

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

**Domaine :** *Sciences et Technologies*

**Filière :** Automatique

**Spécialité :** Automatique

**Par :** CHERIET Hocine  
HAMADA Rachid

**Thème**

**Réalisation d'un smart home en utilisant un  
Raspberry pi**

**Soutenu publiquement le : 21/06/2018**

**Devant le jury :**

<b>CHERIF Salah</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>BEKKAR Belgacem</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>NACER Hacene</b>	MAA	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>KHATTARA Abdelouahab</b>	MAB	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>

**Année universitaire :2017/2018**

## Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail. En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Dr.KHATTARA Abdelouahab, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail. Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions. Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*Merci* 

الهدف من هذا المشروع هو دراسة وتجسيد نموذج لمنزل ذكي يتم التحكم فيه عن طريق بطاقة راسبيري باي، وهي مجهزة بالوظائف التالية: تهوية وتكييف الهواء أوتوماتيكيا، فتح الأبواب بالبطاقات المغناطيسية، والتحكم في الأشياء عن بعد عبر واي فاي باستخدام واجهة رسومية.

الغرض منه هو توفير الطاقة الكهربائية والطاقة البشرية، كما سيوفر الأمن ضد الغازات الملوثة. تم تجسيد هذا المشروع باستخدام بايثون كلغة برمجة للراسبيري.

**الكلمات المفتاحية:** أجهزة الإستشعار، أنترنت الأشياء، الراسبيري باي، المنزل الذكي، بايثون

## Résumé

L'objectif de ce projet est l'étude et de réalisation un prototype d'une maison intelligente contrôlée par une carte Raspberry Pi, et équipée des fonctions suivantes : aération et climatisation automatique, ouverture des portes par des cartes magnétiques, et contrôle des choses à distance via wifi à l'aide d'une interface graphique.

Il est destiné à économiser l'énergie électrique et l'énergie humaine et offrira également une sécurité contre les gaz polluant. Ce projet est réalisé utilisant le langage python pour programmation.

**Mots clé :** capteurs, l'internet des objets, maison intelligente, python, Raspberry pi

## Table des matières

REMERCIEMENTS .....	I
RESUME .....	II
TABLE DES MATIERES.....	III
LISTE DES FIGURES .....	V
LISTE DES TABLEAUX .....	VI
INTRODUCTION GENERALE .....	1
CHAPITRE I: ETAT DE L'ART SUR UN SMART HOME .....	2
1.1 INTRODUCTION.....	3
1.2 LA DOMOTIQUE .....	4
1.2.1 Historique .....	4
1.2.2 Définition de la domotique .....	4
1.2.3 Principe de fonctionnement.....	5
1.2.4 L'analyse temporelle .....	6
1.2.5 Les critères de la domotique (smart home) .....	6
1.2.6 Langages de programmation .....	10
1.2.7 Avantages de smart home.....	11
1.2.8 Inconvénients de smart home .....	11
1.3 INTERNET DES OBJETS .....	11
1.3.1 Historique .....	11
1.3.2 Qu'est-ce qu'un objet ? .....	12
1.3.3 Types d'objets .....	13
1.3.4 Qu'est-ce que l'internet des objets ? .....	14
1.3.5 Objectif d'internet des objets.....	14
1.3.6 Problématiques posées par l'internet des objets.....	15
1.3.7 Domaines d'application .....	15
1.3.8 Applications et futur .....	17
1.3.9 Transition vers (internet of Everything).....	17
1.4 CONCLUSION.....	17
CHAPITRE II: ETAT DE L'ART SUR LE RASPBERRY PI .....	19
2.1 INTRODUCTION.....	20
2.2 HISTORIQUE .....	20
2.3 PRESENTATION DU RASPBERRY PI .....	21
2.4 UTILISATIONS D'UNE CARTE RASPBERRY PI .....	21
2.5 AVANTAGES DU RASPBERRY PI.....	22
2.6 LES MODELES ET CARACTERISTIQUES .....	22
2.7 LES COMPOSANTS DE RASPBERRY PI (MATERIELS ET LOGICIELS) .....	24
2.7.1 Matériels .....	24
2.7.2 Logiciels .....	26
2.8 PROGRAMMATION AVEC RASPBERRY PI.....	27
2.8.1 Avantages du Python.....	27
2.9 CONTROLER LE RASPBERRY PI A PARTIR D'UN AUTRE APPAREIL .....	28
2.9.1 VNC (VIRTUAL NETWORK COMPUTING).....	28

