD de la carte Arduino travaille sur 10 bits : il accepte en entrée une tension comprise entre 0 V et Vref une tension de référence, et fournit au microcontrôleur un chiffre entier compris entre 0 et 1023 (=  $2^{10} - 1$ ). Une tension inférieure à 0 V est lue comme 0, une tension supérieure à Vref est lue comme 1023, une tension intermédiaire est lue comme un entier entre 0 et 1023, avec une relation linéaire.

La tension Vref est 5 V par défaut, mais cette valeur peut être changée dans le programme.

### III.3.8 Les sorties analogiques

La carte Arduino ne possède pas de vraie sortie analogique, capable de produire une tension d'une valeur arbitraire choisie par l'utilisateur. Certains ports numériques peuvent cependant servir

de sortie analogique en utilisant la technique de PWM (pulse width Modulation ou bien 'Modulation de largeur d'impulsion') : il s'agit des ports 3, 5, 6, 9, 10 et 11 (signales par un ~ sur la carte). Ces ports peuvent simuler une tension entre 0 et 5 V en basculant rapidement entre leur état LOW (0 V) et HIGH (5 V). La valeur moyenne de la tension est alors 2.5 v si le port passe autant de temps dans un état que dans l'autre, mais en changeant ce rapport, la valeur moyenne de la tension peut être contrôlée de 0 à 5V.

### III.3.9 Communication

La carte Arduino UNO dispose de toute une série de facilités pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou avec d'autres microcontrôleurs. L'ATmega 328 dispose d'une UART (Universal Asynchrones Receiver Transmitter ou émetteur-récepteur asynchrone universel en français) pour communication série de niveau TTL (5V) et qui est disponible sur les broches 0 (RX) et 1 (TX). Un circuit intégré ATmega8U2 sur la carte assure la connexion entre cette communication série vers le port USB de l'ordinateur et apparaît comme un port COM virtuel pour les logiciels de l'ordinateur. Le code utilisé pour programmer l'ATmega8U2 utilise le driver standard USB COM, et aucun autre driver externe n'est nécessaire.

Le logiciel Arduino inclut une fenêtre terminal série (ou moniteur série) sur l'ordinateur et qui permet d'envoyer des textes simples depuis et vers la carte Arduino. Les LED RX et TX sur la carte clignote lorsque les données sont transmises via le circuit intégré USB-vers-série et la connexion USB vers l'ordinateur.

Une librairie Série Logicielle permet également la communication série (limitée cependant) sur n'importe quelle broche numérique de la carte UNO.

L'ATmega 328 supporte également la communication par protocole I2C (ou interface TWI (two wire interface - Interface "2 fils") et SPI :

- Le logiciel Arduino inclut la librairie Wire qui simplifie l'utilisation du bus I2C. Voir la documentation pour les détails
- Pour utiliser la communication SPI (Interface Série Périphérique), la librairie pour communication SPI est disponible.

### III.4 Carte Arduino Méga



Figure III.6: Carte Arduino Méga 2560 et Carte microcontrôleur ATmega2560.

Arduino désigne un écosystème libre comprenant des cartes (Arduino UNO, Arduino Leonardo, Arduino Méga, Arduino Nano...), des logiciels (notamment l'IDE Arduino), ou encore des bibliothèques. Ces systèmes d'électronique programmable permettent de construire des projets facilement, et d'aborder tant l'approche électronique de l'approche logicielle.

La carte Arduino Méga 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560. Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur ; Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable, l'alimentation étant fournie par le port USB) [27].

La carte Arduino Méga 2560 est compatible avec les circuits imprimés prévus pour les cartes Arduino UNO, Duemilanove ou Diecimila [28].

L'Arduino Méga 2560 ne diffère pas beaucoup d' L'Arduino UNO, Les principales différences sont des choses comme nombre de broches et taille de mémoire. Le tableau suivant montre une comparaison rapide entre les caractéristiques de la carte Arduino UNO et Arduino Méga 2560.

*Tableau III.3 : Comparaison entre les caractéristiques de la carte Arduino UNO et Arduino Méga 2560.*

Carte Arduino	Microcontrôleur	Entrée Analogique	Digital IO /PWM	EEPROM	SRAM	FLASH	UART
Méga 2560	ATmega2560	16	54/15	4 KB	8 KB	256 KB	4
UNO	ATmega328	6	14/6	1 KB	2 KB	32 KB	1

### III.5 La carte NODEMCU (ESP8266)

#### III.5.1 Définition

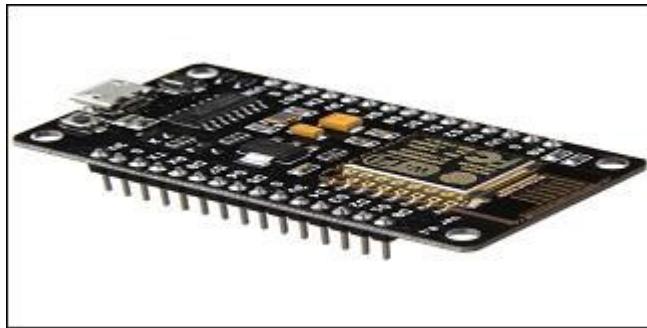
L'ESP8266 est le nom d'un microprocesseur conçu par Espressif Systems qui est une société chinoise basée à Shanghai. L'ESP8266 est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wifi développé par le fabricant chinois. Elle était principalement utilisée pour ajouter des fonctionnalités wifi aux projets Arduino via les commandes AT [29].

Il existe plusieurs versions de l'ESP8266 comme La figure suivante montre :



*Figure III.7: Les différentes versions de l'ESP8266.*

L'ESP8266 se compose d'un microcontrôleur 32 bits (Tensilica Xtensa LX106) cadencé à 80MHz avec 16 Mo de mémoire Flash et 32 Ko + 80 Ko de mémoire RAM. Il intègre la norme Wifi IEEE 802.11 b / g / n avec la possibilité d'authentification avec un mot de passe WEP ou WPA / WPA2. Il dispose de 16 digital I/O (entrées / sorties) pin (GPIO).



*Figure III.9: Carte NodeMCU.*

### **III.5.2 Les entrées sorties de la carte NODEMCU**

La NODEMCU contient

- Dix broches (D1-D8) peuvent être utilisées comme des entrées ou des sorties (PWM ou numérique). Aussi elle contient une broche D0 qui ne supporte pas le PWM.
- A0 peut être utilisé comme entrées analogiques.
- Vin (3.3-10) volts
- le 3.3 volts
- le GND.

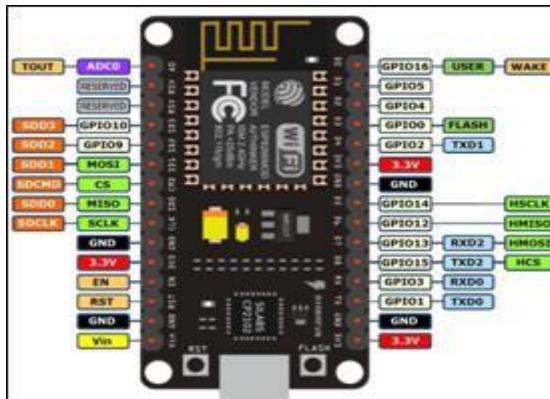
### **III.5.3 Alimentation**

Elle ne doit être alimentée qu'entre 3,0 V et 3,6 V, elle n'est pas intégrée dans une carte de développement. En mode veille, la consommation peut être très faible, mais elle peut atteindre 500 mA via la transmission de données Wifi, il est donc impératif d'utiliser une alimentation régulée.

Neil Kolban recommande d'ajouter un condensateur de 10 F entre +3,3 et la masse (GND) pour lisser le signal.

### **III.5.4 Les broches de NodeMCU**

Le NodeMCU ESP8266 a 16 broches GPIO et une broche d'entrée analogique illustrée dans la figure III.9. Cependant, seules les broches GPIO peuvent être utilisées pour les opérations d'entrée et de sortie numériques.



*Figure III.11: Branchage carte*

**NodeMCU.**

### III.5.5 La mémoire

ESP8266 place une mémoire flash plus ou moins grande accessible en SPI. Cette mémoire peut être intégrée au processeur ou associée ultérieurement comme mémoire flash externe sur la carte NodeMCU.

