



Premier Partenaire des Professionnels

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

MENTION ELECTRONIQUE



**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MASTER**

TITRE : Ingénieur

Mention : Electronique

Parcours : Electronique automatique

COMMANDÉ LOCALE DOMOTIQUE

Présenté par : TOJOSOA Herman

Soutenu le : 24 Septembre 2019

Numéro d'ordre : 104/EN/M2/EA/2019

Année Universitaire : 2017-2018

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

MENTION ELECTRONIQUE

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
TITRE - INGENIEUR

Mention : Electronique

Parcours : Electronique automatique

COMMANDÉ LOCALE DOMOTIQUE

Présenté par : TOJOSOA Herman

Devant le Jury composé de :

Monsieur RASTEFANO Elisée, Président

Madame RABEHERIMANANA Lyliane Irène, Examinateur

Monsieur HERINANTENAINA Edmond Fils, Examinateur

Monsieur RAKOTOARISOA Hasina Patrick, Examinateur

Directeur de mémoire : Monsieur RAMASOMBOHITRA Nivonjy Nomen'Ahy

Soutenu le : 24 Septembre 2019

N° d'ordre : 104/EN/M2/EA/2019

Année Universitaire : 2017-2018

TENY FISAORANA

Hoy ny fahendrena malagasy manao hoe: “Ny fisaorana dia toy ny fary lava vany ka tsy lany hamamiana”.

Maro ny mendrika an’izany fisaorana izany, fisaorana izay atao toy fiarahaban’ny masoandro mipoaka ka mahataratra ny Avo. Mendrika loatra raha atolotra ho an’Andriamanitra ny fisaorana ambony indrindra.

Manaraka izany, izao no tanteraka dia tao ireo nitoto nahafotsy, nahandro nahamasaka, vy nahitana sy angady nananana, izy ireo izay tsy azo dinganana amin’izao teny fisaorana izao, an’isan’ireny:

Ramatoa RAMANATSIHOARANA Harisoa Nathalie, tomponan’adraikitra voalohany eto amin’ny sampam-pampianarana “ELECTRONIQUE”

Izao fanohanank-kevitra izao dia atao eo anoloan’ny fitsaran’Andriamtoa RASTEFANO Elisée, izay filoha mitarika sy ireo mpikambana Ramatoa sy Andriamatoa isany, RABEHÉRIMANANA Lyliane Irène, HERINANTENAINA Edmond Fils ary RAKOTOARISOA Hasina Patrick

Ny hazo no vanonko lakana hono ny tany naniriana no tsara; izahay no nahatanteraka izao dia teo Andriamatoa RAMASOMBOHITRA Nivonjy Nomen’Ahy, izay nitarika sy nanoro lèlana anay tamin’ny asa rehetra natao.

Ny farany fa tsy kely indrindra, ny fianankaviana, ireo tapaka sy namana, nanohana na mivantana na ankolaka, izay tsy ho voatanisa eto avokoa.

Ataonay toy ny fisaoran’ilay tsy mahay miteny ka ny misaotra no averimberina.

MISAOTRA!

MISAOTRA!

MISAOTRA!

Tojosoa Herman

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu qui m'a donné sa bénédiction d'avoir franchi ces cinq années d'études passées et me voici présent à terme en réalisant ce travail de mémoire.

Je me permets alors de témoigner mes plus profondes gratitude et mes sincères remerciements au Seigneur Tout Puissant.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance et mes vifs remerciements à tous ceux qui ont apporté leur aide dans la réalisation de ce mémoire, en particulier :

Madame RAMANTSIOARANA Harisoa Nathalie, Responsable de la Mention Electronique.

Monsieur RASTEFANO Elisée, qui a voulu présider la soutenance de ce mémoire malgré ses innombrables occupations.

Les membres du Jury ici présent pour examiner la soutenance de ce mémoire, qui sont : Madame RABEHERIMANANA Lyliane Irene, Monsieur HERINANTENA Edmond Fils, Monsieur RAKOTOARISOA Hasina Patrick

Et Monsieur RAMASOMBOHITRA Nivonjy Nomen'Ahy, directeur de ce présent mémoire qui n'a pas ménagé ses efforts et ses conseils pour l'accomplissement de ce travail, malgré ces différentes responsabilités.

Tous les enseignants de la Mention Electronique sans exceptions pour les connaissances et les formations qu'ils m'ont prodigué durant ces cinq ans passés.

Je tiens à remercier aussi ma famille, mes amis pour leurs aides durant la préparation de ce mémoire. Un remerciement particulier s'adresse à mes parents pour leurs soutiens indéfectibles qui m'ont permis de toujours avancer.

Tojosoa Herman

RESUME

Ce travail de mémoire présente la conception et la réalisation d'un système domotique. Ceci concerne le contrôle et la surveillance des dispositifs domestiques. La commande gère l'ouverture des portes, l'éclairage de la maison, la collection des valeurs des gaz et de la température, et aussi la détection de présence à la maison. Le système est formé par une carte Arduino Méga 2560 comme principale interface matérielle avec les appareils domestiques. Le système est capable de collecter toutes les données captées, afin de les transmettre vers un centre de données locales. Les utilisateurs finaux peuvent faire les contrôles et les surveillances à partir d'une application web.

L'application mises à la disposition de l'utilisateur est développée avec les langages PHP, HTML, JavaScript, CSS. Pour perfectionner le système, une base de données a été conçue avec MySQL sur un serveur local.

SOMMAIRE

TENY FISAORANA	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
SOMMAIRE	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : LA DOMOTIQUE.....	2
1. Introduction.....	2
2. Définitions	2
3. Principe de base de la domotique.....	2
4. Avantages et inconvénients de la domotique	3
5. Mode de fonctionnement de la domotique.....	4
5.1. Les actionneurs et les capteurs	4
6. Transmissions de l'information	5
6.1. Transmission par fils électriques	5
6.2. CPL (Courant Porteur en ligne).....	5
6.3. Les réseaux filaires	7
6.4 Transmission sans fil.....	8
6.4.1. Le protocole X10.....	10
6.4.2. Le protocole radio	11
6.5. Réseaux de communication	12
6.5.1. Liaison avec l'extérieur	12
6.5.2. Réseau de distribution intérieure.....	12
6.5.3 Exemples d'usages.....	12
7. Les fonctions de la domotique	13
7.1 Les fonctions de sécurité	13
7.2 Les fonctions de surveillance.....	13
7.3 Les fonctions de gestion d'énergie.....	13
7.4 Les fonctions de scénarisation	14
7.5 Les fonctions de communication.....	14

7.6 Les fonctions de confort	14
8. Applications	15
9. Remarque	16
10. Conclusion	17
CHAPITRE II : GENERALITES DE L'INTERNET DES OBJETS	18
1. Introduction.....	18
2. Définitions	18
3. Que ce qu'un objet connecté ?	19
4. L'architecture de l'internet des Objets.....	19
5. Les technologies permettant de mettre en œuvre l'internet des objets.....	20
5.1 Le réseau des capteurs (WSN).....	20
5.1.1. Principes de fonctionnement de WSN	21
5.1.2. Les Options de communication pour le WSN.....	22
5.1.3. Les systèmes de communications sans fil	22
5.2 Les protocoles de communication	22
5.2.1. Le modèle « Request / Response »	23
5.2.2. Le modèle CoAP.....	24
5.2.3. Le modèle MQTT	25
5.3 Les serveurs	25
5.3.1. Serveurs locaux / dédié	26
5.3.2. Le « Cloud Computing»	26
5.4 Le stockage des données.....	28
6. Interfaces d'utilisateur pour l'internet des objets	28
6.1. Application web.....	29
6.2. Application mobile.....	29
7. Domaines d'application de l'internet des objets	29
7.1. Maison intelligente.....	29
7.2. Transport intelligent.....	30
7.3. Smart-grid.....	30
8. Le marché et les chiffres clés à savoir	31
9. Conclusion	32
CHAPITRE III : ETUDE ET CONCEPTION D'UNE MAQUETTE DOMOTIQUE... 	33
1. Architecture.....	33
2. Les différentes étapes pour la réalisation et les matérielles utilisées	34
2.1 La construction de la maquette en bois	34
2.2 L'installation des capteurs.....	34

2.2.1 Qu'est-ce qu'un capteur ?	34
2.2.2 Différents types de capteurs	35
2.2.3 Classifications des capteurs.....	35
2.2.4 Fonction de détecteur de gaz.....	37
2.2.5 La fonction d'acquisition de température.....	38
2.3 Description d'un microcontrôleur Arduino	39
2.3.1 Présentation d'un microcontrôleur Arduino.....	39
2.1.4 Les broches	40
2.3.2 Caractéristiques.....	41
3. Emplacement des LEDs pour chaque chambre	42
4. Insertion des autres matérielles.....	43
4.1 Fonction de la ventilation	45
4.2 Fonction de l'ouverture de garage	45
4.2.1 Fonctionnement du servomoteur	45
4.2.2 Connecteur du servomoteur	45
5. L'alimentation.....	46
6. Conclusion	48
CONCLUSION.....	49
ANNEXE I : Liste des commandes AT	50
ANNEXE II : code Php de l'application web	52
REFERENCES	54

LISTE DES ABREVIATIONS

API	Application Programming Interface
CoAP	Constrained Application Protocol
CPL	Courant Porteur en Ligne
CSS	Cascading Style Sheets
DIN	Deutsches Institut für Normung
EEPROM	Electrical Erasable Programmable Read Only Memory
EIB	Européen Installation Bus
GPS	Global Position System
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a service
IDC	International Data Corporation
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IOT	Internet of things
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
M2M	Machine to Machine
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
PaaS	Platform as a Service
PHP	Php Hypertext Preprocessor
PC	Portable Computer
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
RR	Request/Response
SaaS	Software as a Service
SGBD	systèmes de gestion de base de données
SRAM	Static Random-Access Memory
TCP	Transmission Control Protocol
TTL	Time To Live

TV	Television
USB	Universal Serial Bus
UDP	User Datagram Protocol
URL	Uniform Resource Locator
Wi-Fi	Wireless Fidelity

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Schéma de principe de la domotique	3
Figure 1.2 : Fonctionnement de la domotique	4
Figure 1.3 : Courant porteur domestique	6
Figure 1.4 : Courant porteur informatique	6
Figure 1.5 : Courant porteur audiovisuel	7
Figure 1.6 : Bus EIB	8
Figure 1.7 : Différents types des réseaux sans fils	9
Figure 1.8 : Protocole X10	10
Figure 1.9 : Exemples d'une maison intelligente.....	15
Figure 1.10 : Taux de consommateurs en France	16
Figure 2.1 : Présentation de la vision panoramique de IOT	18
Figure 2.2 : Architecture de IOT	19
Figure 2.3 : Principe de fonctionnement du réseau de capteur.....	21
Figure 2.4 : Présentation de la fonction du protocole Request/Response	23
Figure 2.5 : Présentation de fonction du protocole CoAP	24
Figure 2.6 : Présentation de fonction du protocole MQTT	25
Figure 2.7 : Les différents services de cloud computing	27
Figure 2.8 : Maison intelligente et ses différents fonctionnements	30
Figure 2.9 : Principe de fonctionnement du Smart Grid	31
Figure 2.10 : Evolution du nombre d'objets connectés	31
Figure 3.1 : Architecture du projet	33
Figure 3.2 : Représentation de la maquette	34
Figure 3.3 : Représentation fonctionnelle de capteur	35
Figure 3.4 : Brochage du capteur de gaz MQ-2	37
Figure 3.5 : Brochage du capteur DHT 11	38
Figure 3.6 : Système d'acquisition de température	39
Figure 3.7 : Représentation de la carte Arduino Méga 2560	40
Figure 3.8 : Extrait de la commande pour les LEDs	42
Figure 3.9 : Extrait de commande pour le ventilateur	44
Figure 3.10 : Connecteur du servomoteur	46
Figure 3.11 : Schéma de l'alimentation 12 V, 5 V et 3.3 V	46
Figure 3.12 : schéma synoptique de la domotique	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Différentes technologies sans fil et ses caractéristiques.....	22
Tableaux 3.1 : les capteurs utilisés.....	36
Tableaux 3.2 : Caractéristiques de l'Arduino méga 2560.....	41
Tableau 3.3 Nomenclature d'une LED.....	42
Tableaux 3.4 : Liste des matérielles utilisées.....	43
Tableau I.1 : La liste des commandes AT.....	50

INTRODUCTION

La domotique qui est née il y a 20 ans de cela fait partie des nombreuses technologies courantes. Etant donné que le monde est noyé dans la technologie avec une forte progression, le changement que les êtres humains subissent s'accroît aussi en parallèle, on les voit dans plusieurs domaines.

Les appareils électriques ou électroniques seraient contrôlables par une interface. Cette idée a été fortement développée par Schneider Electric, dans son projet « Homes », où la régulation de la consommation énergétique serait possible grâce à une interface Web.

La domotique subit une difficulté, qui n'est autre que la dépendance de cette technologie par l'intervention humaine avec l'intermédiaire d'un bouton de commande. Conscient de cette réalité, on va essayer d'apporter une contribution, dans ce domaine de commande.

Le présent projet intitulé « Commande locale domotique » est reparti trois grandes parties. Dans la première partie, nous allons mettre en évidence les généralités concernant la domotique. Dans la deuxième partie se portera la technologie IOT. La troisième partie porte l'étude et conception d'une maquette domotique.

CHAPITRE I : LA DOMOTIQUE

1. Introduction

La technologie de la domotique s'articule aujourd'hui autour d'un ensemble de solutions simples, pratiques et modulables, permettant d'automatiser les gestes quotidiens en fonction des besoins et des attentes de l'utilisateur final. Elle couvre les automatismes, la gestion des flux, la communication et les réseaux multiservices.

Ce chapitre nous explique la domotique en générale en parlant les principes de bases, la mode de fonctionnement. Il s'en suivra l'étude des actionneurs et des capteurs, ainsi que toutes les informations nécessaires pour la transmission.

2. Définitions

Ce mot a été construit à partir de « Domus », le domicile en latin, associé au suffixe « tique », couramment employé pour évoquer le terme des technologies d'automatique, électronique, électrique, informatique et des communications au service de la maison. Son champ d'application vise à assurer des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication qu'on peut retrouver dans un espace domestique.

Câblée ou fonctionnant par ondes radio, la domotique investit notre univers quotidien pour nous faciliter la vie. Souvent on la pratique sans y penser. Dans ses applications les plus évoluées, la domotique met en réseau et coordonne le fonctionnement de différents types d'équipements ménagers, de travail et de loisir.

Elle peut se charger des tâches les plus complexes ou contraignantes et, en même temps, assurer l'intendance de la maison. A l'opposé, elle peut accomplir des actions très basiques, comme allumer une lumière dans une pièce. Les applications possibles de la domotique concernent aussi bien la programmation, la surveillance, que le contrôle à distance [1].

3. Principe de base de la domotique

La réalisation de la domotique est composée de divers éléments. Il y a les paramétrages, l'unité de commande et les équipements contrôlés. L'unité de commande reçoit les paramètres par l'utilisateur. Les équipements sont centralisés sur cette unité. Cette dernière peut être purement électronique ou informatique. Elle enregistre et gère les données. En effet, l'unité prend la place de l'utilisateur et commande les appareils domestiques. Nous précisons que les tâches à faire, dites automatisées, sont déjà prédefinies.

Il existe aussi des unités préprogrammées par les constructeurs. Dans ce cas, elles ne sont plus pilotées selon la volonté de l'utilisateur. Elles répondent aux différents phénomènes extérieurs et sont prêtes à l'emploi comme les capteurs ou les détecteurs.

Le schéma simplifié qui récapitule le principe de base de la domotique est représenté à la Fig.1.1.

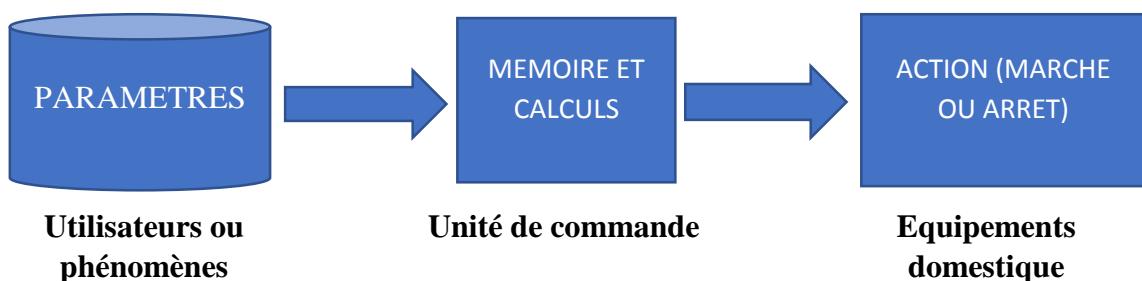


Figure 1.1 : Schéma de principe de la domotique

4. Avantages et inconvénients de la domotique

Cette technologie a plusieurs avantages :

- **Simplification de l'installation** : tout est ramené au tableau ou alors relié seulement par un bus
- **Possibilité de créer des scénarios** : l'appui sur un bouton poussoir peut fermer tous les volets, éteindre toutes les lumières, mettre en route l'éclairage extérieur pendant 10 minutes puis ensuite l'éteint, mettant en surveillance l'alarme de la maison.
- **Le confort** : l'homme veut toujours la facilité, c'est pourquoi l'existence de cette technologie pour automatiser dans le but d'avoir un confort, par exemple : un détecteur de présence peut donner l'alarme en cas d'absence de l'occupant mais allumera la lumière dans l'autre cas.
- **La sécurité** : il est important de surveiller la maison, surtout en absence de la propriétaire. Grace à cette technologie, c'est plus facile de gérer l'insécurité de la maison, comme l'incendie, l'inondation, ou encore une fuite de gaz etc.
- **La communication à distance** : Il est possible aussi de se communiquer à distance avec la maison, en utilisant par exemple l'internet. Grace à la centrale de la domotique connectée à internet, on peut alors avoir l'état de l'installation et d'émettre des alertes et piloter la maison de n'importe quel endroit et n'importe quand sans mettre en question la distance.