2.10	CONCLUSION.....	30
<b>CHAPITRE III: REALISATION D'UN PROTOTYPE D'UN SMART HOME.....</b>		<b>31</b>
3.1	COMPOSANTS NECESSAIRES DE REALISATION LE PROTOTYPE.....	32
3.2	CONFIGURER LES COMPOSANTS AVEC RASPBERRY PI.....	32
3.2.1	Le servomoteur .....	32
3.2.2	Porte de garage .....	33
3.2.3	Porte intelligente (L'ouverture du porte par une carte RFID).....	34
3.2.4	Climatisation automatique.....	36
3.2.5	Eclairage automatique et économique.....	38
3.2.6	Le détecteur de gaz .....	40
	.....	41
3.2.7	Le relais .....	42
3.3	CONTROLE DE LA DOMOTIQUE A DISTANCE.....	42
3.3.1	Contrôle de la domotique par wifi.....	43
3.3.2	Conception d'interface graphique (GUI) (Graphical User Interfaces).....	43
3.3.3	Script python pour créer l'interface graphique.....	43
3.4	LE COUT DE LA DOMOTIQUE .....	46
3.5	CONCLUSION.....	47
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>		<b>50</b>

## Liste des figures

Figure 1. 1:Exemple de système dynamique d'une maison intelligente .....	6
Figure 1. 2: les critères du Smart House .....	7
Figure 1. 3:détecteur de fumée .....	7
Figure 1. 4:alarmes anti-intrusion .....	8
Figure 1. 5: Quelques exemples sur les objets connectés .....	13
Figure 1. 6: entrepôts entiers entièrement automatisés (Amazon) .....	15
Figure 1. 7: Robot vendeur aux pharmacies .....	16
Figure 1. 8: schéma d'un smart grid .....	16
Figure 2. 1: Un résumé des composantes du Raspberry Pi 3 .....	24
Figure 2. 2: Broadcom BCM2837 .....	25
Figure 2. 3: Broches GPIO de Raspberry pi 3 modèle B .....	26
Figure 2. 4 : Raspberry pi Desktop vu d'un appareil mobile .....	29
Figure 3. 1: servomoteur modèle SG90 .....	33
Figure 3. 2: carte RFID .....	34
Figure 3. 3: Principe du lecteur RFID .....	35
Figure 3. 4: Modèle RFID RC522 .....	35
Figure 3. 5: capteur DHT11 .....	37
Figure 3. 6: Une photorésistance .....	39
Figure 3. 7: Détecteur de mouvement .....	39
Figure 3. 8: Capteur de gaz mq2 .....	40
Figure 3. 9: Ouverture de la fenêtre automatiquement .....	41
Figure 3. 10: Module a 4 relais 5VDC .....	42
Figure 3. 11: Interface de contrôle .....	46

## Liste des tableaux

Tableau 2. 1:Comparatif des modèles de Raspberry Pi .....	23
Tableau 3. 1:le cout de la domotique .....	46

## Liste des abréviations

- CGI** : Common Gateway Interface
- CSS** : Cascading Style Sheets
- GPIO** : General Purpose Input/Output
- GUI** : Graphical User Interfaces
- HDMI** : High Definition MultiMedia Interface
- HTML** : Hyper Text Markup Langage
- IoE** : Internet of Everything
- JSON** : JavaScript Object Notation
- M2M** : machine to machine, :
- PHP** : Hyper Text Préprocesseur
- RFID** : Radio Frequency Identification
- USB** : Universal Serial Bus
- VNC** : VIRTUAL NETWORK COMPUTING
- XML** : Extensible Markup Langage
- IoT** : Internet of thing
- P2P** : Peer-to-peer