Ce qui est intéressant à savoir, c'est que la mémoire flash est configurée comme suit:

Espace de stockage pour les logiciels. Stockage temporaire pour les mises à jour du firmware OTA (Over the Air). Un système de fichiers SPIFFS.

Un emplacement EEPROM pour la sauvegarde des données par les programmes. Un endroit pour stocker la configuration WIFI tout en utilisant le SDK local la mémoire EEPROM est particulièrement intéressante car dans cette dernière, des données permanentes peuvent être enregistrées pour nos programmes. Par exemple, si une variable de notre programme est utilisée pour mémoriser un mot de passe et que ce mot de passe peut être modifié, s'il est stocké dans la mémoire EEPROM, nous pouvons trouver ce changement en cas de redémarrage ou de panne de courant.

### III.5.6 Programmation

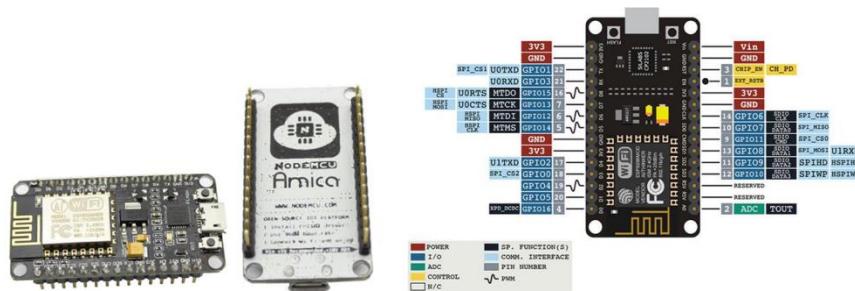
L'ESP8266 peut être programmé de plusieurs manières :

Avec le firmware NodeMCU et des scripts Luca interprétés. Avec C ++ avec Arduino IDE en JavaScript, avec le firmware Espruino.

Avec le micro logiciel micro python dans micro python. En C, avec SDK impressionnant ou esp-open-sdk3 SDK

### III.6 ESP8266 12E

ESP-12E est une faible consommation d'énergie du module UART-Wifi, avec des prix très compétitifs dans l'industrie et une technologie à très faible consommation d'énergie, conçue spécifiquement pour les appareils mobiles et les applications IOT, l'appareil physique de l'utilisateur peut être connecté à un Wi-Fi sans fil réseau, communication Internet ou intranet et capacités de mise en réseau. ESP-07 l'utilisation d'un petit paquet d'antenne en céramique peut prendre en charge l'interface IPEX. Les utilisateurs ont une variété d'options d'installation.



*Figure III.12: ESP8266 12E et leur description.*

### III.6.1 Caractéristiques

- Wi-Fi Module - Module ESP-12E similaire à ESP-12 module, mais avec 6 GPIO supplémentaires.
  - module ESP8266 ESP-12E
  - USB intégré Adaptateur UART série (SiliconLabs CP2102) Bouton de réinitialisation
  - Touche d'entrée (également utilisé pour bootloading)
  - Montage en surface, LED rouge contrôlable par l'utilisateur régulateur de tension 500mA 3.3V (LM1117)
  - Deux entrées d'alimentation protégée par diode (l'un pour un câble USB, une autre pour une -batterie).
  - Têtes - 2x 2,54 mm en - tête à 15 broches avec accès à GPIO, SPI, UART, CAN et broches d'alimentation.
  - Alimentation - 5V via port micro USB
  - Dimensions - 49 x 24,5 x 13mm

### III.6.2 Présentation

La puce ESP8266 nécessite 3.3V tension d'alimentation. Il ne doit pas être alimenté avec 5volts comme les autres cartes Arduino.

NodeMCU ESP-12E carte de Dev peut être connecté à 5V en utilisant le connecteur micro USB ou une broche Vin disponible à bord.

Les broches d' E / S de ESP8266 communiquer ou entrée / sortie max 3.3V seulement.

Dire que les broches ne sont pas 5V entrées tolérantes.

Si vous avez à l'interface avec 5V broches d' E / S, vous devez utiliser le système de conversion de niveau (soit construit vous - même en utilisant la tension de résistance diviseur.

### III.6.3 Comparaison entre NodeMCU et Arduino

*Tableau III.4 : Comparatif entre NodeMCU et Arduino.*

	<b>Arduino UNO</b>	<b>NodeMCU</b>
<b>Alimentation</b>	5V	3.3V
<b>Fréquence</b>	16MHz	80MHz
<b>Microcontrôleur</b>	ATmega328	ESP8266
<b>Flash Memory</b>	32KB	4MB
<b>SRAM</b>	1 KB	64 KB SRAM / 96KB DRAM
<b>EEPROM</b>	1 KB	Non, utiliser Flash
<b>USB</b>	Oui	Oui
<b>External</b>	Power Port	Oui Non
<b>Pins</b>	32	22
<b>GPIO</b>	14	16 (11 Digital I/O)
<b>Analog I/O</b>	6	1

Wifi	Non	Oui
PWM	6	9
SPI / I2C	Oui	Oui

### III.7 Plateforme de programmation Arduino

#### III.7.1.1 Présentation

L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple, il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus, plus classique qui est utilisé pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE. Enfin, une console affichant les résultats de la compilation du code source, des opérations sur la carte, etc.

#### III.7.1.2 L'interface de logiciel

Double-clic sur l'icône IDE Arduino est obtient la fenêtre vierge ci-dessous :

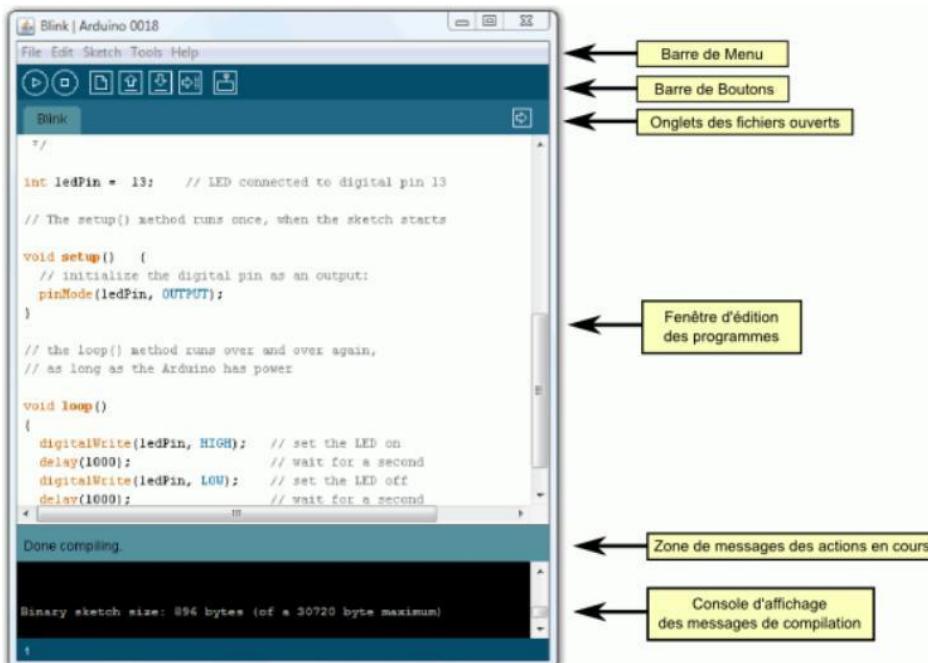


Figure III.13: Interface de logiciel arduino.

Cette fenêtre vide sera remplie de mots et de chiffres et d'autres textes. Cette fenêtre est comme tout autre logiciel que vous avez utilisé. Elle contient des menus, des boutons, des alertes spéciales, et toutes sortes de contrôles : Ouvrir, Enregistrer, et le bouton du moniteur de série à l'extrême droite.

**Nouveau** : crée une nouvelle esquisse.

**Ouvert** : présente un menu de tous les croquis dans votre dossier de croquis. Cliquez sur l'un va ouvrir dans la fenêtre actuelle.