Même s'il paraît que la domotique est rentable, elle présente aussi des inconvénients :

- **Coût** : l'installation et la réalisation nécessitent beaucoup d'argent ; par exemple l'achat des matériaux, l'investissement pour installer une connexion.

Nécessite un grand tableau de distribution.

5. Mode de fonctionnement de la domotique

Les systèmes domotiques sont constitués de plusieurs éléments. Ils sont représentés à la Fig. 1.2 ci-dessous. Le premier élément est le système de communication. Celui-ci peut se faire grâce aux ondes Wifi, d'autres ondes radios, par le réseau électrique ou d'autres systèmes de câblage. Le second élément est l'ensemble de capteurs qui permettent de détecter ou mesurer des phénomènes physiques (luminosité, bruit, humidité, etc.) [2].

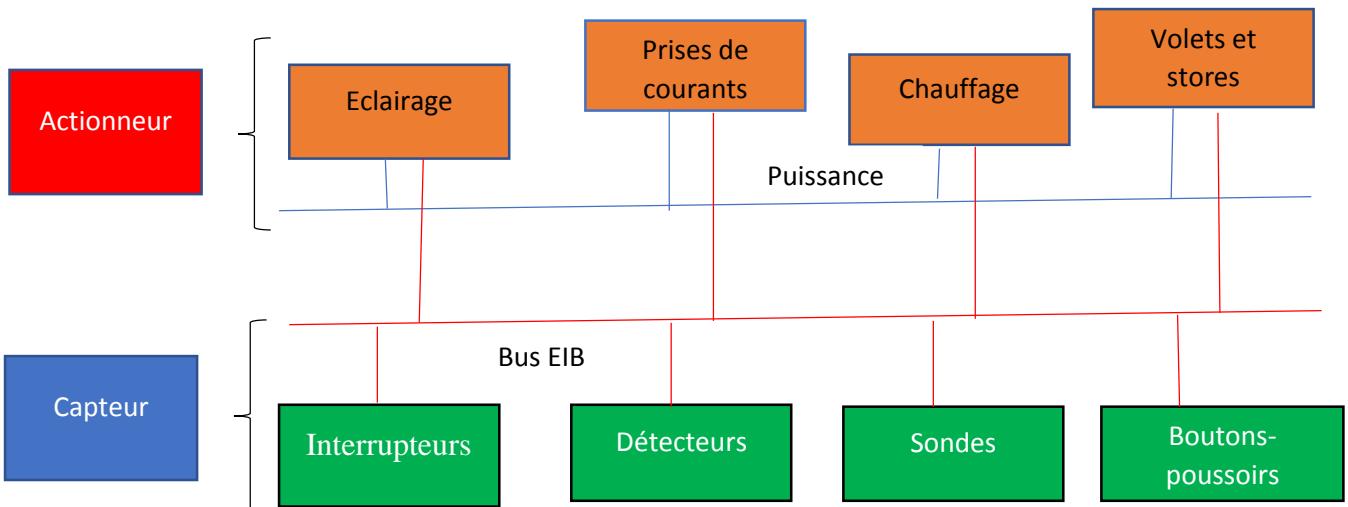


Figure 1.2 : Fonctionnement de la domotique

5.1. Les actionneurs et les capteurs

Les actionneurs et les capteurs sont les composantes qui reçoivent les messages (instructions). Ils entreprennent ou non une action en fonction de ces messages. Les capteurs font en sorte qu'un ou plusieurs actionneurs reçoivent l'instruction. Ces composants communiquent via un 'bus' (qui assure la circulation des données). Les capteurs placent l'information sur le bus et transmettent ainsi leurs instructions aux actionneurs.

C'est la programmation qui détermine quel actionneur doit entrer en action. Il existe plusieurs types de capteur et d'actionneur utilisable en domotique. Le fonctionnement de la domotique repose sur la communication entre plusieurs appareils électriques. Le système de programmation domotique et tous les appareils associés (les capteurs, la centrale domotique, le

réseau, l'interface homme-machine) assurent le bon fonctionnement de cette communication. [3]

6. Transmissions de l'information

Les supports physiques les plus courants sont : les courants porteurs (CPL) ; les liaisons sans fil (radio ou infrarouge) ; le câble coaxial ; la paire torsadée et la fibre optique.

6.1. Transmission par fils électriques

Le courant électrique qui circule dans ces réseaux, appelés réseaux filaires, est différent du courant servant à alimenter une lampe ou une machine à laver. Le courant a une très faible intensité qui est de l'ordre de milliampères. Il est alors associé à des faibles tensions de l'ordre de millivolts [4].

Compte tenu de la faiblesse des courants, les fils électriques utilisés sont souvent des fils blindés. Il protège contre les perturbations qui peuvent provenir du fonctionnement des appareils reliés au secteur ou de défaut du courant d'alimentation (brèves coupures de courant, surtensions, foudre, etc.). La conception de ces réseaux dépend de l'application et répond à des règles très précises destinées à assurer un bon fonctionnement des réseaux et des appareils qui y sont reliés.

Les informations peuvent également transiter par les fils électriques transportant les courants forts : on parle alors de courant porteur. Cette technologie déjà ancienne présente l'intérêt de limiter les modifications de l'installation puisqu'elle utilise le réseau intérieur existant de distribution électrique du logement. Elle est notamment utilisée pour contrôler les tarifs jour/nuit chez les abonnés. Ce mode de transmission est adapté aux anciens logements mais des équipements spécifiques sont nécessaires à son fonctionnement.

6.2. CPL (Courant Porteur en ligne)

Le principe de base du réseau CPL est d'utiliser les circuits de distribution électrique du logement pour véhiculer les données et les commandes [5].

On distingue généralement les trois grands types de courant porteur suivants :

Courant porteur domestique : cette technologie est représentée sur la Fig. 1.3. Elle est conçue pour piloter l'éclairage, le chauffage, les automatismes, les prises de courant et la sécurité.

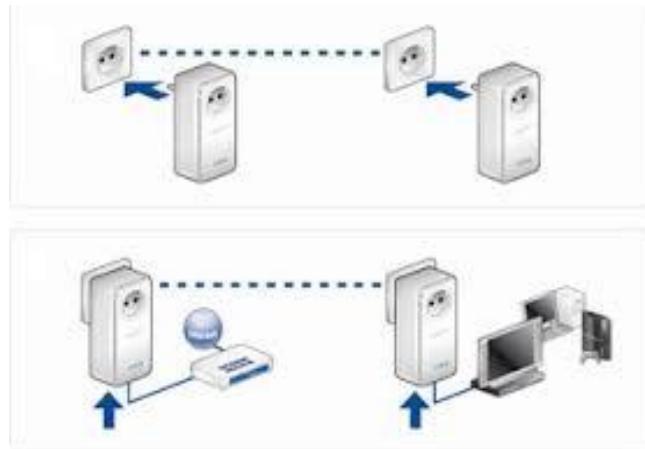


Figure 1.3 : Courant porteur domestique

Courant porteur informatique : ce type de courant porteur en ligne est illustré sur la Fig. 1.4.

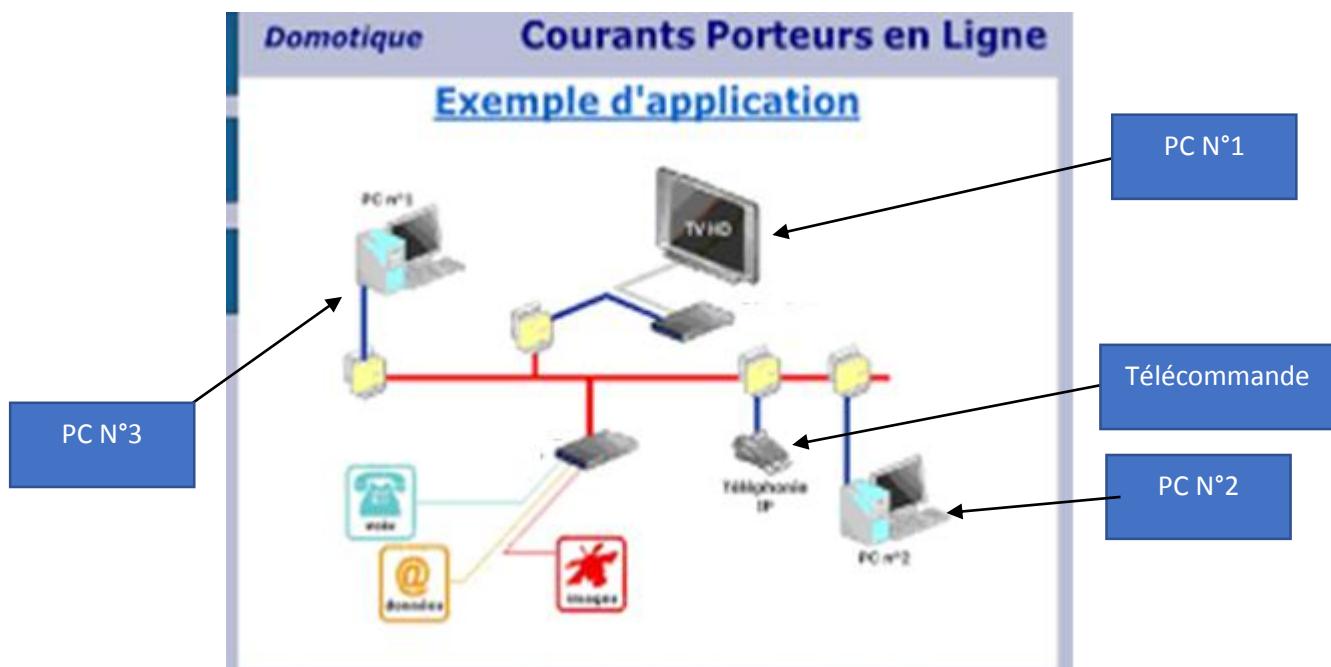


Figure 1.4 : Courant porteur informatique

Il autorise le transport de données informatiques. Il permet de constituer un véritable réseau local reliant des ordinateurs, imprimantes, accès Internet, serveur multimédia, écran tactile, point d'accès Wifi.

Courant porteur audiovisuel : cette technologie permet de distribuer l'image et le son dans une maison.

Ces trois types de CPL utilisent des fréquences différentes, il est possible de les faire cohabiter. La technologie CPL est particulièrement intéressante dans le cas des logements anciens. La Fig 1.5 énumère brièvement l'explication présentée précédemment.

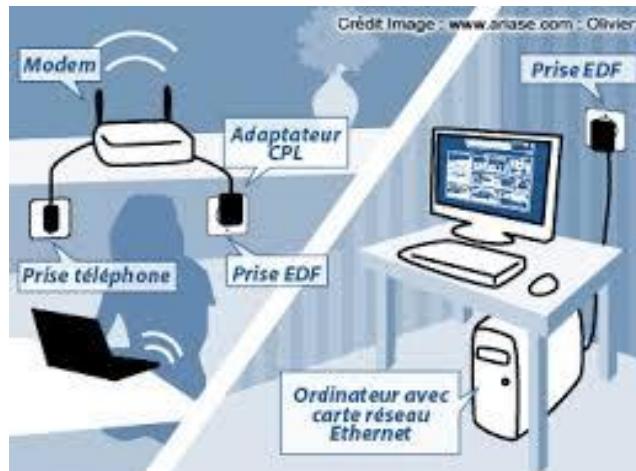


Figure 1.5 : Courant porteur audiovisuel

6.3. Les réseaux filaires

Le bus filaire est constitué d'une ou plusieurs paires de conducteurs torsadés, permettant la circulation de données à haut débit. La mise en œuvre de ce type de bus dans le domaine du logement neuf est facilitée par l'implantation du pré câblage préconisé par la norme C 15-100. Les deux types de bus de commande standards de cette catégorie sont les suivants [5] :

- EIB/Konnex : Ce protocole a été retenu par plus de 150 constructeurs et s'implante peu à peu dans l'habitat résidentiel.

- Lonworks : Très sophistiqué, il est essentiellement utilisé dans les projets d'immeubles de bureaux ou d'hôpitaux. Contrairement à l'EIB/Konnex, qui est relativement centralisé. LonWorks permet à tous les produits reliés au réseau de communiquer directement entre eux. Le bus VDI ETHERNET est quant à lui plus dédié à la communication informatique.

Le bus EIB (Européen Installation Bus) utilise une paire torsadée comme support de communication. La plus petite entité du système est appelée la ligne, elle comprend une alimentation qui fournit 29 V continu nécessaire au bon fonctionnement de l'ensemble. Aucune entité centrale n'est nécessaire. Chaque appareil dispose de son propre microprocesseur qui le rend entièrement paramétrable. Le système EIB est par conséquent très flexible et peut à tout

moment être adapté aux nouvelles exigences [5]. La figure 1.6 suivante montre le bus EIB ou Européen Installation Bus.

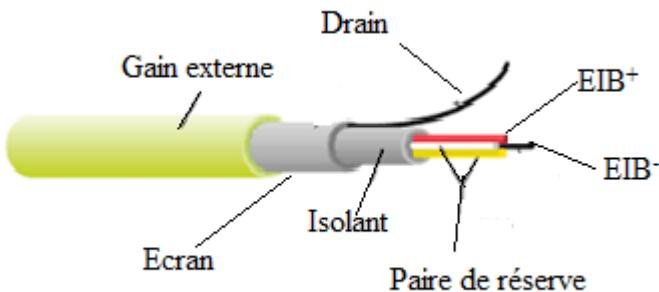


Figure 1.6 : Bus EIB

Il est possible de raccorder jusqu'à 64 participants à une ligne. Celle-ci s'étend sur 1 km et peut être prolongée via des répéteurs jusqu'à 4 km pour porter ainsi la capacité de la ligne à 256 participants.

En interconnectant plusieurs lignes entre elles par l'intermédiaire de coupleurs de lignes, il est possible d'augmenter notamment la taille de l'installation. On peut créer ainsi une zone EIB, en raccordant jusqu'à 15 lignes secondaires sur une ligne principale. Les règles qui régissent le fonctionnement d'une ligne restent valables pour les lignes ajoutées de cette façon. Les coupleurs ont pour rôle de filtrer le trafic et d'isoler galvaniquement les lignes entre elles. La transmission s'effectue en mode différentiel : les données sont émises simultanément sur les deux conducteurs du bus, garantissant une très bonne immunité aux perturbations, d'autant plus que le système est isolé de la terre.

6.4 Transmission sans fil

La transmission d'information sans fil est maintenant devenue ordinaire, vue le développement intense de la technologie actuel. Les télécommandes (télévision, éclairage, stores motorisés, chauffage/climatisation, etc.) ou les téléphones sans fils sont répandus.

Deux technologies sont utilisées pour transporter l'information :

- Les ondes radios qui permettent de transmettre des informations d'un point à un autre du logement sans que les murs ou cloisons gênent la transmission ;
- Les ondes infrarouges, contrairement aux ondes radio, sont bloquées dans leur transmission par la présence de cloisons ou d'autres obstacles opaques entre l'émetteur (le boîtier de télécommande) et le récepteur (poste de radio par exemple). Ces télécommandes ont de très nombreuses applications.

Elles peuvent en particulier apporter une aide précieuse aux personnes en situation de handicap. Elle permet de faire fonctionner de multiples équipements : ouverture et fermeture d'une porte, commande de l'ascenseur.

La transmission sans fil est intéressante en rénovation mais elle présente aussi une limite comme :

- Portée limitée ;
- Risque de sensibilité aux perturbations électromagnétiques ;
- Pas de garantie de fonctionnement ;
- Peu de standardisation (sauf Wifi qui est une norme ETHERNET). Les technologies avec et sans fil peuvent être associées entre elles afin de constituer de véritables réseaux domestiques. On peut ainsi utiliser un ordinateur autonome en énergie grâce à une batterie et par ailleurs connecté au réseau téléphonique du logement par une liaison sans fil. A l'aide du même réseau, cet ordinateur peut être relié à un autre équipement informatique (imprimante, autre ordinateur, etc).

La figure 1.7 nous montre brièvement les types des réseaux sans fils selon leur portée (distance) et leur débit (vitesse de transmission).