## **Introduction générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Smart Home est la collaboration de la technologie et des services à travers un réseau pour une meilleure qualité de vie. Une maison intelligente permet à la maison entière d'être automatisée et donc de faciliter les activités quotidiennes à la maison. Cette technologie est utilisée pour rendre tous les appareils électroniques « intelligents ». Dans un proche avenir, presque tous les appareils électroniques profiteront de cette technologie via les réseaux domestiques et Internet. Beaucoup de gens pensent que cette technologie est synonyme de réseautage. D'autres pensent que cette technologie réduira leur charge de travail, mais la technologie de la maison intelligente est une combinaison des deux et beaucoup plus. La technologie Smart Home est actuellement en cours de mise en œuvre pour toute la maison, en particulier dans la cuisine et le salon. [1] Fondamentalement, la maison intelligente facilite les utilisateurs avec la sécurité, la vie confortable et les fonctionnalités de gestion de l'énergie ainsi que des avantages supplémentaires pour les personnes handicapées. [2]

Les objets sont désormais capables de communiquer entre eux, d'échanger, de réagir et de s'adapter à leur environnement à un niveau beaucoup plus large. Succédant à l'avènement de l'internet dans les années 1990, puis celui du Web 2.0 dans les années 2000, l'internet des Objets marque une nouvelle étape dans l'évolution du cyberspace. Cette révolution facilite la création d'objets intelligents permettant des avancées dans de multiples domaines, l'un des domaines les plus affectés par l'émergence de l'IoT est la domotique. Puis celui du Web 3.0 dans les années 2008. [3]

Ce travail illustre le fonctionnement d'un prototype du système domotique, par la conception d'une maquette de domotique basé sur la programmation par langage Python et sur l'ordinateur mono-carte Raspberry Pi3 qui interroge et contrôle les différents capteurs.

# **Chapitre I**

**Etat de l'art sur un smart home**

## 1.1 Introduction

Smart home est une maison ou un autre logement avec des composants automatisés ou télécommandés. Certains composants « intelligents » requièrent une interface propriétaire, bien que la plupart des fonctions de la maison intelligente puissent être contrôlées par un appareil mobile ou un ordinateur .

Bien qu'il n'y ait pas d'exigences techniques pour une maison intelligente, une maison intelligente de base pourrait avoir un éclairage contrôlé à distance et un thermostat automatisé. Si notre maison dispose d'un système d'éclairage intelligent, par exemple, nous pouvons configurer différentes lumières pour allumer pendant la journée et éteindre automatiquement toutes les lumières tard dans la nuit. Un thermostat intelligent peut être configuré pour garder la maison au chaud pendant la journée et refroidir la nuit. Si nous quittons notre maison pendant plusieurs jours, nous pouvons régler le thermostat sur « mode vacances », ce qui réduira la consommation d'énergie. Les stores intelligents peuvent se fermer pour garder la maison fraîche ou ouverte pour permettre plus de chaleur à travers les fenêtres, Certains stores peuvent être programmés pour s'ouvrir lentement le matin pour nous aider à nous réveiller à l'éclairage naturel. Un système de sécurité intelligent peut surveiller les activités suspectes et déclencher une alarme ou contacter la police si nécessaire, Il peut également fournir des fonctions pratiques telles que le déverrouillage automatique de la porte avant et l'allumage des lumières lorsque nous tirez dans l'allée. [4]

Une maison intelligente peut également inclure des « appareils intelligents » que nous pouvons surveiller et contrôler à distance. Par exemple, nous pouvons vérifier si nous sommes souvenus de faire fonctionner le lave-vaisselle avant de quitter la maison et l'allumer depuis une application mobile si nous avons oublié. Un réfrigérateur intelligent peut détecter les articles qu'il contient et nous faire savoir quand nous avons besoin de plus de lait lorsque nous sommes l'épicerie. [4]

Le smart home, appelée également parfois la domotique, ou encore maison connectée, maison « intelligente », sont des termes de plus en plus à la mode. Pourtant, pour beaucoup encore, ce terme reste obscur. Il faut dire que la domotique englobe énormément de choses. et L'accouplement entre l'Internet des objets et la domotique nous produit une super technologie grâce à l'intelligence artificielle. [2]

La question est donc légitime : c'est quoi la domotique, et c'est quoi l'Internet des objets ?