**Enregistrer** : enregistre votre croquis.

**Vérifiez** : ce bouton vous permet de vous assurer que votre logiciel est exempt d'erreurs de syntaxe.

**Envoyez** : ce bouton peut à la fois vérifier et télécharger un croquis à l'Arduino si aucune erreur d'orthographe ou de mise en forme n'est trouvée.

**Serial Monitor** : ce bouton vous permet d'ouvrir le moniteur de série et d'afficher les informations en provenance du port série sur l'Arduino. Le moniteur de série est comme un outil pour "parler avec l'Arduino et vous l'utilisez pour voir les choses d'intérêt.

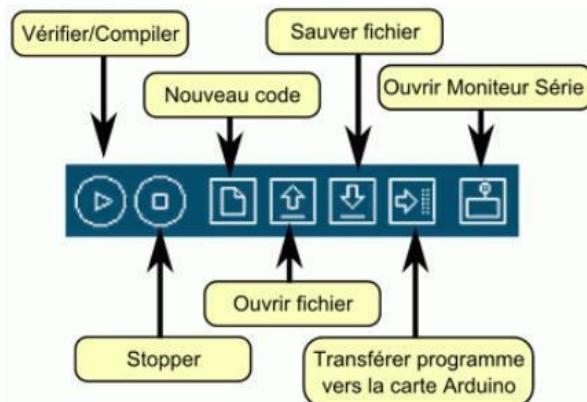


Figure III.14: Détail de barre de bouton.

### III.7.1.3 Structure d'un programme en Arduino

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code. La structure d'écriture d'un programme sous Arduino est de la forme suivante :

```

/*
 * Ce programme fait clignoter une LED branchée sur la broche 13
 * et fait également clignoter la diode de test de la carte
 */
int ledPin = 13;
// LED connectée à la broche 13

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
} // configure ledPin comme une sortie

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(3000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
} // met la sortie à l'état haut (led allumée)
// attente de 3 secondes
// met la sortie à l'état bas (led éteinte)
// attente de 1 seconde

```

*Figure III.16: Structure d'un programme Arduino.*

### III.8 Arduino IoT Cloud

Arduino IoT Cloud est une application qui aide les développeurs à créer des objets connectés de manière rapide, simple et sécurisée. Vous pouvez connecter plusieurs appareils entre eux et leur permettre d'échanger des données en temps réel. Vous pouvez également les surveiller de n'importe où à l'aide d'une interface simple [30].



*Figure III.17: Arduino IoT Cloud.*

#### III.8.1.1 Matériel compatible

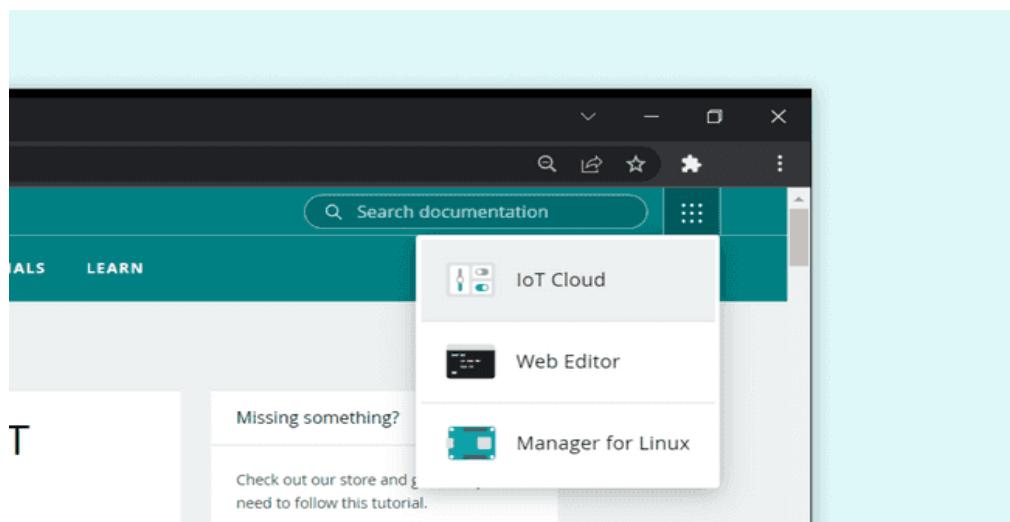
Pour utiliser l'Arduino IoT Cloud, une carte compatible avec le cloud est requise. Vous pouvez choisir entre utiliser une carte Arduino officielle ou une carte basée sur le microcontrôleur

ESP32 / ESP8266. L'Arduino IoT Cloud prend actuellement en charge la connexion via Wi-Fi, Lora WAN (via The Things Network) et les réseaux mobiles.

Toutes les cartes Arduino compatibles avec le cloud sont livrées avec un élément matériel sécurisé (comme la puce cryptographique ECC508), où vous pouvez stocker vos clés de sécurité.

### III.8.1.2 Présentation de la configuration

La configuration de l'Arduino IoT Cloud et l'accès aux différentes fonctionnalités disponibles impliquent quelques étapes simples. Voyons donc comment procéder du début à la fin !

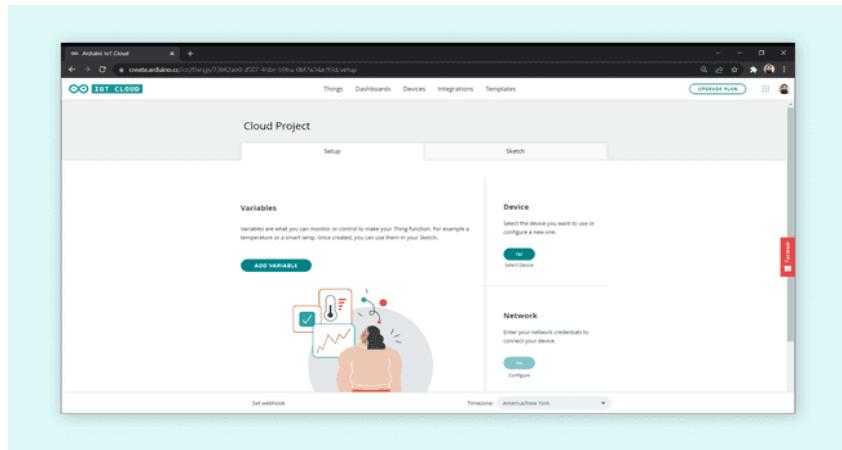


*Figure III.18: Accès à la plateforme Arduino IoT Cloud.*

Après l'enregistrement, vous pouvez accéder à l'Arduino IoT Cloud à partir de n'importe quelle page sur Arduino.cc en cliquant sur le menu à quatre points dans le coin supérieur droit. Vous pouvez également accéder directement au cloud Arduino IoT.

### III.8.1.3 Créer un objet (Thing)

Le processus commence toujours par la création d'un nouvel objet. Dans la vue d'ensemble d'objets, nous pouvons choisir l'appareil à utiliser, le réseau Wi-Fi auquel nous voulons nous connecter et créer des variables que nous pouvons surveiller et contrôler. Il s'agit d'un espace de



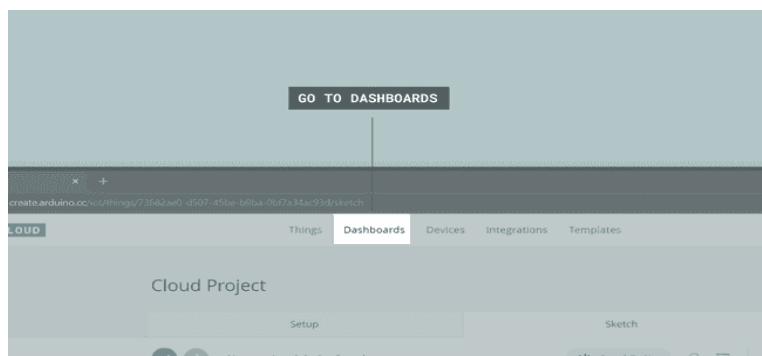
**Figure III.19: Interface création des objets.**

configuration principal, où toutes les modifications que nous apportons sont automatiquement générées dans un fichier de script spécial.