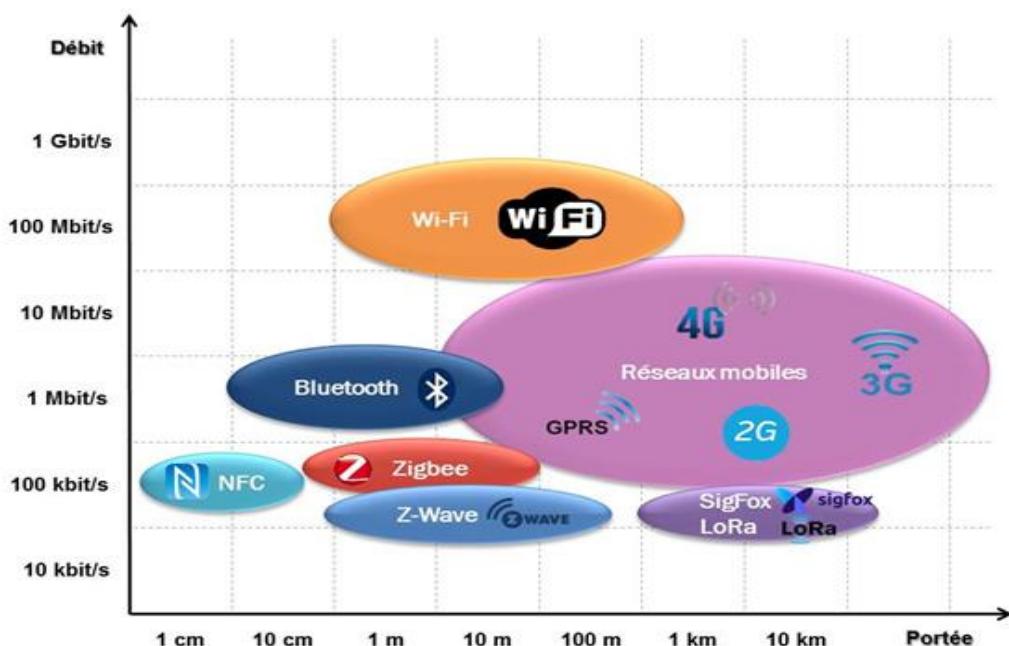


Figure 1.7 : différents types des réseaux sans fils [6]

6.4.1. Le protocole X10

a. Le principe

Le protocole X10 permet sans aucun câblage supplémentaire de commander des éclairages et des appareils électriques. Des modules émetteurs envoient des ordres à des modules récepteurs auxquels sont connectés les appareils. Les ordres sont transmis en utilisant les câbles 230 V de l'installation existante. La Fig. 1.8 montre ce protocole :



Figure 1.8 : protocole X10 [7]

b. Caractéristiques techniques

Le signal numérique envoyé dans le courant d'un secteur alternatif (230 V ou 110 V selon les pays) est codé et transmis à une fréquence de 120 kHz à chaque passage à zéro du courant alternatif du secteur (50 Hz ou 60 Hz selon les pays). La trame est structurée avec une partie adresse et une partie commande envoyée à tous les récepteurs en même temps. Seuls les récepteurs correctement adressés exécutent les ordres donnés. Les différents ordres envoyés peuvent être [8] :

- des ordres de type marche ou arrêt ;
- des ordres de type variation croissante ou décroissante de variateur de courant ;
- des valeurs de températures issues de capteurs ;
- des remontées de capteurs de type détecteur de présence infra-rouge.

Le protocole X10 offre 256 possibilités d'adressage différentes pour chaque module domotisé. Chaque signal est envoyé plusieurs fois pour pallier d'éventuels échecs de transmission.

6.4.2. Le protocole radio

Les modules de la gamme X10 peuvent être couplés avec des télécommandes radio qui donne des ordres à des modules pilotés par courants porteurs par l'intermédiaire d'un convertisseur fréquence radio (433 MHz) en fréquence porteuse [8].

a. Centrale de commande domotique X10

Il existe toute une gamme de centrales de commande domotique, des plus simples à des modèles plus évolués gérés par micro-informatique depuis des logiciels sous Windows, Linux ou Mac OS, etc. Certaines centrales d'alarme permettent d'envoyer des ordres en X10 (simulation de présence, fermeture des volets en cas d'alarme, etc.). Ces mêmes centrales accessibles par téléphone permettent de piloter les appareils reliés au réseau X10 (lumières, volets, chauffages, etc.) via les touches du téléphone.

b. Les modules X10

Il existe des modules contrôleurs et d'autres récepteurs. Les modules contrôleurs permettent d'envoyer des ordres en X10 sur le réseau filaire à destination des récepteurs : centrale domotique, récepteur radio convertissant les ordres radio en X10, interface informatique « PC (Portable Computer) en USB (Universal Serial Bus) ou série », programmateur horaire, module universel, module d'échange pour les systèmes non X10, etc. Les modules récepteurs reçoivent les ordres X10 et actionnent l'élément raccordé (lumière, volet, chauffage ou tout appareil sur une prise X10 tel que cafetière, machine à laver,etc). Ces modules peuvent prendre la forme d'une surprise type prise contre la foudre (pour les appareils et les lumières), d'une douille, d'un interrupteur mural (lumière, volet), d'un module encastrable derrière un interrupteur existant, et même de module rail DIN (Deutsches Institut für Normung), son existence rend un facilité issu du marché, puis qu'on a un libre choix des interrupteurs muraux parmi les constructeurs) à installer dans le tableau électrique (télécontacteur, télévariateur). Les modules récepteurs sont adressables : l'adresse est constituée d'un code « maison » (A à P) et d'un code « unité » (1 à 16). Plusieurs récepteurs peuvent avoir la même adresse afin de les actionner en même temps. On peut avoir jusqu'à 256 adresses différentes [8].

Il existe également d'autres modules spécialisés pour certaines fonctions sur les ordres X10 : filtres, coupleurs de phase, répéteurs, etc.

Le module interface informatique permet également de faire des programmations horaires et d'enregistrer des commandes « macro » en mémoire non volatile (suite de commande simple, par exemple fermer le volet 1 puis le volet 2). Ce module fonctionne même PC éteint.

6.5. Réseaux de communication

6.5.1. Liaison avec l'extérieur

Le logement est relié à des sources extérieures d'information : réseau téléphonique, antenne de télévision, parabole, câble, Internet, etc. Ces différentes sources arrivent dans le logement soit de manière séparée soit, par des alimentations récentes, sous forme centralisée dans un boîtier de raccordement. [4]

6.5.2. Réseau de distribution intérieure

Dans le cas où les sources sont séparées, l'utilisateur se raccorde à une prise spécialisée à laquelle il branche l'appareil correspondant : la télévision sur la prise TV, la radio sur la prise FM, le téléphone sur la prise téléphone. Dans le cas où les sources sont centralisées, des câbles spéciaux (4 paires torsadées dont une pour la TV, une pour le téléphone et deux pour les données numériques) peuvent être installés afin de distribuer dans les pièces des prises universelles (prise RJ45 à 8 broches). À ces prises, il est possible de brancher des câbles universels permettant de transporter les signaux électriques nécessaires au fonctionnement des appareils courants (télévision, radio, téléphone, etc) ainsi que des ordinateurs échangeant des données numériques. Cette technologie apporte ainsi une grande flexibilité aux occupants pour choisir l'endroit du logement où ils veulent utiliser un appareil. La même prise peut recevoir un téléphone, un ordinateur, etc. Par ailleurs, moyennant un accessoire, plusieurs appareils différents peuvent être branchés sur la même prise et fonctionner en même temps. La conception et la réalisation de ces types d'installation répondent à des règles précises connues des professionnels [4].

6.5.3 Exemples d'usages

Voici quelques exemples d'utilisation du réseau de communication

- Gestion de chauffage ; Automatismes d'appareils ou d'équipements divers ;
- Protection contre l'intrusion ;

- Détection d'incidents domestiques ;
- Téléassistance de personnes âgées ou en situation de handicap.

7. Les fonctions de la domotique

Les fonctions suivantes peuvent être réalisées grâce aux technologies intégrées dans la domotique : la sécurité, la surveillance, la gestion de l'énergie, la scénarisation des actions, la communication et le confort [9].

7.1 Les fonctions de sécurité

Contrairement à un système d'alarme traditionnel, une centrale domotique agit sur toute l'installation électrique de l'habitation. Elle dissuade les intrus en simulant une présence par l'allumage aléatoire des éclairages, de la radio ou l'ouverture des volets durant la journée, etc. Les accès à un logement ou à un commerce sont contrôlés et enregistrés et, si une intrusion est détectée, la centrale prend les mesures qui s'imposent :

- Sirène ;
 - Allumage de tous les éclairages de la maison ;
 - Appel d'un centre de surveillance, d'un voisin ou d'un téléphone mobile.
- À partir d'un téléphone, il est possible d'écouter et de s'adresser directement aux intrus grâce au haut-parleur de la centrale.

7.2 Les fonctions de surveillance

Différents capteurs détectent les anomalies :

- Inondation; l'incendie; la fuite de gaz; l'arrêt du congélateur et la coupure de courant ;
- Vent ou pluie. La centrale intervient instantanément pour couper les alimentations, remonter les stores, couvrir la piscine, appeler les numéros d'urgence ou faire retentir la sirène si l'occupant est présent.

7.3 Les fonctions de gestion d'énergie

La programmation des seuils de température est l'une des principales sources d'économie. La programmation peut être journalière ou hebdomadaire.

Des sondes de température renseignent la centrale sur les valeurs de température dans chaque pièce. Elle tient compte de la présence d'un occupant et s'adapte automatiquement à son emploi du temps :

- Extinction des éclairages inutiles ;
- Réglage de l'intensité lumineuse en fonction de l'activité. Un simple appel téléphonique suffit pour augmenter le chauffage en prévision de l'arrivée des occupants.

7.4 Les fonctions de scénarisation

Au moment de quitter un habitat ou un commerce, la mise en fonction de l'alarme déclenche une série de contrôles et d'actions (centralisation des commandes) :

- Fermeture de toutes les lumières ;
- Coupure de l'arrivée de gaz ;
- Vérification de la fermeture de toutes les fenêtres ;
- Allumage de la lumière extérieure durant quelques minutes s'il fait nuit. À partir d'un bouton unique, tous les éclairages du living seront ajustés pour le dîner, une soirée télévision ou la création d'une ambiance lumineuse adaptée à l'activité de l'occupant.

7.5 Les fonctions de communication

Aujourd'hui, une centrale domotique sait communiquer par téléphone ou par ordinateur (Internet). Ceci permet à une personne de recevoir l'état de son installation et d'émettre des alertes et piloter sa maison de n'importe quel endroit du monde, de son bureau ou de sa voiture.

7.6 Les fonctions de confort

La domotique est rentable dans ce domaine puis qu'elle facilite la tâche quotidienne comme :

- Ouvrir le portail sans descendre de voiture
- Allumer automatiquement la lumière en ayant les bras chargés de paquets
- Arroser automatiquement le jardin, ouvrir ou fermer les volets ou les stores,
- Programmer une ambiance sonore dans la maison
- Disposer de la télévision dans plusieurs pièces
- Déclencher la préparation du café avant le réveil
- Adapter la température aux conditions extérieures
- Autant de fonctionnalités qui peuvent devenir indispensables.

De plus, des différents dispositifs de commande peuvent agir sur le même appareil et un même détecteur peut engendrer des actions différentes : un émetteur radio, une télécommande

infrarouge, un téléphone, une horloge ou un détecteur (exemple : commander un éclairage à partir d'une télécommande tout en conservant les fonctions de l'interrupteur mural).

8. Applications

La domotique est appliquée comme : surveillance des fenêtres ; alarmes ; détecteur de fumée ; détecteur de présence ; gestion individuelle des pièces ; gestion du chauffage ; surveillance des portes ; thermostat ; contrôle des lumières ; contrôle de l'humidité et la gestion de la ventilation

De l'automatisme à la domotique Simple ou complexe, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien. Ils se développent de plus en plus et prennent une place plus importante dans la manière de travailler, tant dans les ateliers de production que dans les divers bureaux des entreprises, ainsi que dans la domotique. La figure 1.9 montre en général ce que c'est une maison intelligente en indiquant tous les cas possibles que la domotique peut introduire.

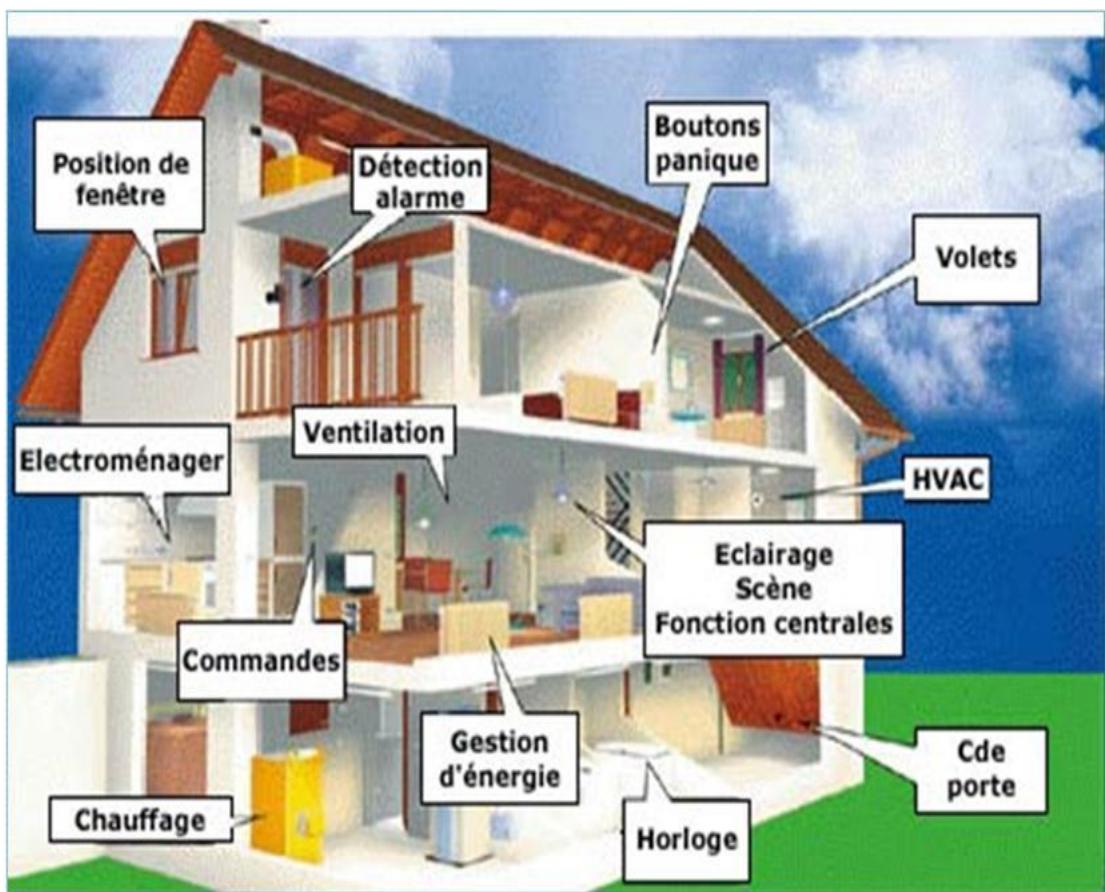


Figure 1.9 : Exemples d'une maison intelligente [10]

Les produits automatisés sont essentiellement conçus pour exécuter un travail précis et limité. On leur réserve en priorité les travaux dangereux ou pénibles. Certains produits automatisés remplissent aussi des fonctions afin de faciliter la vie des humains ou de perdre moins de temps dans la tâche, exemple GPS (Global Position System). Connaître leur fonctionnement permet aussi de mieux comprendre notre environnement [11].

Puisque la domotique a besoin d'une intervention humaine ou d'une autre commande, en voici quelques exemples des appareils de commande de la domotique :

- Une interface informatique ;
- Des modules programmables sur lesquels les appareils sont connectés selon les produits domotiques existantes ;
- Des moyens de "prise en main" et de pilotage, généralement un téléphone portable ou une télécommande.

Il est évident de noter qu'il existe encore plusieurs techniques utilisées dans ce domaine.

9. Remarque

A Madagascar, la statistique des consommateurs est peu nombreuse par rapport à celle de l'extérieur. Disons juste le cas de la France, qui ne cesse pas d'augmenter chaque année. La figure suivante nous énumère une statistique ou taux de consommateurs en France. Il est indiqué dans cette figure que ce sont l'électroménager intelligent et la sécurité qui prennent les effectifs élevés. La Fig. 1.10 illustre le taux de consommateurs en France.

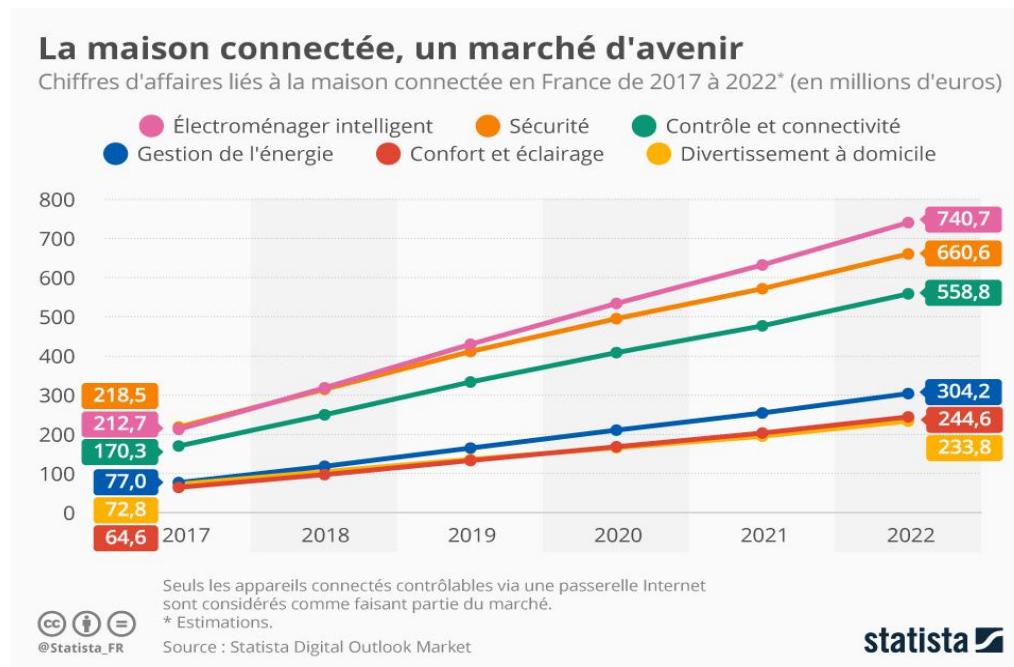


Figure 1.10 : Taux de consommateurs en France

10. Conclusion

La domotique est donc l'ensemble des techniques utilisées dans les bâtiments afin d'apporter principalement les fonctions de confort, de sécurité et d'économie d'énergie. Elle peut utiliser les fils électriques, le réseau sans fil, le réseau de communication et le réseau domotique comme moyen de transmission des données. Elle est utilisée dans plusieurs domaines tels que la surveillance des fenêtres, les alarmes, les détecteurs de fumée, les détecteurs de présence et le contrôle des lumières.