## 1.2 La domotique

### 1.2.1 Historique [5]

Les premières applications de domotique sont apparues au début des années 1980. Elles sont nées de la miniaturisation des systèmes électroniques et informatiques. Le développement des composants électroniques dans les produits domestiques a amélioré les performances tout en réduisant les coûts de consommations en énergie des équipements :

Une démarche visant à apporter plus de confort, de sécurité et de convivialité dans la gestion des habitations a ainsi guidé les débuts de la domotique.

Cela fait maintenant plus de 20 ans que la domotique ne cesse de porter des innovations sur le marché. Mais c'est seulement depuis les années 2000 que la domotique semble être plus intéressante. Certaines institutions de recherche et d'industrie travaillent sur un concept de maison intelligente qui pourrait éventuellement faire naître de nouvelles technologies et attirer davantage de consommateurs.

Actuellement l'avenir de la domotique est assuré. La domotique séduit de plus en plus de particuliers désireux de mieux gérer les nombreuses fonctionnalités de leur maison.

L'un des espoirs sur lesquels se reposent les professionnels de la domotique consiste à faire de ce concept le meilleur soutien possible pour la réalisation des tâches au quotidien. Depuis 2008, les scientifiques et spécialistes réfléchissent par exemple sur des robots guidant les gens au quotidien.

Encore une fois, les possibilités sont infinies, limitées uniquement par les technologies disponibles.

### 1.2.2 Définition de la domotique

La domotique regroupe l'ensemble des technologies permettant l'automatisation des équipements d'un habitat. Ce terme vient de la combinaison du mot latin « domus » qui signifie « domicile », et du suffixe « -tique » de mot automatique, couramment employé pour évoquer le terme des technologies. La domotique désigne l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments. La domotique vise à apporter des fonctions de confort (commandes à distance, gestion d'énergie,

## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

optimisation de l'éclairage et du chauffage, etc.), de sécurité (alarme) et de communication (contacts et discussion avec des personnes extérieures). L'enjeu de la domotique, est de mettre en réseau tous les objets connectés de la maison. Les domaines d'application sont variés : améliorer le confort, diminuer la consommation énergétique des bâtiments, sécuriser des lieux par des systèmes d'alarme, aider au quotidien des personnes en situation de handicap ou atteintes de maladies neurodégénératives. [2]

### 1.2.3 Principe de fonctionnement [2]

Le principe de la domotique consiste à faire communiquer ensemble et entre eux les équipements électriques d'un bâtiment. On parle alors de bâtiment intelligent ou de bâtiment communicant.

Concrètement, la domotique consiste à mettre en réseau différents appareils connectés dans une maison et à centraliser les commandes. Ces appareils sont déjà souvent existants : radiateurs, ventilation, éclairage, ... auxquels on ajoute des moyens de communiquer au sein de la maison. Chaque appareil est connecté avec d'autres via un appairage, qui consiste à associer deux ou plusieurs appareils entre eux. Cet appairage permet par exemple de dire à un interrupteur quel groupe de lampes il va devoir allumer. L'appairage peut se faire directement entre deux objets, ou via un microcontrôleur qui sert d'intermédiaire.

Chaque groupe d'appareils (éclairage, chauffage, volets roulants, ...) est pilotable via une ou plusieurs applications sur des appareils tels que les smartphone, tablette, ordinateur ou télécommande.

Les objets peuvent communiquer entre eux par plusieurs moyens tel que :

L'envoi d'information par un réseau filaire, ou par des ondes comme le wifi, le bluetooth ou les ondes radio.

Enfin, La domotique permet de superviser, de coordonner et de programmer les fonctions du bâtiment afin de répondre à nos attentes en termes de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication.