### III.8.1.4 Crée un Dashboard

Maintenant que nous avons configuré l'appareil et le réseau, créé des variables, terminé l'esquisse et téléchargé le code avec succès, nous pouvons passer à la partie amusante : créer des dashboards !

Les dashboards sont une interface utilisateur visuelle pour interagir avec vos objets sur le cloud, et nous pouvons configurer de nombreuses configurations différentes en fonction des besoins de votre projet IoT. Nous pouvons accéder à nos dashboards en cliquant sur l'onglet "dashboards" en haut de l'interface Arduino IoT cloud, où nous pouvons créer de nouveaux dashboards et voir une liste des tableaux de bord créés pour d'autres objets.



**Figure III.20: Accès aux dashboards.**

### III.9 Présentation des capteurs et des modules utilisés dans le projet

Dans ce qui suit nous présenterons les différents capteurs et modules utilisés dans la réalisation de notre projet, à savoir : le capteur de température et humidité DHT11 et le module Relais (Relay Module).

#### III.9.1 Capteur d'humidité et de température DHT11

Afin de garder de la fraîcheur au sein de notre habitat, nous allons intégrer dans notre système domotique un sous-système d'acquisition de température avec le capteur de température DHT11. La valeur de température acquise sera renvoyée vers l'utilisateur via une application sous smartphone ou son ordinateur d'une manière automatique.

##### III.9.1.1 Description

Le DHT11 est composé de deux parties, un capteur d'humidité capacitif et un capteur de température à base de NTC. Il contient également un circuit électronique élémentaire qui effectue la conversion analogique vers numérique et qui débite un signal numérique proportionnel à la température et l'humidité mesurée par le capteur. La technologie utilisée par le capteur DHT11 garantie une grande fiabilité, une excellente stabilité à long terme et un temps de réponse très rapide [31].

##### III.9.1.2 Caractéristiques du DHT11

- Alimentation : 3-5.5V DC.
- Consommation : comprise entre 0.5 mA et 2.5 mA.
- Signal de Sortie : Signal Numérique.

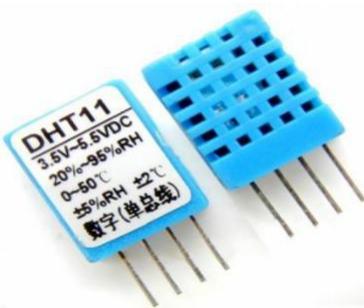


Figure III.21: Capteur DHT11.

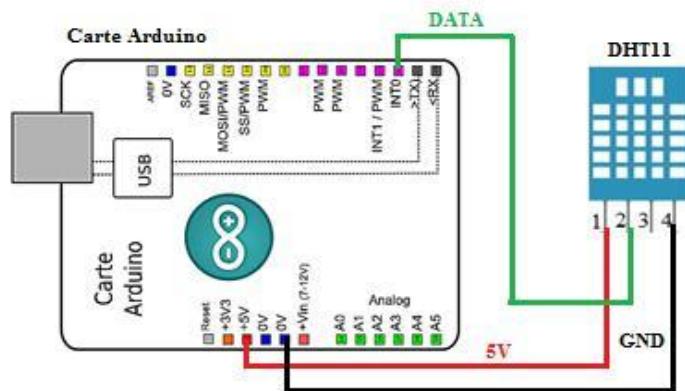
- Plage de Mesure : - Humidité : 20-95%RH ; Température : 0-50°C ;

- Précision : humidité  $\pm 5\%$ RH ; température  $\pm 2.0^\circ\text{C}$  Résolution : humidité 1%RH ; température  $0.1^\circ\text{C}$
  - Période de mesure : 2s.
  - Dimensions : 12x15.5x5.5mm.

### III.9.1.3 Connectique du DHT11

Le DHT11 est composé de 4 broches espacées de 2,45mm ce qui permet de le brancher facilement avec notre carte de traitement, mais en réalité seulement 3 broches sont utilisées. Le brochage du capteur DHT11 est le suivant :

- VCC : 3.5 à 5.5V.
  - GND : Masse 0V.
  - Data : données (Celle-ci doit être reliée à une entrée de la carte électronique utilisée).



**Figure III.22: Branchement du capteur DHT11 avec la carte Arduino.**

### III.9.2 Module Relais 5V 1 canal 220V 10A

Ce moule fournit trois connections COM, NC et NO. NC signifie « normalement fermé ». Cela veut dire que lorsque le relais n'a pas du signal d'entrée, le circuit haute tension connecté sera actif. Si par contre, on applique une tension de 5V au relais, le circuit secondaire sera coupé. NO signifie « normalement ouvert ».

Cela veut dire qu'à contrario, une valeur de 5V appliquée au relais coupera le circuit haute tension et inversement [32].



**Figure III.23: Module relais 5V 1c.**

### **III.9.2.1 Description du module**

- Relais 250V 10A
- Transistor
- LED qui signifie que le module est correctement alimenté

Ce module est un actionneur. Le connecteur est une entrée (INPUT) qui doit être connectée à une des sorties (OUTPUT) de notre carte Arduino.

L'utilisation de ce type de module dans notre projet a pour but de contrôler les pompes responsables de l'arrosage et de remplissage de la piscine, ainsi pour allumer ou éteindre la lampe dans le garage.

### **III.9.3 Module de Relais à 8 canaux**

Il s'agit d'une carte d'interface de relais, qui peuvent être contrôlé directement par un large éventail de microcontrôleurs comme Arduino, AVR, PIC, ARM, API, etc.

Ce module de relais est bas actif 5V. Il est également capable de contrôler appareils divers et autres équipements avec le grand courant. Cette interface standard peut être connectée directement avec les microcontrôleurs. Le voyant rouge qui indique l'état de travail est propice à l'utilisation de sécurité.

Le module de relais est largement utilisé pour tout contrôle MCU, le secteur industriel, contrôle PLC, et contrôle de la maison intelligente [33].



*Figure III.24: Module de relais 5V à 8 canaux.*

Dans notre cas, le choix du module de relais à 8 canaux a pour but de contrôler l'éclairage de 4 pièces dans la maison ainsi la ventilation.

### **III.10 Les avantages de l'Arduino**

- Elle n'est pas chère !
- Environnement de programmation clair et simple.
- Multiplateforme : tourne sous Windows, Macintosh et Linux.
- Nombreuses librairies disponibles avec diverses fonctions implémentées.
- Logiciel et matériel open source et extensible.
- Nombreux conseils, tutoriaux et exemples en ligne (forums, site personnel etc...)
- Existence de « shield » : ce sont des cartes supplémentaires qui se connectent sur le module
- Arduino pour augmenter les possibilités comme par exemple : afficheur graphique couleur, interface Ethernet, GPS, etc...

### **III.11 Conclusion**

Dans cette partie nous avons présenté les cartes programmables Arduino et NODEMCU (ESP8266) et les organes utilisés. Ensuite on a passé à la présentation de plateforme dont on a développé le programme de notre projet. Enfin, nous aborderons le dernier chapitre, qui est conception et Réalisation du projet.

# Chapitre IV : Conception et réalisation du projet

---

---

## Sommaire

<b>IV.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.2</b>	<b>Contexte du projet .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.3</b>	<b>Présentation du Système.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.4</b>	<b>Les objectifs réalisés.....</b>	<b>40</b>
<b>IV.5</b>	<b>Réalisation de la maquette .....</b>	<b>41</b>
	IV.5.1 Le schéma théorique du montage : .....	42
<b>IV.6</b>	<b>Alimentation du système smarte house.....</b>	<b>42</b>
	IV.6.1 Partie commande .....	42
	IV.6.2 Partie puissance .....	42
<b>IV.7</b>	<b>Écriture des programmes des commandes .....</b>	<b>43</b>
	IV.7.1 Fonction d'acquisition de température/humidité .....	43
	IV.7.1.1 Organigramme de la fonction d'acquisition de température/humidité .....	44
	IV.7.2 Système de gestion de l'éclairage .....	44
	IV.7.2.1 Le schéma de câblage du système de l'éclairage .....	45
	IV.7.3 Script du programme Arduino du projet.....	45
<b>IV.8</b>	<b>Développement de l'application Android.....</b>	<b>46</b>
	IV.8.1 Le système Android.....	46
	IV.8.2 L'application Android du projet .....	46
<b>IV.9</b>	<b>Résultats pratiques.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.10</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>

## IV.1 Introduction

De nos jours, la plupart des gens ont un smartphone avec eux tout le temps, il est logique d'utiliser ces appareils pour contrôler les équipements de la maison.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les détails de conception et réalisation de notre maquette de la maison intelligente par la suite, nous nous intéresserons à décrire les sous-systèmes qui constituent notre système maison intelligente.