CHAPITRE II : GENERALITES DE L'INTERNET DES OBJETS

1. Introduction

La technologie IOT (Internet Of Things ou internet des objets) est l'extension du réseau internet à des choses/objets et à des lieux dans le monde physique. Les objets deviennent alors connectés et mis en réseau.

Dans ce chapitre, la définition d'IOT est présentée en premier lieu. Ceci est suivi de la présentation des objets connectés et l'architecture de l'internet des objets. Ensuite, les technologies utilisées pour le fonctionnement de l'IOT et ses différents domaines d'application sont énumérés.

2. Définitions

L'internet des objets est un réseau qui relie et combine les objets avec internet. Il suit des protocoles qui assurent les communications et échange les informations à travers une variété de dispositifs [12] [13].

L'IOT peut se définir aussi comme un réseau de réseaux. Il permet de faire beaucoup de chose via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil. Il permet par exemple d'identifier directement sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques. Il peut aussi récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels. La figure 2.1 montre la vision panoramique de l'IOT.



Figure 2.1 : Présentation de la vision panoramique de IOT

3. Que ce qu'un objet connecté ?

L'IOT repose avant tout sur les objets connectés. Un objet connecté a la capacité de capter une donnée et de l'envoyer, via le réseau Internet ou d'autres technologies. Les données sont analysées et visualisées sur des tableaux de bord dédiés.

Les objets connectés interagissent avec leur environnement par le biais des capteurs : température, vitesse, humidité, vibration, etc.

Dans l'Internet des Objets, un objet peut aussi bien être un véhicule, une machine industrielle, une maison, etc.

4. L'architecture de l'internet des Objets

L'architecture est l'organisation fondamentale d'un système illustré par la relation entre ses composants et ses environnements. La figure 2.2 suivante montre l'architecture de l'internet des objets dans laquelle on trouve tout un système constitué d'objets, de passerelles, de réseau, de système de stockage et de terminaux.

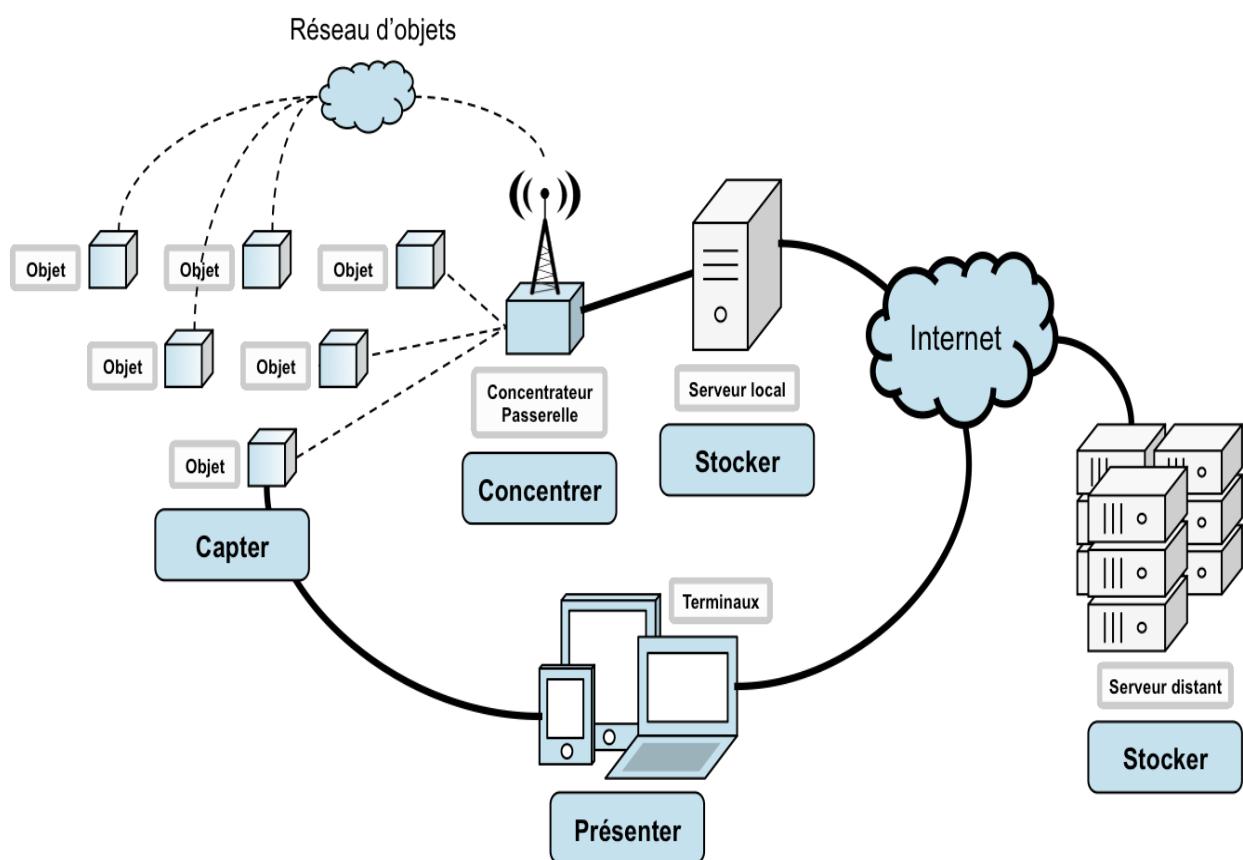


Figure 2.2 : Architecture de IOT

Le rôle des différents processus présentés sur ce schéma est :

- Capter : désigne l'action de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.
- Concentrer : permet d'interfacer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP(Internet Protocol) standard ou des dispositifs grand public.
- Stocker : qualifie le fait d'agréger des données brutes, produites en temps réel, méta taguées, arrivant de façon non prédictible.
- Présenter : indique la capacité de restituer les informations de façon compréhensible par l'Homme, tout en lui offrant un moyen d'agir et/ou d'interagir.

D'autres processus n'apparaissent pas sur le schéma, car ils sont à la fois transverses et omniprésents :

- Le traitement des données est un processus qui peut intervenir à tous les niveaux de la chaîne, depuis la capture de l'information jusqu'à sa restitution. Une stratégie pertinente, et commune quand on parle d'Internet des objets, consiste à stocker l'information dans sa forme intégrale. On collecte de manière exhaustive, « big data », sans préjuger des traitements qu'on fera subir aux données. Cette stratégie est possible aujourd'hui grâce à des architectures distribuées type NoSQL. Ce dernier est capable d'emmagasiner de grandes quantités d'information tout en offrant la possibilité de réaliser des traitements complexes en leur sein.
- La transmission des données est un processus qui intervient à tous les niveaux de la Chaîne.

5. Les technologies permettant de mettre en œuvre l'internet des objets

Pour mettre en œuvre l'Internet des objets, on peut faire appel aux technologies qui répondent aux exigences pour le bon fonctionnement de IOT.

5.1 Le réseau des capteurs (WSN)

WSN (Wireless Sensor Network) 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. 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.

5.1.1. Principes de fonctionnement de WSN

Les données captées par les capteurs (nœuds) sont acheminées à un nœud considéré comme un « point de collecte ». Ce nœud est appelé nœud-puits (ou sink). Ce dernier peut être connecté à l'utilisateur du réseau via Internet, satellite ou autre système. L'usager peut adresser des requêtes aux autres nœuds du réseau, précisant le type de données requises et récolter les données environnementales captées par le biais du nœud puits [14].

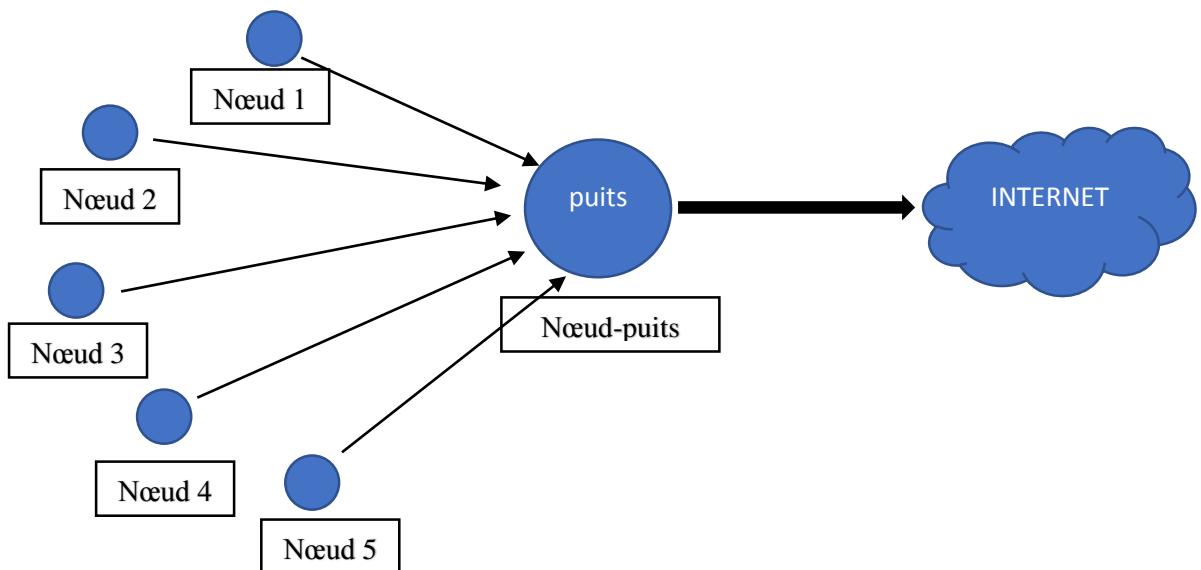


Figure 2.3 : Principe de fonctionnement du réseau de capteur

La diminution de taille et de coût des micro-capteurs, l'élargissement des types de capteurs disponibles et l'évolution des supports de communication sans fil, ont élargi le champ d'application des réseaux de capteurs. Ils s'insèrent notamment dans d'autres systèmes tels que le contrôle et l'automatisation des chaînes de montage. Ils permettent de collecter et de traiter des informations complexes provenant de l'environnement. Le réseau de capteur est utilisé pour surveiller des phénomènes physiques et biologiques dans différents domaines.

- Industriels, techniques et scientifique (monitoring de la température, la pression, l'hygrométrie, la luminosité, etc.).
- Ecologique et environnement (surveillance des ultra-violets, de la radioactivité, etc.)
- Santé (suivie des malades)
- Automatisation des bâtiments domotique

5.1.2. Les Options de communication pour le WSN

Les WSN utilisent le réseau sans fil qui est plus avantageux que le réseau câblé. Le réseau sans fil utilise le canal air pour communiquer. Ce sont les ondes hertziennes, les infrarouges ou le laser [14].

Les avantages de réseau sans fil par rapport au réseau câblé sont : la facilité de déploiement, la réduction du temps de déploiement et d'installation, la réduction des coûts d'entretien, l'augmentation de la connectivité et la portabilité et la mobilité

5.1.3. Les systèmes de communications sans fil

La communication sans fil est l'élément de base qui permet aux objets de communiquer. Cela permet de ne pas encombrer les systèmes et de les déplacer plus facilement. Pourtant, toutes les technologies existantes ne sont pas adaptées à l'usage de l'internet des objets. Le tableau 2.1 suivant montre les différentes technologies sans fil et ses caractéristiques.

Tableau 2.1 : différentes technologies sans fil et ses caractéristiques

Type	Nom commerciale	Standard (IEEE)	Theoretical Rate	Porté (m)	Fréquence (GHz)
Wlan	Wi-fi	802.11b	11Mbps	100	2,4
		802.11a	54 Mbps	30	5,5
		802.11g	54 Mbps	100	2,4
		802.11n	320 Mbps	30	[2,4 et 5,5]
WPAN	Bluetouth	802.15.1	2Mbps	100	2,4
	Zigbee	802.15.4	250Kbps	10	2,4
	Zigbee	802.15.4a	20Kbps	75	0,9
WMAN	WIMAX	802.16	70Mbps	50000	5,86
	MBWA	802.20	1Mbps	100	<3,5

5.2 Les protocoles de communication

Un protocole est ensemble de règles régissant deux terminaux différents communicants. Les protocoles de communication peuvent être utilisés pour connecter les objets et les personnes

dans un réseau via différentes technologies de télécommunication filaire ou sans fil (Wifi, ZigBee, Bluetooth, etc).

5.2.1. Le modèle « Request / Response »

Le modèle RR (Request / Response) est un modèle d'échange de message simple et largement utilisé dans les systèmes de communication.

Dans ce modèle, un client envoie une requête au serveur afin de recevoir la réponse correspondante. Le modèle RR est basé sur une interaction un à un qui entraîne une limitation temporelle, spatiale et un problème de synchronisation. Cela entraîne une certaine incompatibilité pour des entités mobiles car, en attendant une réponse, un client peut être bloqué indéfiniment. L'exemple le plus connu utilisant le modèle RR est le protocole HTTP (Hyper Text Transfert Protocol). Pour demander des pages web, les clients envoient des requêtes de type GET et par la suite le serveur répond. La figure 2.4 suivante nous montre la Présentation de la fonction du protocole Request/Response

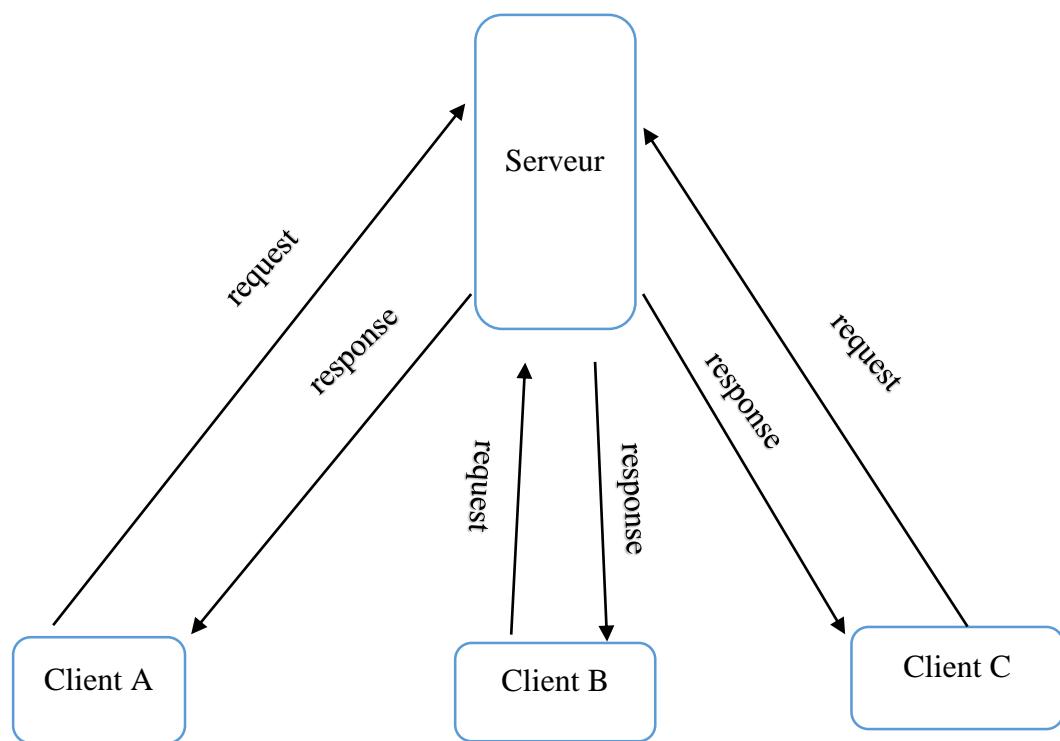


Figure 2.4 : Présentation de la fonction du protocole Request/Response

5.2.2. Le modèle CoAP

Le CoAP est un protocole conçu par l'IETF (Internet Engineering Task Force) basé sur une architecture Request/Response.

Ce protocole reprend en partie les concepts et la terminologie du protocole HTTP (GET, PUT, POST et DELETE) en allégeant considérablement les échanges notamment en s'appuyant sur le protocole UDP (User Datagram Protocol) plutôt que sur le protocole TCP (Transmission Control Protocol).

Cette proximité avec le protocole HTTP rend le développement de passerelles entre ces deux protocoles relativement aisés.

Les paquets CoAP sont beaucoup plus petits que les paquets http. L'en-tête d'un message traditionnellement utilisé pour les messages HTTP est remplacé par un en-tête fixe de 4 octets plus adapté aux faibles ressources des équipements de l'IOT.

Dans l'en-tête de chaque paquet, deux bits indiquent le type de message et la qualité de service souhaitée pour la transmission du message.

- Confirmable : Message envoyé avec une demande d'acquittement.
- Non-Confirmable : Message envoyé sans demande d'acquittement.
- Acknowledgment: Confirmation de la réception d'un message de type « confirmable ».
- Reset : Confirmation de la réception d'un message qui n'est pas exploitable.

La Figure 2.5 illustre la fonction du protocole CoAP (Constrained Application Protocol).