## 1.2.4 L'analyse temporelle

L'analyse temporelle dans une maison intelligente consiste à évaluer l'information d'une séquence d'événements passés dans une fenêtre temporelle pour inférer avec plus de précision la situation courante de l'habitant ou prédire la configuration possible de l'Etat suivant. L'évolution du système passe à travers des séquences d'états  $S_i$  qui sont produits comme résultat des états  $E_i$  qui ont été enregistrés :  $S_0, E_1, S_1, E_2, S_2, \dots$ . Considérons l'exemple de l'évolution de l'état de différents capteurs CME, CPC et CMC dans une maison intelligente affichée sur la figure 1.1. CME représente un capteur de mouvement dans l'entrée de la maison, CPC un contact de porte dans la cuisine, CMC un capteur de mouvement dans la cuisine. Les états  $n \rightarrow 1, \dots, n \rightarrow 3$  correspondent aux événements correspondant l'entrée de la personne dans la maison, à son déplacement vers la cuisine et à la mise en route d'une plaque électrique. [6]

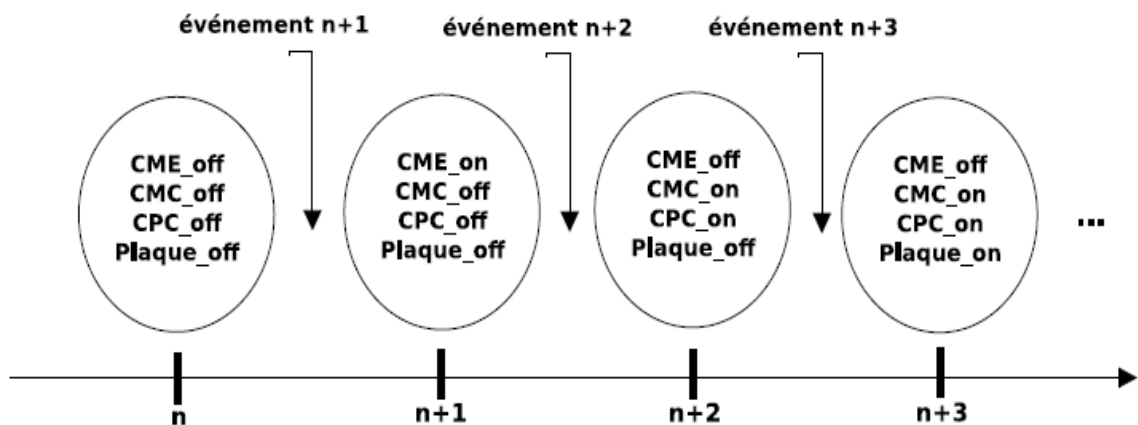


Figure 1. 1:Exemple de système dynamique d'une maison intelligente

## 1.2.5 Les critères de la domotique (smart home)

La domotique utilise plusieurs critères, et les principaux sont :

- La sécurité (alarmes, caméras et télésurveillance).
- Le confort de vie (automatisation et programmation des tâches quotidiennes).
- La santé (télésanté, télé médecine)
- Les économies d'énergies (régulation du chauffage et de climatisation, éclairage automatique...etc.)



Figure 1. 2: les critères du Smart House

## 1.2.5.1 La sécurité [7]

Un des domaines d'application de la domotique est la sécurité des biens et des personnes par des systèmes d'alarme qui préviennent d'une part des risques techniques (pannes ou dysfonctionnements des appareils) et d'autre part des éventuelles intrusions dans la maison(cambriolage). En général on trouve :

**Alarmes techniques :** Les alarmes techniques sont basées sur des capteurs capables de détecter différents incidents tels que des dégagements toxiques, incendie, fuite d'eau, fuite de gaz, etc. Ces différents capteurs sont raccordés à une centrale d'alarme. Les sécurités anti-noyade des piscines font également partie de ces systèmes d'alarme ainsi que certains détecteurs de pannes sur les équipements domestiques (chaudière par exemple).