## IV.2 Contexte du projet

Ces dernières années, les solutions domotiques se sont de plus en plus démocratisées. Il devient important de maîtriser la consommation d'énergie. Maintenant tout le monde à un smartphone, il est tentant de pouvoir contrôler ses équipements domestiques (éclairage, etc.) et vérifier l'état de la maison (température, humidité, etc.) via un ordinateur ou un appareil mobile.



*Figure IV.1 : Système d'une maison intelligente.*

## IV.3 Présentation du Système

Nous avons proposé le système de notre projet qui concevoir un prototype de maison montrant les différentes parties du système où on a réglé les fonctions domotiques suivantes :

- Gestion de l'éclairage.
- Gestion de l'état du logement (température et humidité).

## IV.4 Les objectifs réalisés

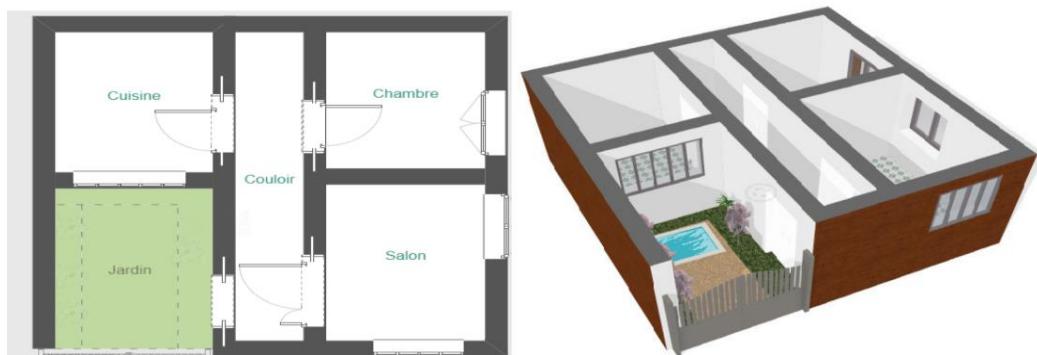
Notre projet de fin d'études a pour objectifs de :

- Concevoir et réaliser un prototype d'une maison.

- Communiquer avec les organes de notre système domotique par une liaison sans fil Wifi. Installer les différents composants à savoir les capteurs, relais et actionneurs.
- Créer le programme pour piloter les différents composants du système, ce programme devra être implanté dans la carte de traitement.

#### IV.5 Réalisation de la maquette

Nous avons conçu le plan de notre maison intelligente à l'aide du site internet ([www.kozikaza.com](http://www.kozikaza.com)) Qui permet de tracez des plan 2D (figure IV.2) et les aménagez en 3D comme le montre la figure IV.2 :



*Figure IV.2: plan 2D de la maquette et plan 3D de la maquette.*

Ensuite, on a passé à la phase de réalisation ou on a construit une maison en carton avec les dimensions suivants : largeur : 35 cm, longueur 45 cm et hauteur 18 cm comme le montre la figure Figure IV.2:



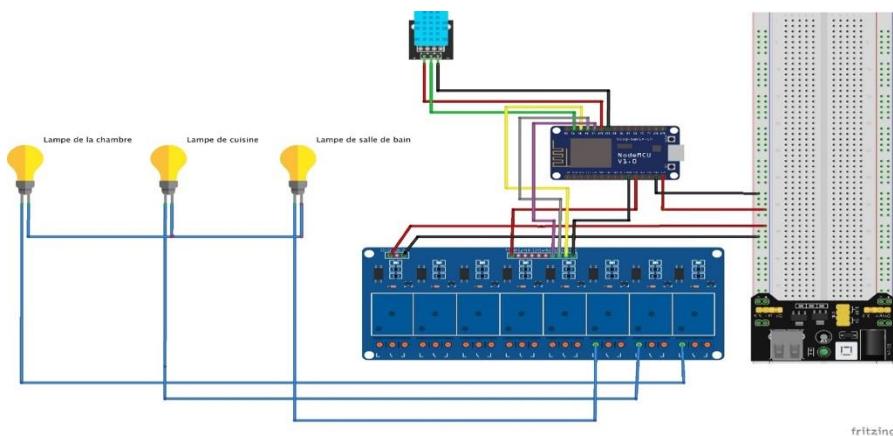
*Figure IV.3: la maison en carton.*

Cette partie regroupe toutes les étapes que nous avons suivies afin de réaliser le système dédié au fonctionnement des équipements à l'intérieur de la maison, commençant par la conception des schémas des montages jusqu'à l'écriture du programme permettant :

- Gestion d'éclairage ;
  - Acquisition de la température et l'humidité ;

#### IV.5.1 Le schéma théorique du montage

On se basant sur l'étude présentée, le schéma théorique de notre premier système est le suivant :



*Figure IV.4: Schéma théorique du montage du système.*

## IV.6 Alimentation du système smarte house

Dans notre projet "système d'une maison intelligente", il existe deux types d'alimentation électrique, dont le premier c'est une basse tension (5 volts) dédiée à la partie de commande, quant à la seconde c'est une tension de (220 volts) destiné à la partie puissance.

#### IV.6.1 Partie commande

Ce sont les tensions d'alimentations de : la carte NodeMCU (ESP8266) et le module relai 8 canaux, dont on a choisi de les fournies via un power supply de 5V branché a un adaptateur secteur.

## IV.6.2 Partie puissance

Ce sont les tensions d'alimentations des lampes LED utilisés dans les chambres de la maison.

## IV.7 Écriture des programmes des commandes

Après avoir établi les schémas théoriques des montages à réaliser, nous présenterons maintenant, les programmes qui permettent à l'utilisateur de contrôler son système dans la domotique à distance fiable et automatique.

Pour une bonne compréhension du programme d'application, nous l'avons présenté sous forme d'unités, Chaque fonction du système domotique sera développée à travers un organigramme qui décrira L'algorithme de son fonctionnement.

#### IV.7.1 Fonction d'acquisition de température/humidité

La fonction de l'acquisition de la température et d'humidité permet l'acquisition des valeurs de température et d'humidité au sein de l'habitat au moyen du capteur DHT11, les valeurs acquises vont être affichées sur la page Arduino IoT cloud. Dès l'atteinte d'une température déterminée.

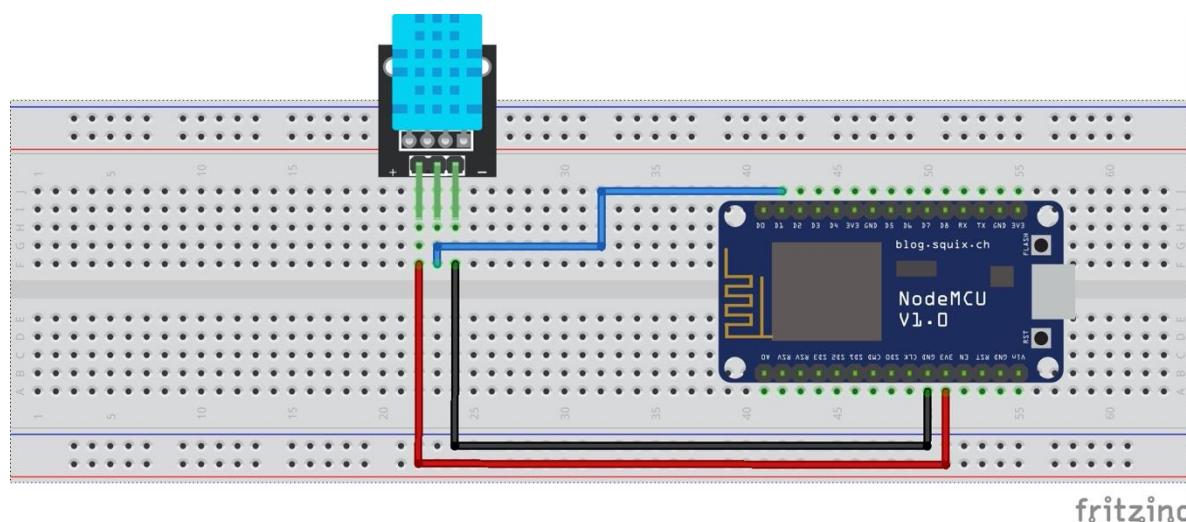


Figure IV.5: La phase de la réalisation de la fonction d'acquisition de température/ humidité.