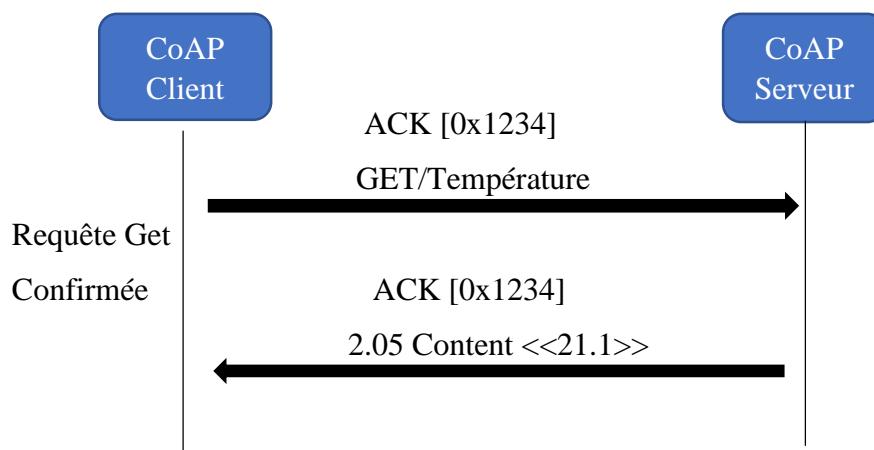


Figure 2.5 : Présentation de fonction du protocole CoAP

5.2.3. Le modèle MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) est un protocole Publish/Subscribe asynchrone qui fonctionne avec TCP. C'est un protocole M2M (Machine to Machine) largement utilisé dans l'IOT. Le protocole MQTT est un protocole à message extrêmement léger. C'est pour cette raison qu'il est adopté dans l'écosystème IOT. Presque toutes les plates-formes IOT prennent en charge le protocole MQTT pour envoyer et recevoir des données à partir des objets intelligents.

Trois niveaux de qualité de service sont prévus pour la transmission des messages :

- Fire and Forget : le message est envoyé une fois et aucun acquittement n'est exigé.
- Delivered at least once : le message est envoyé au moins une fois et un acquittement est exigé.
- Delivered exactly once : un mécanisme en quatre temps assure la délivrance du message une seule et unique fois.

La figure 2.6 suivante présente la fonction du protocole MQTT.

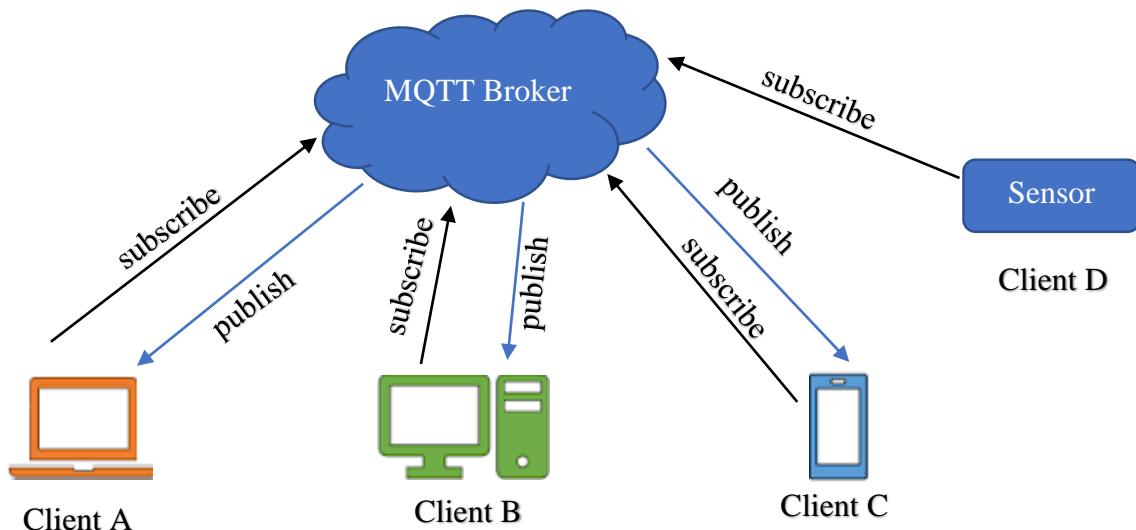


Figure 2.6 : Présentation de fonction du protocole MQTT

Il y a aussi d'autre modèle de protocole tel que le modèle XMPP, le modèle JMS, le modèle AMQP, etc.

5.3 Les serveurs

Les services sont fournis par les serveurs qu'ils soient locaux ou basés sur l'informatique en nuage nommé Cloud Computing. Un serveur est à la fois l'ensemble de logiciels et de

l'ordinateur qui les hébergeant. Il a comme rôle de répondre de manière automatique à des demandes de services envoyées par des clients. Les services les plus courants sont : l'accès aux informations du web, le courrier électronique, le commerce électronique, le stockage en base de données, la gestion de l'authentification, la mise à disposition de logiciels applicatifs, etc.

5.3.1. Serveurs locaux / dédié

Un serveur local est un serveur qui sert les stations connectées à un LAN (Local Area Network).

Les avantages d'un serveur local sont :

- Sécurité locale contrôlée par le propriétaire
- Exécution d'application sans limite
- Accès rapides aux fichiers
- Accès directe aux parties hardware en cas de problème
- Accès à internet non nécessaire

Les inconvénients d'un serveur local sont :

- Coût de maintenance élevé dans le cas de plusieurs serveurs
- Investissement initial plus important

5.3.2. Le « Cloud Computing»

a. Définition

Le Cloud Computing est une manière de fournir et d'utiliser les aptitudes des systèmes informatiques. Il est basé sur les cloud. C'est un parc de machines, d'équipement de réseau et de logiciels maintenus par un fournisseur. Les consommateurs peuvent utiliser en libre-service via un réseau informatique dont le plus souvent est Internet. Les caractéristiques techniques du nuage ne sont pas connues du consommateur et les services sont payés à l'usage [15].

b. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement est représenté dans la figure 2.7



Figure 2.7 : Les différents services de cloud computing

i. Le logiciel en tant que service : SaaS

Les Logiciels en tant que service sont des applications basées sur le Cloud. Elles sont lancées depuis des ordinateurs distants détenus et gérés par des fournisseurs par l'intermédiaire du Cloud. Le modèle SaaS (Software as a Service) repose sur la distribution d'applications logicielles par internet. Ces applications sont généralement surnommées services Web. Par exemple, Microsoft Office 365 est une offre SaaS pour les logiciels de productivité et les services d'email. Les utilisateurs peuvent accéder à des applications et des services SaaS depuis n'importe quel endroit en utilisant un ordinateur ou un appareil mobile ayant accès à internet, généralement depuis un navigateur. Les SaaS permettent de s'inscrire rapidement et d'utiliser directement des applications professionnelles novatrices, accessibles depuis n'importe quel ordinateur connecté à internet. Par ailleurs, les données sont sauvegardées en cas de panne d'ordinateur puisqu'elles sont stockées sur le Cloud. Enfin, le service peut s'adapter de façon dynamique aux besoins des utilisateurs.

ii. La plateforme en tant que service : PaaS

Les Plateformes en tant que services sont des environnements Cloud offrant tout le nécessaire pour le cycle de vie complet d'applications Cloud, du développement à la livraison. Elles permettent de s'affranchir de l'achat et de la maintenance du matériel, des logiciels, et de l'hébergement. Les utilisateurs peuvent accéder à ces outils par l'intermédiaire des API (Application Programming Interface), des portails web ou des logiciels Gateway. Le PaaS (Platform as a Service) est utilisé pour le développement général de logiciels et de nombreux fournisseurs hébergent également le logiciel une fois qu'il est développé. Les principaux fournisseurs sont Salesforce.com, Elastic Beanstalk d'Amazon et Google App Engine. Les PaaS permettent d'accélérer le développement et l'entrée sur le marché. Elles permettent de déployer de nouvelles applications sur le Cloud en quelques minutes.

iii. L'infrastructure en tant que service : IaaS

Les fournisseurs d'infrastructures en tant que service, comme AWS, proposent un stockage sur serveur virtuel. Ils proposent également des API laissant les utilisateurs transférer leurs charges de travail vers des machines virtuelles (VM). Les IaaS (Infrastructure as a service) peuvent être des serveurs, des réseaux, de l'espace de stockage ou des espaces au sein de Data Centers. Les utilisateurs disposent d'une capacité de stockage allouée. Ils peuvent ensuite démarrer, arrêter ou configurer la machine virtuelle et le stockage selon leurs désirs. Les infrastructures fournies peuvent être petites, moyennes, grands ou très grands pour s'adapter aux différents besoins. Grâce à ce type d'infrastructures, les entreprises n'ont pas besoin d'investir dans leur propre matériel [16].

5.4 Le stockage des données

L'IOT va générer d'importantes quantités de données car chaque capteur et chaque dispositif enregistrent et transmettent sans cesse des mesures. Il est alors nécessaire d'accorder une importance au système de stockage des données ou système de gestion des bases de données. En effet, une base de données est un gros ensemble d'informations structurées mémorisées sur un support permanent qui peut être partagée par plusieurs applications et qui est interrogable par le contenu. Pour gérer une base de données, on utilise généralement des systèmes de gestion de base de données (SGBD). Un système de gestion de base de données (SGDB) est un logiciel de haut niveau permettant aux utilisateurs de structurer, d'insérer, de modifier, de rechercher de manière efficace des données spécifiques au sein d'une grande quantité d'informations. Les données sont stockées dans des mémoires secondaires partagées de manière transparente par plusieurs utilisateurs. Plus précisément, le SGBD (Systèmes de gestion de bases de données) sont des programmes permettant à l'utilisateur de créer et de gérer des bases de données. Les SGBD sont des logiciels à usage général qui assurent les processus de définition, de construction, de manipulation et de partage des bases de données par et entre les différents utilisateurs et applications.

Parmi les logiciels les plus connus il est possible de citer : MySQL, PostgreSQL, SQLite, Oracle Database, Microsoft SQL Server, etc.

6. Interfaces d'utilisateur pour l'internet des objets

L'interface utilisateur est un moyen utilisé par l'utilisateur pour communiquer avec un système.

Le système IOT utilise une application informatique pour gérer les données de capteur et pour l'interface utilisateur. Il y a deux interfaces utilisateurs possible pour l'IOT, une application web et une application mobile.

6.1. Application web

L'interface web est l'un moyens de communication entre l'utilisateur et le système. La communication est effectuée via des pages web ou plus précisément une application web. Une application web est un logiciel applicatif hébergé sur un serveur et accessible via un navigateur web.

6.2. Application mobile

Une application mobile est un logiciel applicatif développé pour un appareil électronique mobile tel qu'un téléphone portable, un smartphone, une tablette ou encore certains ordinateurs fonctionnant avec le système d'exploitation Windows phone ou Android.

On distingue plusieurs systèmes d'exploitation spécialement conçus pour mobile. Leur constructeur les améliore toujours et produit plusieurs versions. Il existe des plateformes et des technologies permettant de créer des applications propres à chacun d'eux.

7. Domaines d'application de l'internet des objets

L'internet des objets offre des nombreuses applications à ses utilisateurs. Parmi ces applications : La maison intelligente ; le transport intelligent ; le smart-grid

7.1. Maison intelligente

L'une des applications qui touche un large public est certainement la maison intelligente. Les nombreux objets connectés vont offrir de nouveaux services domotique, pour un meilleur contrôle des équipements et une utilisation optimale de l'énergie. La température ambiante intérieure sera contrôlée à la fois en fonction de la température extérieure et en fonction de la présence de personnes dans la maison. De même, éclairer, climatiser des locaux en l'absence de personne physique devient possible et facile. La Figure 2.8 représente le fonctionnement de la maison intelligente.

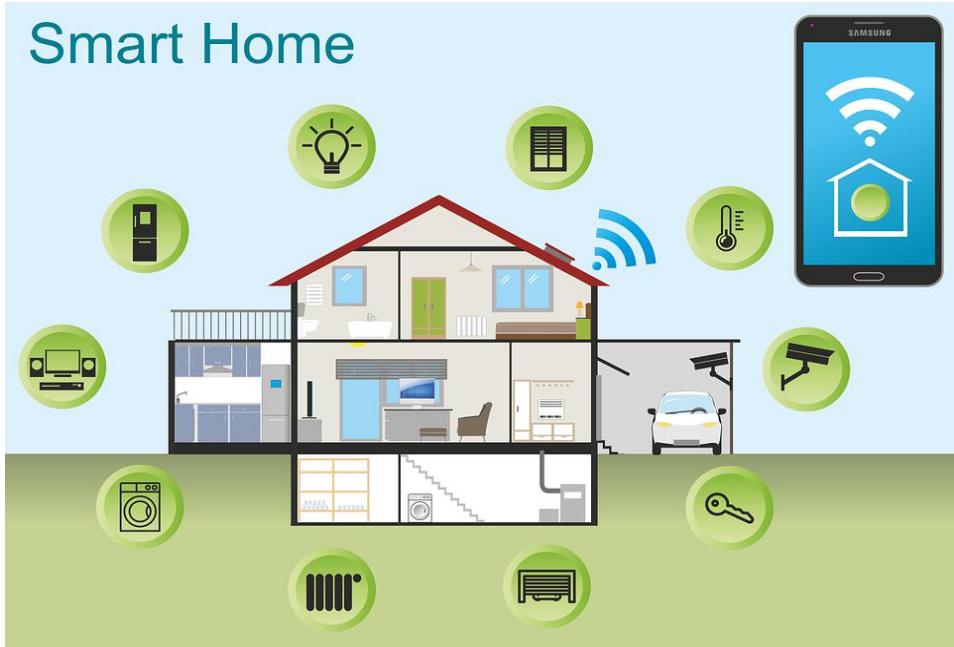


Figure 2.8 : Maison intelligente et ses différents fonctionnements

7.2. Transport intelligent

Un autre exemple d'application est celui des transports intelligents. Les voitures embarquant de nombreux équipements électroniques sont communicantes, et peuvent dialoguer entre elles, ainsi qu'avec les infrastructures de la route. Cet échange permettra d'améliorer la sécurité routière en offrant des informations pertinentes en temps réel aux conducteurs, pour éviter des accidents ou des embouteillages. Cette meilleure gestion de transports aura un impact très fort sur l'économie.

7.3. Smart-grid

L'un des domaines d'application de l'IOT est le secteur de la distribution d'énergie intelligente, dit Smart Grid. Les Smart Grid sont des réseaux électriques qui ajustent les flux d'électricité entre fournisseurs et consommateurs grâce aux technologies de l'information. En collectant des informations sur l'état du réseau, les smart grid contribuent à une adéquation entre production, distribution et consommation. En effet, des équipements de communications dites Smart Meters mesurent et communiquent les données à un centre de contrôle qui connaît en temps réel le niveau de consommation et de production d'énergie. Par la suite, avec des algorithmes d'optimisation (notamment le Machine Learning), il est alors facile d'optimiser la production et la distribution d'énergie (électricité, eau et gaz). La figure 2.10 suivante expose ce principe concernant la production et la consommation d'électricité.

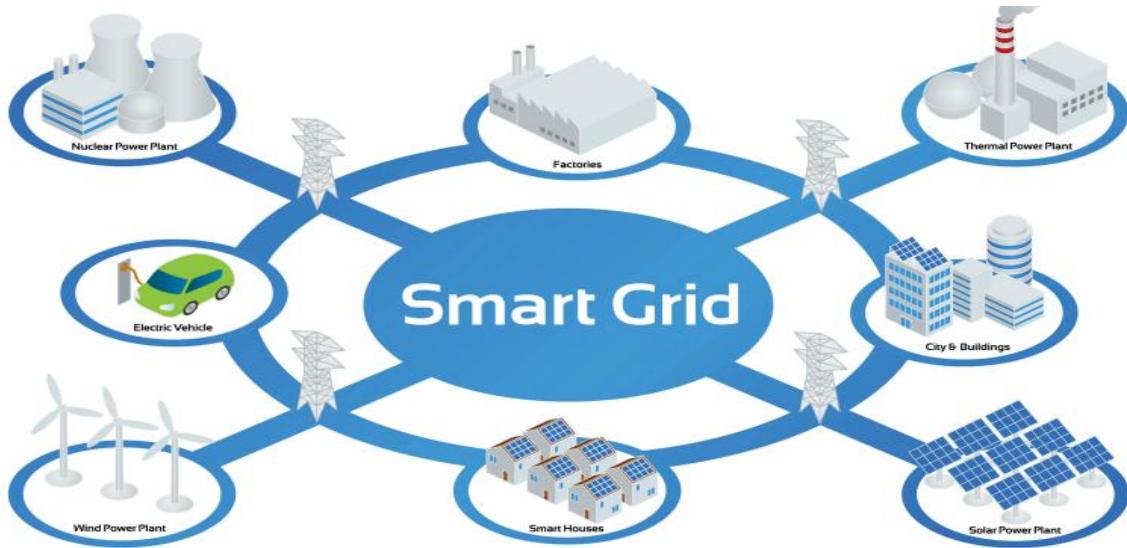


Figure 2.9 : Principe de fonctionnement du Smart Grid

8. Le marché et les chiffres clés à savoir

D'après Gartner, il y aura 26 milliards d'objets connectés en 2020 avec près de 500 objets connectés dans un foyer, alors qu'en 2017 il n'y en a que 2 milliards. Cisco quant à lui, prévoit 50 milliards d'objets connectés. D'après IDC (International Data Corporation), la taille du marché IoT va atteindre 8.9 trillions de dollars en 2020. Cisco chiffre les opportunités engendrées par l'IoT à 19 trillions de dollars. L'IoT présente donc un important enjeu économique [17]. La figure 2.10 présente l'évolution du nombre d'objets connectés.