Figure 1. 3:détecteur de fumée



## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

**Alarmes anti-intrusion :** Ce sont en général des capteurs sur les portes (détection d'ouverture) ou dans les pièces (détection de présence) qui sont reliés eux aussi à une centrale d'alarme.

Ces capteurs peuvent être couplés avec un réseau de caméras numériques de surveillance. Lors d'une intrusion, un message d'alerte peut être envoyé par e-mail ou sur un téléphone portable.



Figure 1. 4:alarmes anti-intrusion

### 1.2.5.2 La communication [7]

La communication dans le Smart Home est le couplage de l'informatique, des télécommunication et l'électronique. Au royaume des normes domotique. Aujourd'hui, une centrale domotique sait communiquer Par téléphone ou Par ordinateur. 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. On trouve des types différents de la communication dans le smart home :

**Io-home control** 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 ;

**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 ;

## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

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

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

### 1.2.5.3 Le confort [8]

Bien sûr, le fait d'automatiser une maison a un véritable apport sur le confort qu'on trouve, telle que :

Gestion de l'éclairage, gestion du chauffage, gestion des volets roulants, par simple action d'une commande, toutes ces tâches sont simplifiées grâce à la domotique.

Aujourd'hui, Les volets peuvent s'ouvrir et se fermer au rythme du soleil, et peuvent même aller jusqu'à s'adapter à la saison et la température pour laisser entrer la lumière et la chaleur du soleil l'hiver, ou au contraire conserver le frais l'été en fermant les volets des fenêtres exposées au soleil. et grâce à des capteurs installés un peu partout dans la maison détectent la présence des individus et peuvent ainsi donner le signal pour allumer ou éteindre les lumières dans une pièce, activer la température optimale.

### 1.2.5.4 La santé [2]

Le Smart Home 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 en automatisant le plus possible des tâches considérées comme complexes.

Cela permet également à la personne de rester à son domicile plus longtemps et d'être suivie à distance. Par exemple, grâce à la domotique, on peut détecter quand une personne ne boit pas assez d'eau ou quand elle oublie de se nourrir. 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.

## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

### 1.2.5.5 L'économie d'énergie [9]

Dans l'air du temps, les économies d'énergies sont aussi considérées en domotique. La solution pour les économies d'énergie est de minimiser le gaspillage. Il s'agit en fait de supprimer une énergie dépensée alors qu'elle n'est pas utilisée. De ce fait, on pourra piloter l'énergie pour qu'elle soit attribuée au besoin (à la demande). Mais certaines actions peuvent être gérées automatiquement par le système en place, par exemple, on peut :

- Ne chauffer que les pièces où les personnes se trouvent
- Gérer efficacement l'éclairages en mettant éteignant les lumières non utilisées

### 1.2.6 Langages de programmation

**CGI** : L'interface Common Gateway Interface abrégé CGI est une passerelle qui permet de faire communiquer des logiciels tournant sur le même ordinateur. Avec CGI, on peut écrire des scripts dans différents langages en les interconnectant.

**CSS** : Cascading Style Sheets (les feuilles de style en cascade), le CSS constitue un langage informatique permettant d'ajouter des contraintes de mise en forme graphique dans des documents web, dont les normes sont établies par le World Wide Web Consortium (W3C).

**HTML** : L'Hyper Text Markup Langage, abrégé HTML, est un langage conçu pour représenter les pages web. Ce langage de balisage permet de structurer sémantiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie, etc.

**Langage C – Atmel AVR** : Le C est un langage impératif, généraliste, issu de la programmation système. Inventé au début des années 1970 pour réécrire UNIX, il est devenu un des langages les plus utilisés. Le langage C – Atmel AVR est utilisé pour la programmation destinée aux microcontrôleurs.

**PHP** : Hyper Text Préprocesseur, abrégé PHP, est un langage de programmation libre principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques.

**Python** : Python est un langage de programmation structuré et orienté objet. Il est doté d'un typage dynamique fort, d'une gestion automatique de la mémoire par ramasse-miettes et

## **Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home**

---

d'un système de gestion d'exceptions. Il est conçu pour optimiser la productivité des programmeurs en offrant des outils de haut niveau et une syntaxe simple à utiliser.