#### IV.7.1.1 Organigramme de la fonction d'acquisition de température/humidité

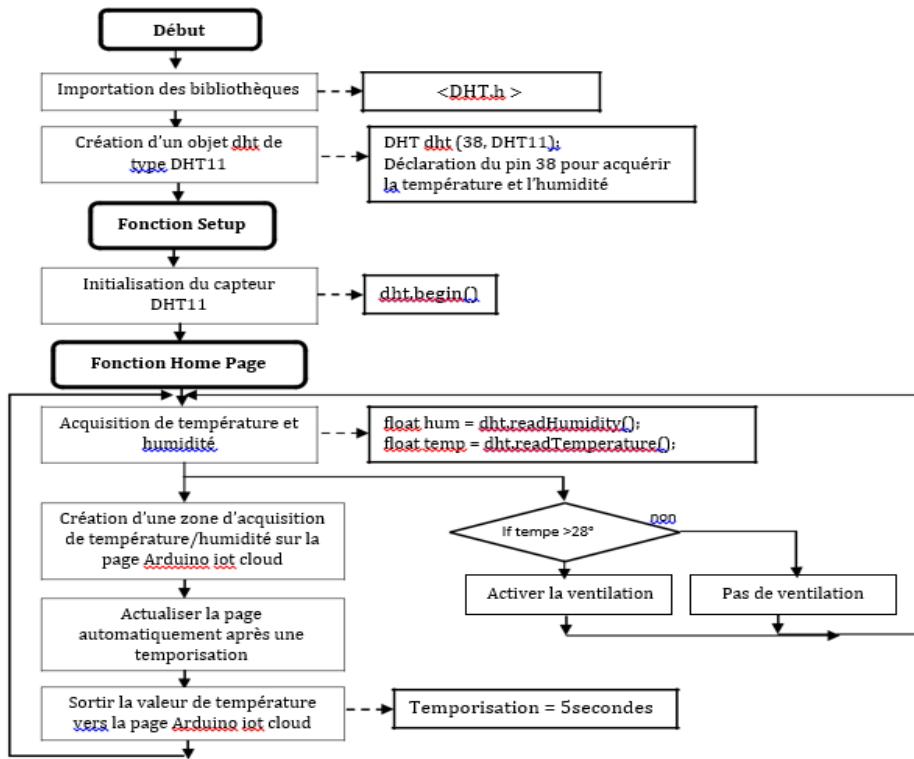
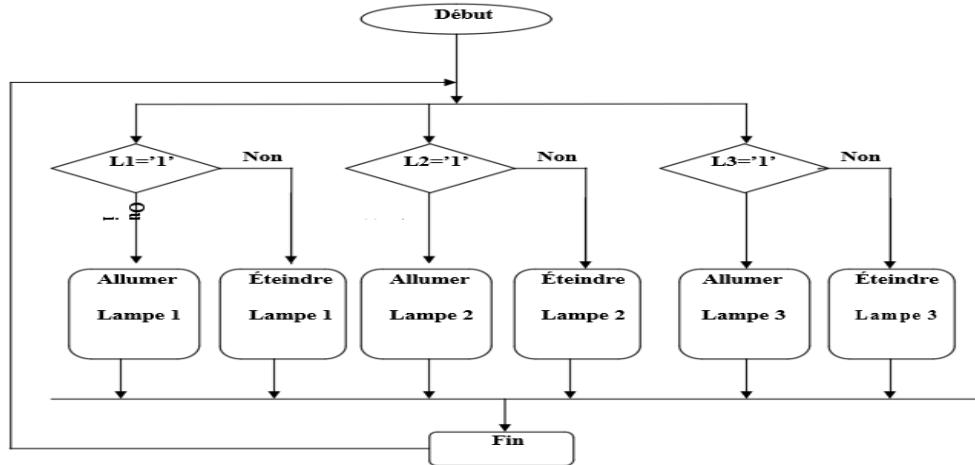


Figure IV.6: Organigramme de la fonction d'acquisition de température/humidité.

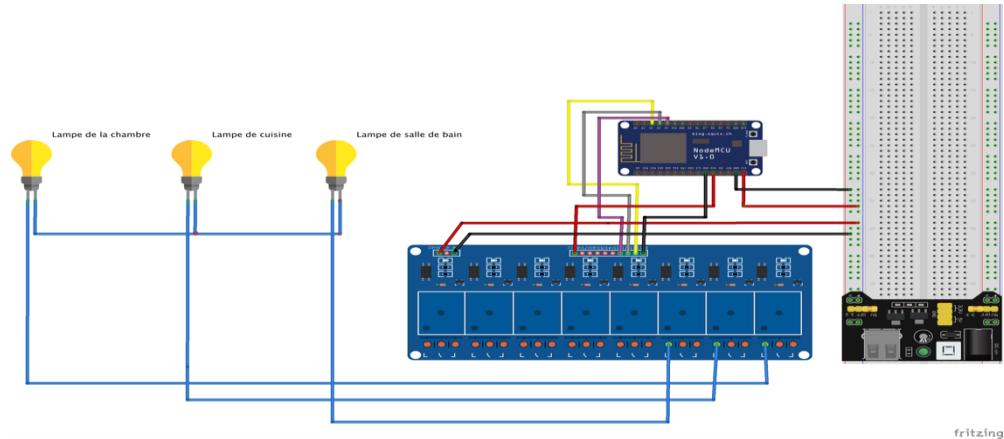
#### IV.7.2 Système de gestion de l'éclairage

Le rôle de ce système est le contrôle de l'éclairage intérieur de la maison (3 pièces) ; Nous utilisons (03) relais un relais pour chaque lampe, la commande de chaque relais se fait par boutons ON/OFF. L'organigramme suivant (Figure IV.7) montre le raisonnement du système d'éclairage.



*Figure IV.7: Organigramme du système de l'éclairage.*

#### IV.7.2.1 Le schéma de câblage du système de l'éclairage



*Figure IV.8: montre le schéma de câblage du système de l'éclairage.*

#### IV.7.3 Script du programme Arduino du projet

Le script du programme Arduino utilisé dans notre projet est constitué de trois (3) fichiers comme suit :

**SmartHome\_Thing\_nov19a.ino** : fichier source principal qui contient le code qui fait marcher notre système.

**thingProperties.h** : fichier source généré automatiquement par Arduino IoT Cloud contient la configuration du projet ainsi les objets utilisés.

*arduino\_secrets.h* : fichier source contient les informations nécessaires pour se faire connecter l'ESP8266 avec Internet via un point d'accès Wifi.

Le code source complet de notre projet se trouve dans la rubrique Annexe.

## IV.8 Développement de l'application Android

### IV.8.1 Le système Android

Android est un système d'exploitation mobile créé par Google. Il équipe la majorité des téléphones portables du moment (smartphones). Androïde est un système d'exploitation développé initialement pour les Smart phones. Il utilise un noyau Linux de sorte que son système vous permettant de personnaliser votre téléphone, télécharger des applications (Navigateur Internet, GPS, Facebook...) [34].

### IV.8.2 L'application Android du projet

L'application Android du projet est en fait l'application Arduino IoT Remote disponible gratuitement sur le Play Store. Il suffit juste de se connecter sur l'application en utilisant ses identifiants.