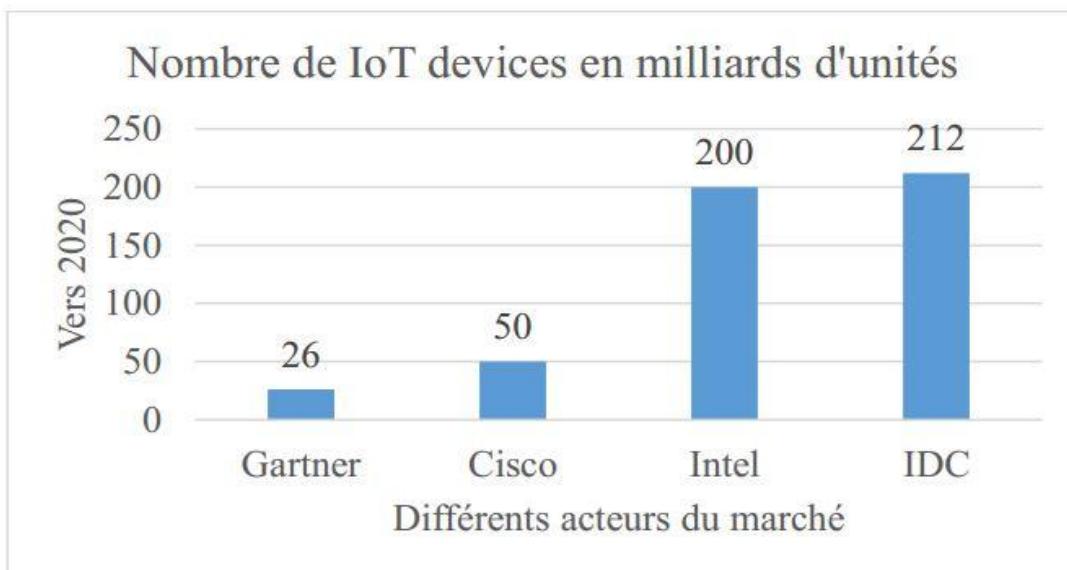


Figure 2.10 : Evolution du nombre d'objets connectés

9. Conclusion

La technologie IOT s'intéresse à la combinaison des objets avec internet. Nous venons d'expliquer dans ce chapitre ce que c'est un objet connecté, qui charge la collection des données. Nous avons mentionné aussi les serveurs locaux ou basés sur un « cloud » qui fournit et utilise les aptitudes des systèmes informatiques. Il y a aussi la création de l'application web via PHP. Dans le chapitre suivant, nous allons faire des détails à propos du projet.

CHAPITRE III : ETUDE ET CONCEPTION D'UNE MAQUETTE DOMOTIQUE

Dans cette partie, on trouvera la conception d'un système domotique. Il y a la présentation du projet par son architecture ainsi que les différentes étapes pour la réalisation et les matérielles utilisées.

1. Architecture

Le système est constitué par des capteurs qui récupère et envoi les informations au serveur. Ce dernier donne une interface Web qui permet à l'utilisateur de manipuler le système. La figure 3.1 suivante montre l'architecture de projet avec les différents éléments qui le constituent.

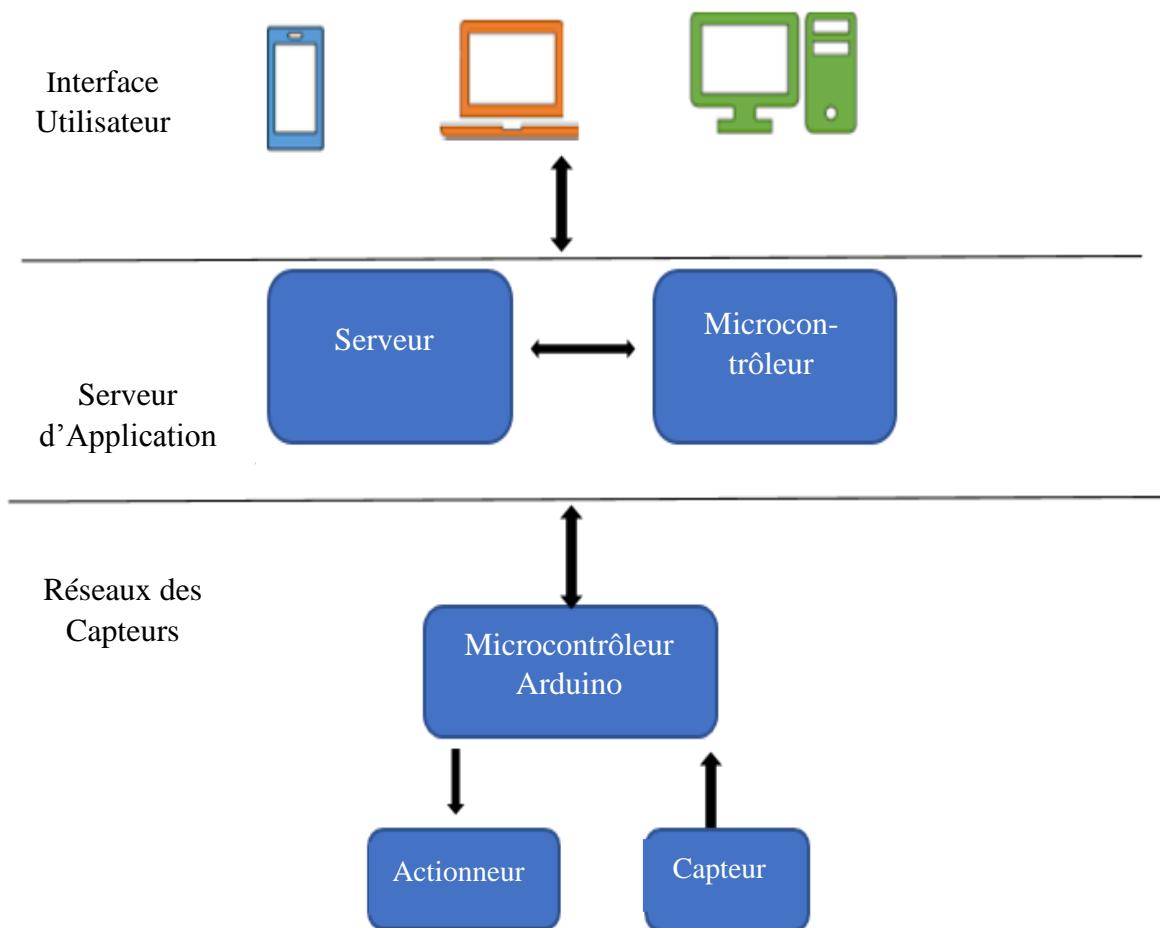


Figure 3.1 : Architecture du projet

2. Les différentes étapes pour la réalisation et les matérielles utilisées

On présente ici le schéma du projet.

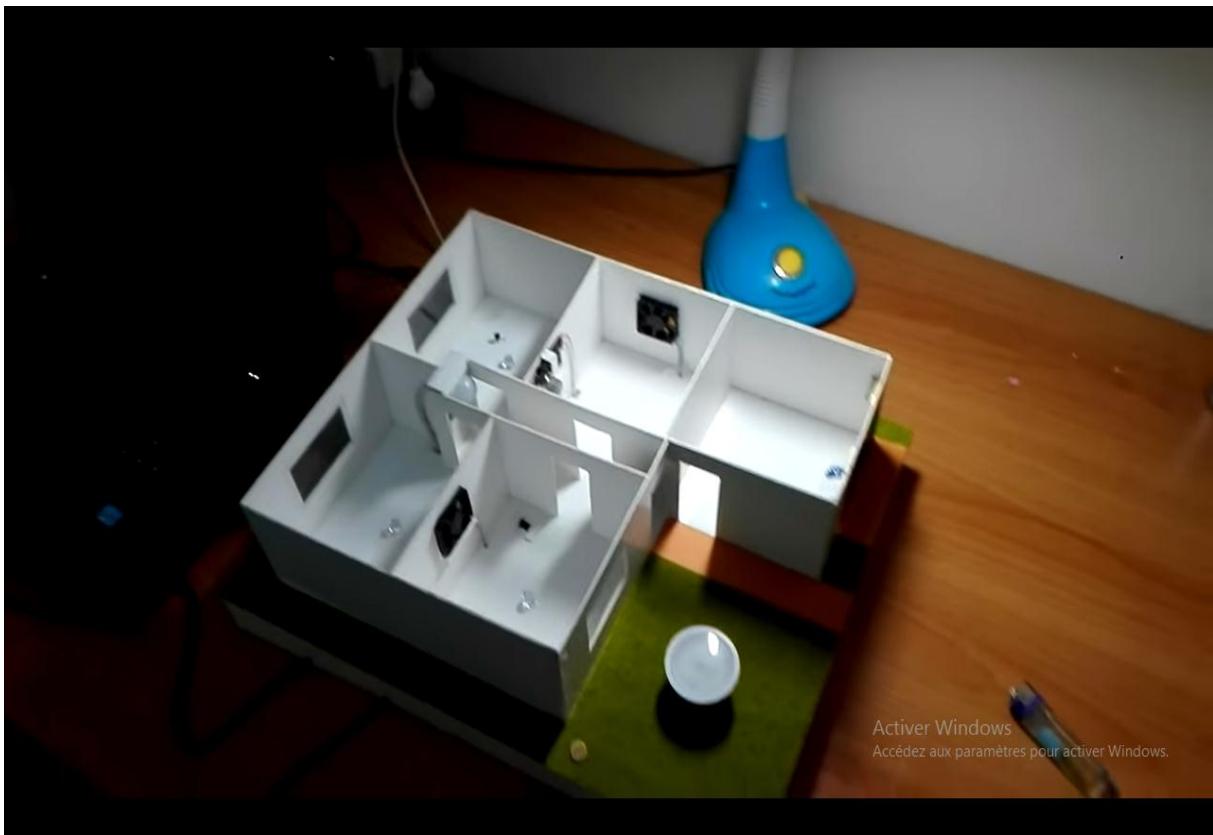


Figure 3.2 : Représentation de la maquette

Pour arriver à cette réalisation, quelques étapes ont été suivies :

2.1 La construction de la maquette en bois

L'utilisation d'un contre-plaqué pour sa construction. Il y a quatre chambres et un garage pour automobile.

2.2 L'installation des capteurs

2.2.1 Qu'est-ce qu'un capteur ?

Les capteurs sont les premiers éléments rencontrés dans une chaîne de mesure. Il transforme les grandeurs physiques ou chimiques d'un processus ou d'une installation en signaux électriques. Ce dernier est presque analogique au départ. Cette transformation doit être le reflet aussi parfait que possible de ces grandeurs. Ceci est illustré sur la figure 3.3 [18].

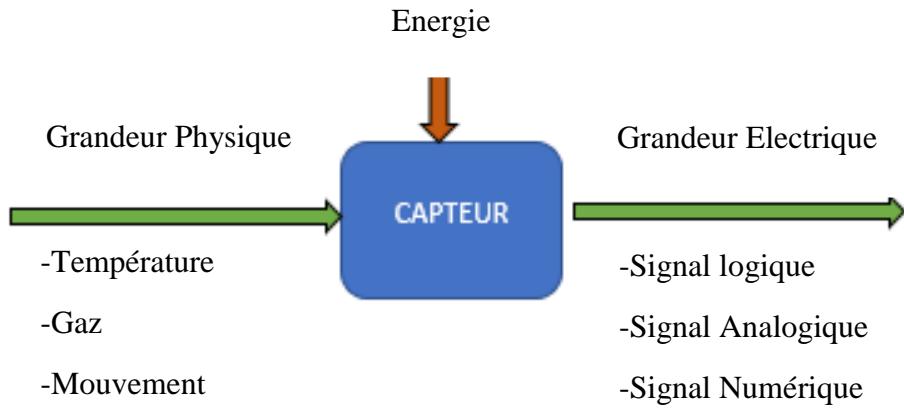


Figure 3.3 : Représentation fonctionnelle de capteur

2.2.2 Différents types de capteurs

Les capteurs se classifient en deux grandes familles distinctes en fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie. D'une part le capteur se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif. D'autre part le capteur est un dipôle actif qui peut être du type courant, tension ou charge [18].

a. Le capteur passif

On parle de capteur passif lorsque le phénomène physique qui est utilisé pour la détermination du mesurande effectue directement la transformation en grandeur électrique. C'est la loi physique elle-même qui relie le mesurande et la grandeur électrique de sortie [18].

b. Le capteur actif

Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner. Ce sont des capteurs modélisables par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance [18]. Il faut leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie.

2.2.3 Classifications des capteurs

Les capteurs peuvent aussi faire l'objet d'une classification par type de sortie.

a. Le Capteur analogique

La sortie est une grandeur électrique dont la valeur est une fonction de la grandeur physique mesurée par le capteur [18]. La sortie peut prendre une infinité de valeurs continues. Le signal des capteurs analogiques peut être du type :

- sortie courant ;
- sortie tension ;

- règle graduée, cadran, jauge (avec une aiguille ou un fluide) ;
- etc

b. Le capteur logique

La sortie est un état logique que l'on note 1 ou 0. La sortie peut prendre ces deux valeurs [18]. Le signal des capteurs logiques peut être de type :

- présent/absent dans un circuit ;
- potentiel, souvent 5 V/0 V ;
- LED (Light Emitting Diode) allumée/éteinte ;
- signal pneumatique (pression normale/forte pression)
- etc.

Les capteurs utilisés dans la maquette sont indiqués sur le tableau 3.1:

Tableaux 3.1 : les capteurs utilisés

Capteurs	Image	Fonctionnements
Capteur de gaz		Le capteur de gaz MQ-2 détecte la concentration des gaz dans l'air et renvoie sa lecture comme tension analogique
Capteur de température		Système d'acquisition de température
Capteur de mouvement		Detecte si il y a quelqu'un dans la maison, utile pour gestion d'énergie

2.2.4 Fonction de détecteur de gaz

Cette fonction permet de détecter s'il y a des fuites de gaz dans l'habitat à l'aide du capteur MQ-2. Le degré de concentration de gaz est affiché sur l'application de commande. Par la suite, on peut lancer une ventilation pour dégager ce gaz et il y a un lancement automatique d'une alarme pour informer l'utilisateur en cas de danger.

a. Brochage du capteur MQ-2

Le capteur MQ-2 à 4 broches :

- VCC : 5V
- GND : 0V
- A0 : sortie Analogique 0V à 5V
- D0 : sortie de niveau TTL (Time To Live)

La figure 3.4 montre le brochage du capteur MQ-2

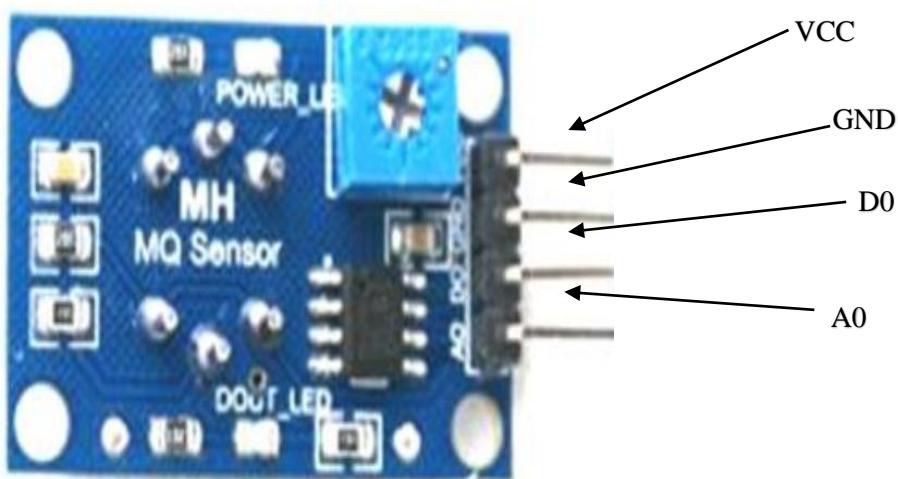


Figure 3.4 : Brochage du capteur de gaz MQ-2

b. Caractéristiques du capteur MQ-2

Les caractéristiques du capteur MQ-2 sont :

- Plage de détection : 300 à 10000ppm
- Temps de réponse rapide : <10s
- Tension de chauffage : 5V

2.2.5 La fonction d'acquisition de température

Afin de garder la fraîcheur au sein de l'habitat, on a intégré dans notre système domotique un sous-système d'acquisition de température avec le capteur de température DHT11.

Cette température acquise va être renvoyée vers l'utilisateur sur l'application web d'une manière automatique.