**JAVASCRIPT** : JavaScript, abrégé JS, est un langage de programmation de scripts principalement utilisé dans les pages web interactives

**JSON** : JavaScript Object Notation, abrégé JSON, est un format de données textuelles et génériques permettant de représenter de l'information structurée comme le permet le langage XML par exemple

**XML** : L'Extensible Markup Language, abrégé XML, est un langage de balisage permettant de définir différents espaces de noms, via l'usage de chevrons encadrant les balises.

### **1.2.7 Avantages de smart home**

- Economies d'énergie et factures d'électricité moins salées
- Augmente le facteur de sécurité
- Automatisation : plus de confort et de liberté
- Une surveillance constante

### **1.2.8 Inconvénients de smart home**

- Les pannes peuvent être plus compliqué
- Développement de système onéreux
- Programmation nécessitant un matériel adapté

## **1.3 Internet des objets**

### **1.3.1 Historique [10]**

Nous vivons actuellement l'invasion imminente des objets connectés dans notre vie quotidienne : la concrétisation des voitures autonomes approche (Renault prévoit d'en commercialiser d'ici 2020), et les objets connectés tels que les thermostats connectés comme Nest (racheté par Google en 2014) et Qivivo font leur apparition dans nos maisons.

La santé connectée est également un marché porteur : les montres et autres dispositifs fleurissent pour soigner toutes sortes de pathologies.

## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

C'est au XIX<sup>ème</sup> siècle que les premiers dispositifs électroniques apparaissent : le télégraphe, le fax et la radio. En 1926, Nikola Tesla prédit déjà que le monde de demain serait un monde connecté sans fil. "Quand le sans-fil sera parfaitement appliqué, la Terre entière sera convertie en un gigantesque cerveau"

63 ans plus tard, en 1989, Tim Berners-Lee inventait le World Wide Web. Au milieu des années 1990, des grille-pains connectés et autres machines à cafés reliées à internet apparaissent. Néanmoins, ce n'est qu'en 2001 que le constructeur géant coréen LG crédibilise l'idée d'un électroménager connecté à Internet ; en l'occurrence, il s'agit d'un réfrigérateur.

En 2005, un rapport de l'ONU sur l'Union Internationale des Télécommunications prévient : "de l'Internet partout nous sommes parvenus à l'Internet pour tout [...] les connections vont se multiplier et créer un nouveau réseau dynamique, un réseau de réseaux : l'internet des objets."

Rapidement, les géants du secteur, et notamment Intel, lancent des initiatives pour ne pas manquer cette opportunité fabuleuse qui semble en toute logique destinée à peser des milliards de dollars. Les livres traitant du sujet se multiplient, les études fleurissent, la sphère scientifique s'intéresse de près aux nouvelles applications de la connexion. Inutile de dire que les entreprises commerciales aussi.

Dès 2012, il existe environ 8,2 milliards d'objets connectés dans le monde. Et, tandis que cette tendance semble prendre de l'ampleur, Cisco avance le nombre de 50 milliards d'objets connectés dès 2020. Et même si les voitures qui se conduisent toutes seules, les réfrigérateurs qui font les courses eux-mêmes et les pommeaux de douche sans fil semblent encore être de l'ordre du rêve éveillé, préparez-vous ; l'Internet des Objets pourrait vous apporter tout ça bien plus tôt que ce que vous croyez.

Et les industries l'ont bien compris : pour les industriels, l'internet des Objets est d'abord un outil de productivité.