L'interface graphique de notre application est constituée des éléments suivants :

**Jauge (2)** : Cet élément est utilisé pour afficher les valeurs de température et d'humidité.

**Interrupteur (3)** : Cet élément est utilisé pour allumer/éteindre les lampes.

**Graphe** : Cet élément est utilisé pour afficher l'historique des températures durant la journée et les jours précédentes.

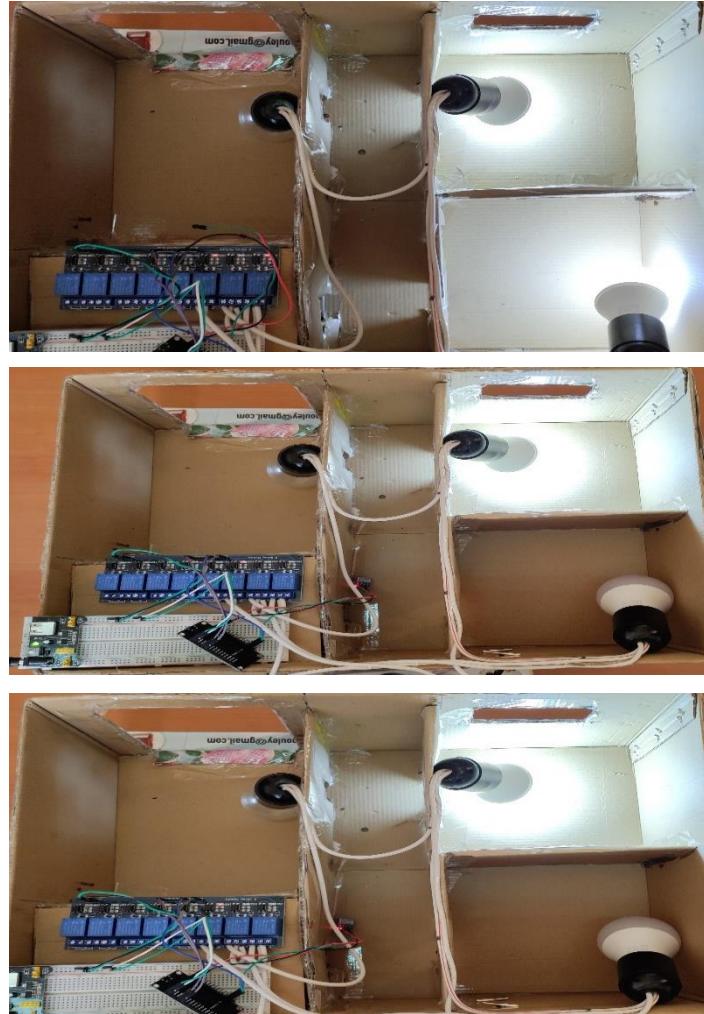


**Figure IV.9 : Capture d'écran principal de l'application Android du projet.**

## IV.9 Résultats pratiques

Après avoir terminé l'aspect théorique, il était nécessaire de passer par la réalisation réelle parce qu'il y avait une différence entre la théorie et la pratique. En ce qui concerne le modèle, nous avons pu valider les éléments suivants : • Contrôler les lumières via smartphone. • Gagner en température et en humidité.

Afin de mettre en évidence toutes les fonctions introduites dans les chapitres précédents, nous avons créé un modèle de maison en carton pour mettre en œuvre les différents services obtenus. La maison se compose d'un salon, une cuisine, une allée et un garage.



*Figure IV.10: Photos de la réalisation finale de maquette de maison.*

#### **IV.10 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de réalisation telle que la création de la maquette, nous avons présenté les organigrammes des systèmes inclus dans le projet. Nous avons aussi présenté la plateforme Arduino IoT Cloud, qui nous a aidé à réaliser notre projet. Les tests réalisés montrent l'efficacité et la réussite de notre système.

# CONCLUSION GENERALE

---

Dans ce projet nous nous sommes concentrés à la conception et la réalisation d'un système de commande à distance, pour commander les installations électriques de la domotique, utilisant un protocole de communication sans fil (wifi) avec un smart phone.

Nous avons réalisé un système de mesure en temps réel de l'ensemble des phénomènes physiques à base d'une carte Arduino UNO comme une unité de commande, le rôle de la carte Arduino UNO est de traiter les données délivrées par les capteurs et commander des différents actionneurs utilisés.

Au début on a essayé de relier le système au support d'affichage (PC) par un câble USB pour assurer le bon fonctionnement des capteurs. Le programme écrit sur IDE Arduino permet d'afficher les résultats sur le moniteur série.

En deuxième lieu, nous avons développé une interface de commande sous androïde (une application sur Smart phone) avec l'environnement Arduino IOT cloud. Nous avons préparé les icônes et les labelles des commandes pour permettre au système de superviser les résultats attendus programmés dans la carte Arduino.

La troisième partie de ce travail consiste à faire la réalisation pratique de notre système. Pour connecter le système au réseau internet on a utilisé la connexion sans fil (par wifi) à travers le module ESP8266. Pour la visualisation des grandeurs physiques mesurées on a exécuté un programme capable d'afficher les résultats en temps réel sur l'application de smart phone.

Une telle réalisation n'est pas dénuée de difficultés. Il est à noter que nous avons affronté au plusieurs problèmes surtout dans la partie de la connexion sans fil. Cependant, on peut dire que malgré ces difficultés, les résultats obtenus à travers cette étude qu'ils soient pratiques ou théoriques, permettent d'ouvrir la porte à d'autres initiations. Nous espérons que notre travail sera une référence aux future chercheurs désirant à développer et réaliser des projets et systèmes basée sur la carte Arduino.

# BIBLIOGRAPHIE

---

---

- [1] Bourdelle, M. (2014). Smart home - Habitat connecté, 361 installations domotiques et multimédia. Dunod.
- [2] P.CAHUARA QUISPE, " Contrôle intelligente de la domotique à partir d'informations temporelles multi sources imprécises et incertaines", thèse de doctorat Laboratoire d'informatique de Grenoble (LIG) et d'Ecole Doctorale Mathématiques, Sciences et technologies de l'information, Informatique, 2003.
- [3] L'HISTOIRE ET L'EVOLUTION DE LA DOMOTIQUE [en ligne], (consulté le : 20 mars 2018), disponible sur le lien : <https://sites.google.com/site/domotiquec2i/-histoire-domotique-et-évolution>.
- [4] « Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia-2014 – Dunod Notag.pdf ».
- [5] Gaetan R, «La Smart Home est encore trop méconnue du grand public», objetconnecte.com, France, 3 février 2016.
- [6] SIRLAN Technologies «Les automatismes du bâtiment, La domotique, Le maintien à domicile, livreblanc.pdf». France, décembre 2011.
- [7] CEA, L. d. (s.d.). La domotique ou la maison connectée. Récupéré sur cea : <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-domotique-maison-connectee.aspx>
- [8] Meziane Boudellal, «Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia». Dunod, Août 2014.
- [9]<https://www.legrand.fr/questions-frequentes/quest-ce-quune-maison-intelligente-fonctionnant-avec-la-domotique>
- [10] Alastair Allan, D.C. projet pour Arduino, Raspberry Pi et smartphones. Bluetooth Low energy. 2017.
- [11] <https://www.mk-energie.fr/nos-prestations/domotique/>
- [12] Mr : METAHRI.M, Melle ABDELLI.S, " Smart House ", Mémoire Master, Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, 2017.

[13] - KAOUBI ADEL, « La maison intelligente », Mémoire master professionnel, Université virtuelle de Tunisie, 2018.

[14] P.-J. Benghazi, S. Bureau, F. Massit-Folléa, C. Waroquiers, and S. Davidson, L'internet des objets : quels enjeux pour l'Europe, Éd. de la Maison des sciences de l'homme éd., 2009, 66 p.

[15] les experts Ooreka, "Système RFID : définition et fonctionnement d'un système RFID ", 22 déc. 2015 ; <http://rfid.comprendrechoisir.com/comprendre/systeme-rfid>.

[16] J. A. Stankovic, "Wireless sensor networks," IEEE Computer Society, vol. 41, no. 10, pp. 92-95, 2008.

[17] N. Daniel, R. Marcel, and K. Daniel, Livre blanc Machine To Machine enjeux et perspectives : Orange Business Services, Syntec informatique, Fing, 2006, 40 p.