Ce capteur d'humidité et de température est très rependu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

Une librairie pour Arduino est disponible, il est possible de déporter le capteur jusqu'à 20 m.

a. Brochage du capteur DHT11

Le capteur possède 3 broches :

- VCC : 3.5 ou 5.5V
- GND : Masse 0V
- Data : données

La figure 3.5 représente le brochage du capteur de température DHT 11

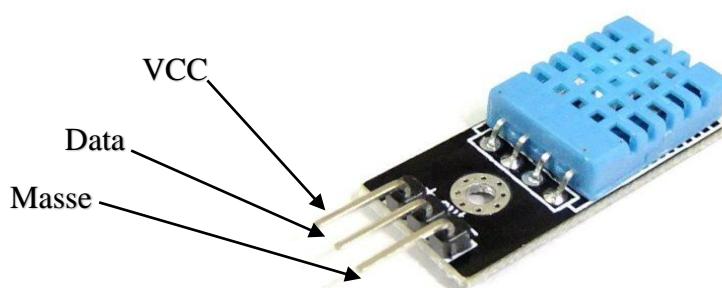


Figure 3.5 : Brochage du capteur DHT 11

a. Résultat pratique

La Figure 3.6 montre la réalisation du système d'acquisition de température

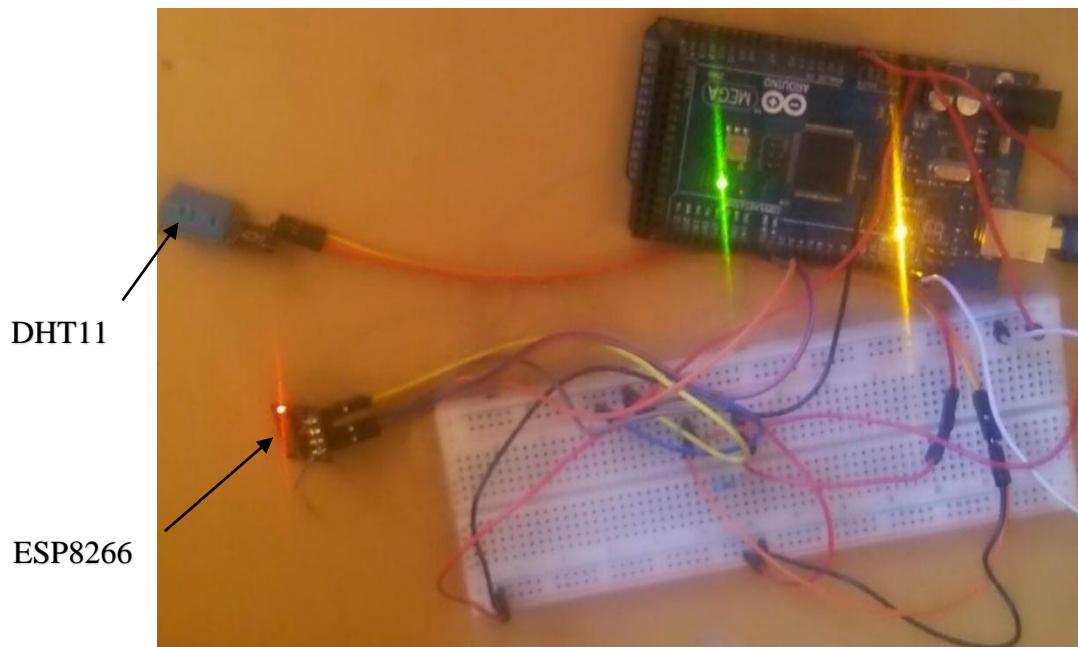


Figure 3.6 : Système d'acquisition de température

2.3 Description d'un microcontrôleur Arduino

2.3.1 Présentation d'un microcontrôleur Arduino

L'Arduino Méga 2560 sur la figure 3.7 est une carte électronique basée sur le microcontrôleur ATmega2560. Elle dispose de 54 broches numériques d'entrée / sortie (dont 15 disposent d'une sortie PWM), 16 entrées analogiques, un résonateur céramique (Quartz) à 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un connecteur ICSP, et un bouton de réinitialisation.

Il contient tout le nécessaire pour soutenir le microcontrôleur, tout simplement le connecter à un ordinateur avec un câble USB pour commencer [1].

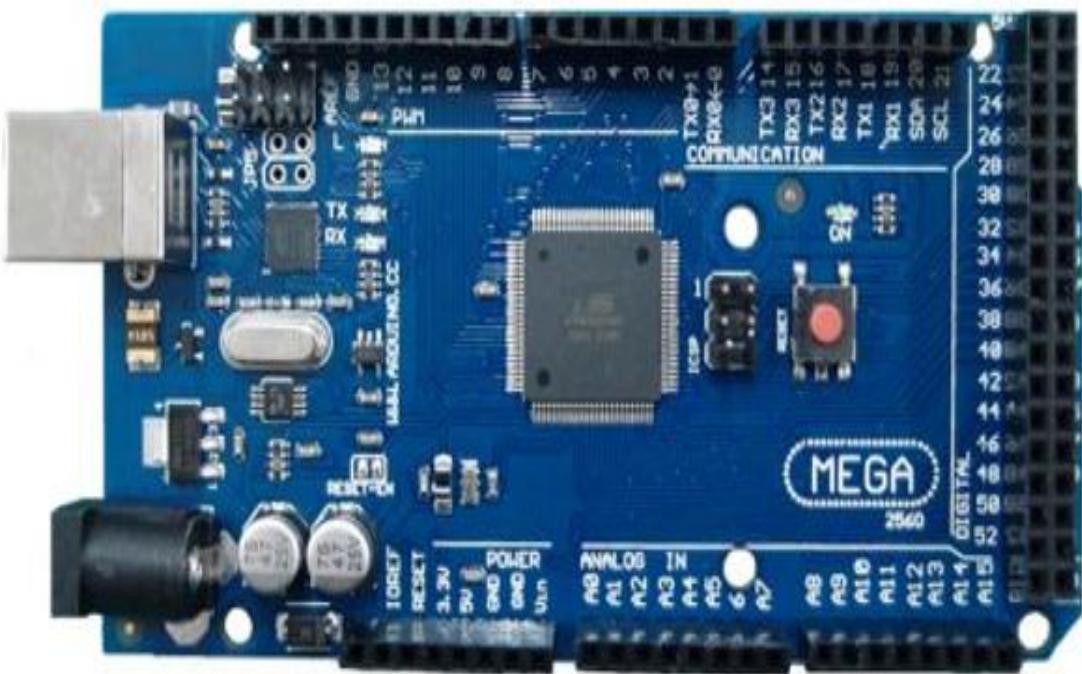


Figure 3.7 : Présentation de la carte Arduino Méga 2560

Le Microcontrôleur Arduino est associé à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes :

- Côté entrées : des capteurs qui collectent des informations sur leur environnement comme la variation de température via une sonde thermique, le mouvement via un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc.
- Côté sorties : des actionneurs qui agissent sur le monde physique telle une petite lampe qui produit de la lumière, un moteur qui actionne un bras articulé, etc.

2.1.4 Les broches

a. Les broches analogiques

La carte Arduino Méga 2560 dispose de 16 entrées analogiques, chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c'est-à-dire sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead()` du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche `AREF` et l'instruction `analogReference()` du langage Arduino [1].

b. Les broches numériques

Chacune des 54 broches numériques de la carte Arduino Méga 2560 peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique. Les instructions utilisées sont **pinMode()** , **digitalWrite()** et **digitalRead()** du langage de programmation de l'Arduino.

Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40 mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de 20 à 50 KΩ. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction digitalWrite (broche, HIGH).

Les broches analogiques peuvent être utilisées en tant que broches numériques.

2.3.2 Caractéristiques

Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques de l'Arduino méga 2560

Tableaux 3.2 : Caractéristiques de l'Arduino méga 2560

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5 V
Tension d'entrée recommandée	7-12 V
Tension d'entrée limite	6-20 V
Digital I/O Pins	54 (dont 15 fournissent sortie PWM)
Broches d'entrée analogiques	16
DC Courant par I/O Pin	40 mA
Courant DC pour 3,3 Pin	40 mA
Mémoire Flash	256 Ko (ATmega2560) dont 8 Kb utilisé par Boot Loader
SRAM	8 Kb (ATmega2560)
Fréquence d'horloge	16 MHz
EEPROM	4 Kb (ATmega2560)

3. Emplacement des LEDs pour chaque chambre

Dans chaque chambre, on a installé une LED pour éclairer la maquette.

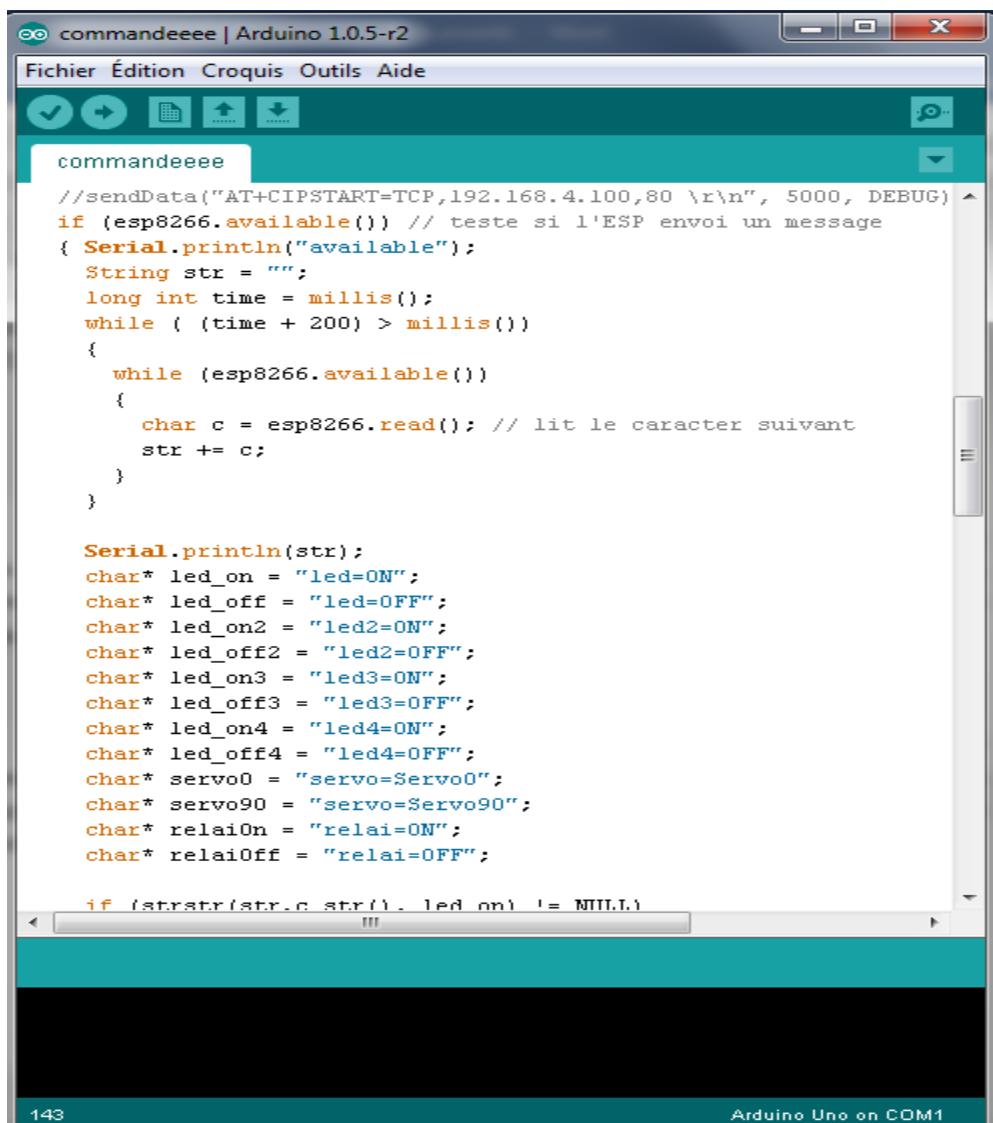
Voici un tableau qui décrit les LED utilisés

Tableau 3.3 Nomenclature d'une LED

Description	Référence	Nombre
Diodes (LED)	5 mm	04

Les LED sont commandées par l'Arduino. Un extrait de la commande est illustré dans la Fig.

3.8



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following code:

```
commandeeee | Arduino 1.0.5-r2
Fichier Édition Croquis Outils Aide
commandeeee
//sendData("AT+CIPSTART=TCP,192.168.4.100,80 \r\n", 5000, DEBUG)
if (esp8266.available()) // teste si l'ESP envoi un message
{
    Serial.println("available");
    String str = "";
    long int time = millis();
    while ( (time + 200) > millis())
    {
        while (esp8266.available())
        {
            char c = esp8266.read(); // lit le caractère suivant
            str += c;
        }
    }

    Serial.println(str);
    char* led_on = "led=ON";
    char* led_off = "led=OFF";
    char* led_on2 = "led2=ON";
    char* led_off2 = "led2=OFF";
    char* led_on3 = "led3=ON";
    char* led_off3 = "led3=OFF";
    char* led_on4 = "led4=ON";
    char* led_off4 = "led4=OFF";
    char* servo0 = "servo=Servo0";
    char* servo90 = "servo=Servo90";
    char* relaiOn = "relai=ON";
    char* relaiOff = "relai=OFF";

    if (strstr(str.c_str(), led_on) != NULL)
        !!!
}

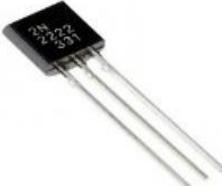
Arduino Uno on COM1
```

Figure 3.8 : Extrait de la commande pour les LEDs

4. Insertion des autres matérielles

Les matérielles utilisés sont illustrés sur le tableau 3.4 :

Tableaux 3.4 : Liste des matérielles utilisées

Composant	Fonctionnement	Image
Le module Wifi ESP8266	Un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wi-Fi	
Le Module à relais	Interrupteur commandé par tension	
Ventilateur	Sert à dégager des gaz inutiles captés par le capteur de gaz ou pour donner des fraîcheurs à l'intérieur de l'habitat	
Servomoteur	Ouverture et fermeture de volet roulant	
Transistor 2N2222	Utilisé comme un relai dans le projet	

Un extrait de commande pour le ventilateur est illustré sur la figure 3.9.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with a sketch named "Sendehhh". The code is as follows:

```
eo Sendehhh | Arduino 1.0.5-r2
Fichier Édition Croquis Outils Aide
Sendehhh
pinMode(relai, OUTPUT);
Serial.println("finish");
}

void loop()
{
    int ventilo;
    check = DHT11.read(DHT11PIN);
    float temp = (float)DHT11.temperature;
    int gaz = analogRead(analogInPin);

    if (gaz >= 300)
    {
        ventilo = 1;
        digitalWrite(relai, HIGH);
    }
    else {
        ventilo = 0;
        digitalWrite(relai, LOW);
    }
    senddata(gaz, temp, ventilo);
}
void senddata(int gazX, int tempX, int ventiloX)
{
    //delay(1000);
    sendData("AT+CIPSTART=""\"TCP""\",\"\"\"192.168.123.1\"\"\",80 \r\n"
    //esp8266.println("AT+CIPSTART=""\"TCP""\",\"\"\"192.168.4.2\"\"\",8
    delay(200);
    if (esp8266.find(""))
}

1
Arduino Uno on COM1
```

Figure 3.9 : Extrait de commande pour le ventilateur

4.1 Fonction de la ventilation

La ventilation à l'intérieur de l'habitat est assurée par deux méthodes. Elle peut être effectuée directement par l'intermédiaire de l'interface d'utilisateur. Elle peut être aussi lancée automatiquement vis-à-vis de la variation de la température. La déclaration d'un seuil de température pour lancer la ventilation est nécessaire.

4.2 Fonction de l'ouverture de garage

La commande d'ouverture du portail du garage est réalisée à distance via l'interface web de l'utilisateur de commande en agissant sur le contrôle du servomoteur pour faire monter ou descendre le volet du garage.

4.2.1 Fonctionnement du servomoteur

Les servomoteurs sont commandés par l'intermédiaire d'un câble électrique à 3 fils. Ces derniers permettent d'alimenter le moteur et de lui transmettre des ordres de positions sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion plus communément appelés PWM (Pulse Width Modulation) ou RCO (Rapport Cyclique d'Ouverture). Cela signifie que c'est la durée des impulsions qui détermine l'angle absolu de l'axe de sortie et donc la position du bras de commande du servomoteur. En général, le signal est répété périodiquement toutes les 20 millisecondes. Ce qui permet à l'électronique de contrôler et de corriger continuellement la position angulaire de l'axe de sortie. Cette dernière est mesurée par le potentiomètre. Lorsque le moteur tourne, l'axe du servomoteur change de position, ce qui modifie la résistance du potentiomètre. Le rôle de l'électronique est de commander le moteur pour que la position de l'axe de sortie soit conforme à la consigne reçue. Il s'agit d'un asservissement [1]

4.2.2 Connecteur du servomoteur

Un servomoteur est piloté par l'intermédiaire d'un câble à 3 fils. Ce câble permet à la fois de l'alimenter et de lui transmettre des consignes de position par le fil de signal.