[18] [https://www.inria.fr/sites/default/files/2021-12/LB\\_IoT\\_FR\\_WEB\\_HD\\_2](https://www.inria.fr/sites/default/files/2021-12/LB_IoT_FR_WEB_HD_2).

[19] B. Jorge, B. Lacroix, A. Proux, les protocoles réseau de l'internet des objets [en ligne], (consulté le : 17 Mai 2018), disponible sur : <http://www.arrow.com/fr-fr/research-and-events/article/protocols-for-the-internet-of-things>.

[20]- <https://fritzing.org> (Consulté le mois de septembre 2019)

[21]- METAHRI.M, ABDELLI.S, " Smart House ", Mémoire Master, Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, 2017.

[22] SALMA.HE, MOULAY ABDALLAH.Y, « Réalisation d'une maison verte doté des systèmes intelligents de contrôle pour la sécurité, l'environnement et le confort », Mémoire master2, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 14 juin 2017.

[23] Astalaseven, Eskimon et olyte « Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation », édition 2 décembre 2012.

[24] Erik bartmann, « Le grand livre D'Arduino » 2<sup>eme</sup> Edition 2015.

[25] Dr.N.SATHISH KUMAR, B.VIJAYALAKSHMI, R. JENNIFER PRARTHANA, A SHANKAR, « IOT Based Smart Garbage alert system using Arduino UNO», Region 10 conference (TENCON) — Proceedings of the International Conference, Novembre 2016.

[26] <http://www.acm.uiuc.edu/sigbot/tutorials/> 2009-11-17-arduino-basics. Consulter le : mars 2015.

[27] Jonathan Oxer and Hugh Blemings : Cool Projects for Open Source Hardware, 2009, 445 pages

[28].[http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_reference\\_arduino/pmwiki.php?n>Main.MaterielMega2560](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n>Main.MaterielMega2560)

[29] «Expressif Systems - Wi - Fi and Bluetooth chipsets and solutions,» [En-Ligne]. Available: [www.espressif.com](http://www.espressif.com). [Accès le juin 2017].

[30] <https://docs.arduino.cc/cloud/iot-cloud/tutorials/iot-cloud-getting-started>

[31] Elhammoumi. A, Slimani. M, "Conception et réalisation d'un prototype d'une maison domotique intelligente", Mémoire Master Académique, Université Hassan 1<sup>er</sup> Faculté des sciences et Technique, Maroc, 2016.

[32] <https://pricets.com/product/8eecd/arduino-module-de-relais-1-canal-5v-30a-ordinateurs-et-imprimantes>

[33] Becky Stewart, « à **l'aventure avec l'Arduino** », édition EYROLLES, 2015, 61, bd saint-germain.

[34]-[http://www.ictea.com/cs/index.php?rp=%2Fknowledgebase%2F8974%2FiQue-est\\_el-Sistema-Operativo-Android.html](http://www.ictea.com/cs/index.php?rp=%2Fknowledgebase%2F8974%2FiQue-est_el-Sistema-Operativo-Android.html).

# Annexes

---

---

## *Annexe 1 : SmartHome\_Thing\_nov19a.ino*

```
#include "arduino_secrets.h"
#include "thingProperties.h"
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 12

#define KITCHEN_SWITCH_PIN 5
#define BEDROOM_SWITCH_PIN 4
#define RESTROOM_SWITCH_PIN 14
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
    // Initialize serial and wait for port to open:
    Serial.begin(115200);
    dht.begin();
    // This delay gives the chance to wait for a Serial Monitor without blocking if none is found
    pinMode(KITCHEN_SWITCH_PIN, OUTPUT);
    pinMode(BEDROOM_SWITCH_PIN, OUTPUT);
    pinMode(RESTROOM_SWITCH_PIN, OUTPUT);

    delay(1500);

    // Defined in thingProperties.h
    initProperties();

    // Connect to Arduino IoT Cloud
    ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);

    setDebugMessageLevel(2);
    ArduinoCloud.printDebugInfo();
}
```

```

void loop() {
  ArduinoCloud.update();
  delay(2000);

  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = dht.readHumidity();
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = dht.readTemperature();
  // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
  float f = dht.readTemperature(true);

  // Check if any reads failed and exit early (to try again).
  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    Serial.println(F("Failed to read from DHT sensor!"));
    return;
  }

  temperature = t;
  humidity = h;
  Serial.println(t);
  Serial.println(h);
}

/*
Since Temperature is READ_WRITE variable, onTemperatureChange() is
executed every time a new value is received from IoT Cloud.
*/
void onTemperatureChange() {
  // Add your code here to act upon Temperature change
}

/*
Since Humidity is READ_WRITE variable, onHumidityChange() is
executed every time a new value is received from IoT Cloud.
*/

```

```

void onHumidityChange() {
    // Add your code here to act upon Humidity change
}

/*
Since BedroomLight is READ_WRITE variable, onBedroomLightChange() is
executed every time a new value is received from IoT Cloud.
*/
void onBedroomLightChange() {
    // Add your code here to act upon BedroomLight change
    if(bedroom_Light == true)
        digitalWrite(BEDROOM_SWITCH_PIN, LOW);
    else
        digitalWrite(BEDROOM_SWITCH_PIN, HIGH);
}

/*
Since RestroomLight is READ_WRITE variable, onRestroomLightChange() is
executed every time a new value is received from IoT Cloud.
*/
void onRestroomLightChange() {
    // Add your code here to act upon RestroomLight change
    if(restroom_light == true)
        digitalWrite(RESTROOM_SWITCH_PIN, LOW);
    else
        digitalWrite(RESTROOM_SWITCH_PIN, HIGH);
}

void onKitchenLightChange() {
    // Add your code here to act upon BulbSwitch change
    if(kitchen_Light == true)
        digitalWrite(BULB_SWITCH_PIN, LOW);
    else
        digitalWrite(BULB_SWITCH_PIN, HIGH);
}

```

## Annexe 2 : *thingsProperties.h*

```
// Code generated by Arduino IoT Cloud, DO NOT EDIT.
```

```
#include <ArduinoIoTCloud.h>
#include <Arduino_ConnectionHandler.h>

const char THING_ID[]      = "54ae78cf-f368-4491-9d11-9e7ff636904d";
const char DEVICE_LOGIN_NAME[] = "455dfb9d-452f-4b3d-a500-ab5f5ab0d5d2";

const char SSID[]          = SECRET_SSID; // Network SSID (name)
const char PASS[]          = SECRET_PASS; // Network password (use for WPA, or use as key
for WEP)
const char DEVICE_KEY[]    = SECRET_DEVICE_KEY; // Secret device password

void onBedroomLightChange();
void onKitchenLightChange();
void onRestroomLightChange();
void onHumidityChange();
void onTemperatureChange();

CloudLight bedroom_Light;
CloudLight kitchen_Light;
CloudLight restroom_light;
CloudRelativeHumidity humidity;
CloudTemperature temperature;

void initProperties(){

    ArduinoCloud.setBoardId(DEVICE_LOGIN_NAME);
    ArduinoCloud.setSecretDeviceKey(DEVICE_KEY);
    ArduinoCloud.addProperty(bedroom_Light, READWRITE, ON_CHANGE,
onBedroomLightChange);
    ArduinoCloud.addProperty(kitchen_Light, READWRITE, ON_CHANGE, onKitchenLightChange);
    ArduinoCloud.addProperty(restroom_light, READWRITE, ON_CHANGE,
onRestroomLightChange);
    ArduinoCloud.addProperty(humidity, READ, 1 * SECONDS, onHumidityChange);
}
```

```
ArduinoCloud.addProperty(temperature, READ, 1 * SECONDS, onTemperatureChange);  
}
```

```
WiFiConnectionHandler ArduinoIoTPreferredConnection(SSID, PASS);
```

*Annexe 3 : arduino\_secrets.h*

```
#define SECRET_SSID "Xiaomi 11 Lite 5G NE"  
#define SECRET_PASS "nsghefuhdgid8du"  
#define SECRET_DEVICE_KEY "ZHMCYE1Q1CW7KXSDYBPI"
```