La figure 3.10 montre le connecteur du servomoteur

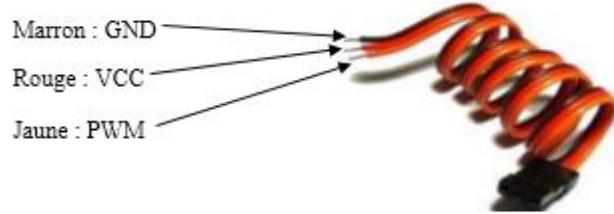


Figure 3.10 : Connecteur du servomoteur

5. L'alimentation

Comme on a déjà mentionné dans les chapitres précédents, la domotique est dépendante de l'électricité. C'est pourquoi on a fabriqué une alimentation qui est montré sur la Fig. 3.11 :

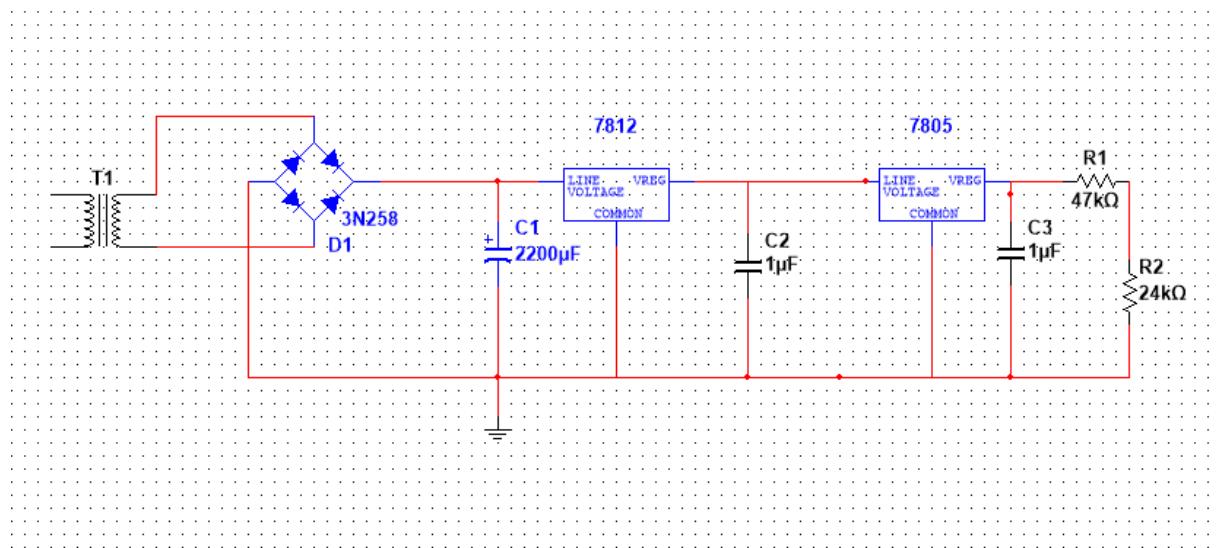


Figure 3.11 : Schéma de l'alimentation 12 V, 5 V et 3.3 V

- Etage abaisseur : contient le transformateur abaisseur (24V), qui permet de passer d'une tension sinusoïdale de valeur élevée (220V ,50Hz) à une tension de même forme mais de valeur plus faible (24V).
- Etage redresseur : constitué par un pont des diodes (3N258) qui sert à garder que la partie positive de la sinusoïde d'entrée.
- Etage de filtrage : qui sert à stocker l'énergie tant que la tension de la source est supérieure à celle du condensateur puis de la restitué en essayant de maintenir la tension de la charge quand la tension de source est inférieure.

- Etage de régulation : contient les régulateurs de tensions linéaires (7812,7805), qui assurent de garder la tension de sortie constante (5V ,12V) quel que soit le courant

Pour résumer, on illustre sur la Fig. 3.12 le schéma synoptique du système domotique. Il y a l'ensemble des capteurs composés par le capteur de température, capteur de mouvement et capteur de gaz MQ-2. Le module wifi ESP01 va servir pour transmettre les données capter au serveur de l'application. L'Arduino méga permet de recevoir les données du capteur et commander l'actionnaire tel que le relais. Il envoie les données du capteur par URL à l'aide de la méthode GET du protocole HTTP. Ensuite les données sont récupérées par le serveur et enregistrées dans la base de données. Les utilisateurs peuvent visualiser les données à l'aide d'une interface web.

La structure du projet est présentée à la Fig. 3.12.

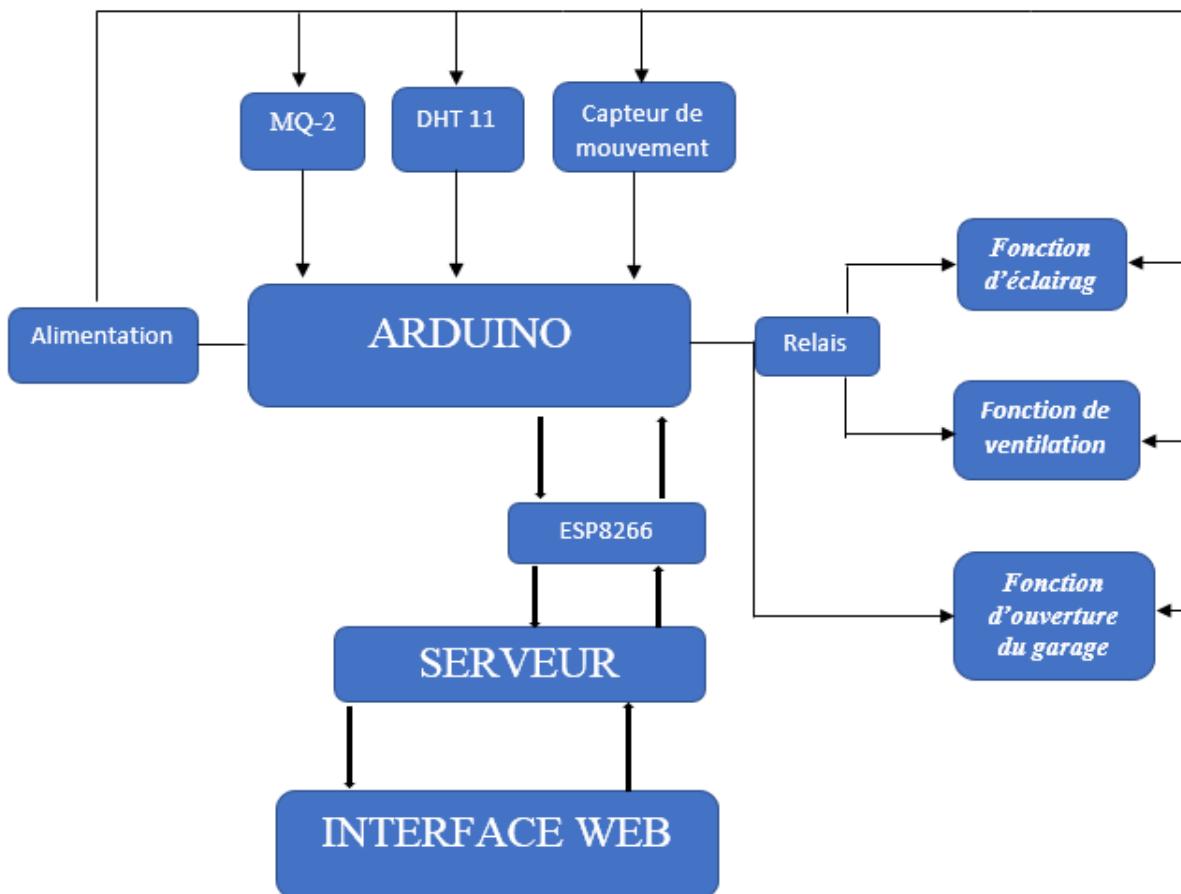


Figure 3.12 : schéma synoptique de la domotique

6. Conclusion

Le système est basé sur l'utilisation des technologies existante. Les matérielles sont basées sur l'Arduino Méga 2560 qui est une carte électronique à microcontrôleur. Il est très utilisé de nos jours dans le domaine de l'électronique embarqué. Le système utilise aussi beaucoup des capteurs pour collecter les informations dans le monde physique. Quant à l'interface Web, l'utilisation de serveur est nécessaire pour générer une page capable d'interagir avec l'utilisateur et le système domotique.

CONCLUSION

Une bonne combinaison entre l'électronique et l'informatique pour former la domotique rend la technologie plus intéressante qu'auparavant. L'utilisateur est devenu capable de communiquer avec les différents équipements domestiques grâce à la mobilité intégrée à ces systèmes.

Dans ce mémoire, nous avons développé un système domotique. Il permettra aux utilisateurs de piloter et de surveiller les dispositifs domestiques localement. Ce sont des capteurs contrôlés par l'Arduino : le capteur de gaz MQ-2, le détecteur de présence HC-SR04 et la DHT11, un servomoteur ainsi le module Wifi ESP8266. Ils sont utilisés pour l'envoi et la réception des données des interfaces domotique y compris l'ordinateur.

L'interconnexion entre les capteurs et l'internet nous permet de suivre plus près l'état de la maison à distance par l'intermédiaire de la page web. Dans cette dernière, nous bénéficions de fonctionnalités très pratiques en installant et en maintenant un serveur de base de données.

La conception qu'on a réalisée est extensible parce qu'il y a encore plusieurs zones dans une maison pour introduire ce système. Seule le nombre des détecteurs peut le limiter. Le système permet de connaître le niveau de la maison sur chaque zone concernée et avertit les habitats toute de suite en cas de changement des données reçues.

Nous espérons encore faire quelques améliorations comme l'implantation d'un capteur à chaque coin de la maison dans le but de détecter tous les éventuels problèmes qui pourraient se présenter. Ainsi avec une amélioration de notre application web, la portée n'est plus une limite au niveau de notre projet.

ANNEXE I : LISTE DES COMMANDES AT

Le tableau suivant montre les commandes AT.

Tableau I.1 : La liste des commandes AT [20]

Function	AT command	Response
Working	AT	OK
Restart	AT+RST	OK [Sysstem ready, Vender.ai-thinker.com]
Firmware version	AT+GMR	AT+GMR 0018000902 OK
List Access Point	AT+CWLAP	AT+CWLAP +CWLAP: (4, “RochefortSurLac”, - 38,”70:62/b8:6f:6D:58”,1) +CWLAP: (4,”Lilipad2.4, -83,”f8:7b:8c:1e:7c:6d”,1) OK
Join Access Point	AT+CWJAP ? AT+CWJAP= « ssid », « password »	
Quit Access point	AT+CWQAP= ? AT+CWQAP	Query OK
Get Address	AT+CIFSR	AT+CIFSR 192.168.0.105 OK
Set parameters of Access Point	AT+CWSAP? AT+CWSAP=<ssid>,<pwd>,<chl>,<ecn>	Query ssid,pwd chl= channel, ecn=encryption
Wifi Mode	AT+CWMODE? AT+CWMODE=1 AT+CWMODE=2 AT+CWMODE=3	Query STA AP BOTH
Set up TCP or UDP connection	AT+CIPSTART=? (CIPMUX=0) AT+CIPSTART= <type>,<addr>,<port> (CIPMUX=1) AT+CIPSTART= <id><type>,<addr>,<port>	Query id = 0-4, type = TCP/UDP, addr = IP address, port= port
TCP/IP connections	AT+ CIPMUX? AT+ CIPMUX=0 AT+ CIPMUX=1	Query Single Multiple
Check join devices' IP	AT+CWLIF	
CP/IP Connection Status	AT+CIPSTATUS	AT+CIPSTATUS? no this fun

Function	AT command	Response
Send TCP/IP data	(CIPMUX=0) AT+CIPSEND=<length>; (CIPMUX=1) AT+CIPSEND=<id>,<length>	
Close TCP / UDP connection	AT+CIPCLOSE=<id> or AT+CIPCLOSE	
Set as server	AT+ CIPSERVER= <mode> [, <port>]	mode 0 to close server mode; mode 1 to open; port = port
Set the server timeout	AT+CIPSTO? AT+CIPSTO=<time>	Query <time>>0~28800 in seconds
Baud Rate	AT+CIOBAUD ? Supported: 9600, 19200, 38400, 74880, 115200, 230400, 460800, 921600	Query AT+CIOBAUD? +CIOBAUD:9600 OK
Check IP address	AT+CIFSR	AT+CIFSR 192.168.0.106 OK
Firmware Upgrade (from Cloud)	AT+CIUPDATE	1. +CIPUPDATE:1 found server 2. +CIPUPDATE:2 connect server 3. +CIPUPDATE:3 got edition 4. +CIPUPDATE:4 start update
Received data	+IPD	(CIPMUX=0): + IPD, <len>; (CIPMUX=1): + IPD, <id>, <len>; <data>
Watchdog Enable	AT+CSYSWDTENABLE	Watchdog, auto restart when program errors occur: enable
Watchdog Disable	AT+CSYSWDTDISABLE	Watchdog, auto restart when program errors occur: disable
Ping an address	AT+PING	

ANNEXE II : CODE PHP DE L'APPLICATION WEB

L'extrait de la fonction permettant de connecter à la base de données est :

```
function connect_base(){
try {
    $bdd=new
PDO("mysql:host=localhost;dbname=projetmemoire;charset=utf8","root","");
    return $bdd;
} catch (Exception $e) {
die("Error".$e->getmessage());
}
// fonction pour l'inscription d'utilisateur
function subscribe($nom,$prenom,$sex,$tel,$mail_address,$password){
    $bdd=connect_base();
    $data=$bdd->prepare("INSERT INTO
users(nom,prenom,sex,tel,mail_address,password) VALUES (?,?,?,?,?,?)");
    $data->execute(array($nom,$prenom,$sex,$tel,$mail_address,$password));
    $data->CloseCursor();
}
function recovery_data($mail_address,$password){
    $bdd=connect_base();
    $data=$bdd->prepare("SELECT id,nom,prenom FROM users WHERE
mail_address=? AND password=?");
    $data->execute(array($mail_address,$password));
    if ($data->rowCount() == 1) {
        $data1=$data->fetch(PDO::FETCH_OBJ);
        return $data1;
    }
    $data->CloseCursor();
}
```

L'extrait de la fonction d'enregistrement de données de capteur dans la base est :

```
function insertion_detecteur_gaz($value_gaz){
```

```

$bdd=connexion_bdd();

$insert_move=$bdd->prepare("INSERT INTO detecteur_gaz
(quantite_gaz,date_detecteur) VALUES (?,now())");

$insert_gaz->execute(array($value_gaz));

$insert_gaz->CloseCursor();

}

function insertion_detect_move($value_move){

$bdd=connexion_bdd();

$insert_move=$bdd->prepare ("INSERT INTO detecteur_presence
(etat_presence,date_activer_presence) VALUES (?,now())");

$insert_move->execute(array($value_move));

$insert_move->CloseCursor();

}

function insertion_detecteur_temperature($value_temperature){

$bdd=connexion_bdd();

$insert_temperature=$bdd->prepare("INSERT INTO bulb3
(temperature,date_temperature) VALUES (?,now())");

$insert_temperature->execute(array($value_temperature));

$insert_temperature->CloseCursor();

}

```

REFERENCES

- [01] HAMID Hamouchi, « Conception Et Réalisations d'une Centre Embarqué De Domotique », Thèse, Ecole normale supérieur de l'enseignement technique, soutenu le Juillet 2015.
- [02] MULLET Morand, « les objets connectés », université de la littorale côte d'opale, février 2015.
- [3] RAMAROVELO Fenosoa Haritiana « Gestion Locale Des Commandes Avancées Dans Un Système Domotique », Mémoire master, Mention Electronique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, soutenu le 29 septembre 2016
- [4] http://www.Anah.Fr/Fileadmin/Anahmedia/FT42_Domotique.Pdf , Juin 2019
- [5] <https://Sites.Googles.Come/.../Domotique2i/-Histoire-Domotique> , Juin 2019
- [6] http://Www.Smartgrids-Cre.Fr/Media/Images/Site_Images/Dossier/Objets_Image5.Jpg
- [7] Domotique, <http://Www.Maison-Domotique.Com>,Juin 2019
- [8] X10, <http://Fr.Wikipedia.Org/Wiki/X10> , Juin 2019
- [9] <http://Www.Roboticus.Org/Electronique/15-La-Telecommande-Domotique-Theorie> , Juin 2019
- [10] <http://Igm.Univ-Mlv.Fr/~Dr/XPOSE2007/Aessaidi-NdiopLADOMOTIQUE/Images/Applications.Jpg>
- [11] http://Technologies.Ac-Versailles.Fr/IMG/Pdf/Domotique_Foremaion.Pdf , Juin 2019
- [12] RABEB Saad, « modèle collaboratif pour l'internet of things », mémoire de master, université du Québec, soutenu le mai 2016

- [13] Définitions IOT, Https://Fr.M.Wikipedia.Org/Wiki/Internet_Des_Objects, 12 juin 2019
- [14] RANDRIANASOLO Jerimanjaka Tsiorisoa « Système De Detection De La Pollution De l'air Integrant Le Modèle Internet Des Objets », Mémoire master,Mention Electronique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, soutenu le 28 septembre 2016
- [15] Cloud Computing, Https://Fr.Wikipedia.Org/Wiki/Cloud_Computing, 21 Mai 2019
- [16] Cloud Computing , <Https://Www.Lebigdata.Fr/Definition-Cloud-Computing>,21 Mai 2019
- [17] [O. Vermesan, P. Friess, « Internet Des Objets : From Research And Innovation To Market Deployment », River Publishess, 2014
- [18] E722MPC, Mesures Des Grandeurs Physiques Et Capteurs, Cours En Master 1, Mention Electronique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Année Universitaire 2016-2017
- [19] E310, Cours Technique De l'Electronique Discrète, Cours en L3, Mention Electronique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Année Universitaire 2015- 2016
- [20] ESP 8266EX « a beginner's guide », Espressif Systems, 17 Septembre 2014

Titre : « COMMANDÉE LOCALE DOMOTIQUE »

Auteur : TOJOSOA Herman

Nombre de pages : 55

Nombre des figures : 32

Nombre des tableaux : 6

Résumé :

Ce travail de mémoire présente la conception et la réalisation d'un système domotique. Ceci concerne le contrôle et la surveillance des dispositifs domestiques. La commande gère l'ouverture des portes, l'éclairage de la maison, la collecte des valeurs des gaz et de la température, et aussi la détection de présence à la maison. Le système est formé par une carte Arduino Méga 2560 comme principale interface matérielle avec les appareils domestiques. Le système est capable de collecter toutes les données captées, afin de les transmettre vers un centre de données local. Les utilisateurs finaux peuvent faire les contrôles et les surveillances à partir d'une application web.

Mots clés : Commande locale domotique, Contrôle domotique, Capteurs de gaz et de température, Surveillance des dispositifs domestique.

Directeur de mémoire : RAMASOMBOHITRA Nivonjy Nomen'Ahy

Adresse de l'auteur : LOT FKT AI 5Bis 67Ha Nord-Est

Tel : 034 29 808 81 / 032 50 842 74

E-mail : htojosoa95@gmail.com