### **1.3.2 Qu'est-ce qu'un objet ?**

Un objet est, avant toute chose, une entité physique ; par exemple, un livre, une voiture, une machine à café électrique ou un téléphone mobile. Un objet connecté est un matériel électronique qui peut communiquer avec un smartphone, une tablette tactile et/ou un ordinateur,

## Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home

ses caractéristiques pouvant évoluer au cours du temps (position, niveau de batterie, etc.). Il peut envoyer et recevoir des informations, via une liaison sans fil, bluetooth ou wifi, etc. [11]

Un OC peut interagir avec le monde physique de manière indépendante sans intervention humaine. Il possède plusieurs contraintes telles que la mémoire, la bande passante ou la consommation d'énergie, etc. Il doit être adopté à un usage, il a une certaine forme d'intelligence, une capacité de recevoir, de transmettre des données avec des logiciels grâce aux capteurs embarqués. [12]

L'intérêt principal d'un objet connecté est l'interactivité, la possibilité de récupérer des informations, ou d'envoyer des statistiques, de garder le contact, etc.



Figure 1. 5: Quelques exemples sur les objets connectés

### 1.3.3 Types d'objets

Il est raisonnable de considérer que l'Internet des objets est composé d'objets actifs, capables d'accomplir des calculs, d'effectuer des mesures sur l'environnement ou d'influer sur celui-ci, et d'objets passifs qui n'ont pas d'autres aptitudes que celles d'être suivis et détectés par des objets actifs.

#### 1.3.3.1 Objet passif

Par extension, l'identité d'un objet passif n'est pas directement stockée dans celui-ci, à l'exception de l'identifiant, et nécessite l'utilisation d'une infrastructure tierce capable de stocker ces informations

## **Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home**

---

### **1.3.3.2 Objet actif**

Au contraire, un objet actif peut stocker tout ou partie de son identité et échanger directement ces informations avec d'autres objets actifs.

### **1.3.4 Qu'est-ce que l'internet des objets ? [13]**

Le concept de l'Internet des objets est de créer un lien entre le monde réel et le monde numérique : les objets ne sont plus de simples objets, ils sont animés. Ils proposent des options plus élaborées que leur fonction principale en tant qu'objet.

L'Internet des objets est accessible sur des objets physiques et pas seulement de façon virtuelle comme l'Internet. Cette technologie est souvent appelée comme étant le Web 3.0.

Ces objets connectés peuvent être utilisés comme des gadgets pour tous, mais ils sont conçus en premier lieu pour nous simplifier la vie. En effet, l'Internet des objets se distingue par sa capacité à relier les objets entre eux.

### **1.3.5 Objectif d'internet des objets**

L'objectif ambitieux derrière l'Internet des Objets d'après le concept d'objet étant posé, les différentes définitions présentées et la littérature que nous avons étudiée à ce sujet nous conduisent à conclure que l'Internet des objets est une infrastructure globale permettant notamment :

Aux objets actifs d'échanger des informations ou d'en collecter à propos des objets passifs, ce qui rejoint les définitions d'un réseau M2M (machine to machine) mondial.

De stocker et de rendre accessible l'identité des objets, les informations produites par ces derniers et toutes les connaissances nécessaires pour que les objets gagnent en autonomie, ce au travers de représentations, de structures et de formats de données manipulables par les machines.

Offrir les abstractions nécessaires aux êtres humains pour interagir avec ces machines, et par extension avec le monde physique, aussi simplement qu'avec le monde virtuel que nous connaissons aujourd'hui.

### 1.3.6 Problématiques posées par l'internet des objets

Pour permettre à l'Internet des objets d'atteindre son plein potentiel et concrétiser les scénarios qui en découlent, plusieurs aspects doivent être étudiés. En effet, les concepts prometteurs imaginés par la communauté scientifique nécessitent de résoudre un certain nombre de problématiques : grande échelle, hétérogénéité, impact du monde physique (grands flux continus de données, variabilité de l'environnement), sécurité des biens et des personnes, et respect de la vie privée des utilisateurs

De toutes les difficultés posées par l'Internet des objets, son échelle mondiale et le très grand nombre d'objets impliqués sont les plus importants. [11]

### 1.3.7 Domaines d'application

- La santé et les systèmes de télésurveillance pour aider les personnes.
- Les véhicules connectés
- L'agriculture connecté pour optimiser l'usage de l'eau.
- En logistique :
  - Utilisation des puces RFID ;
  - Permet de rendre la marchandise « intelligente » / traçable ;

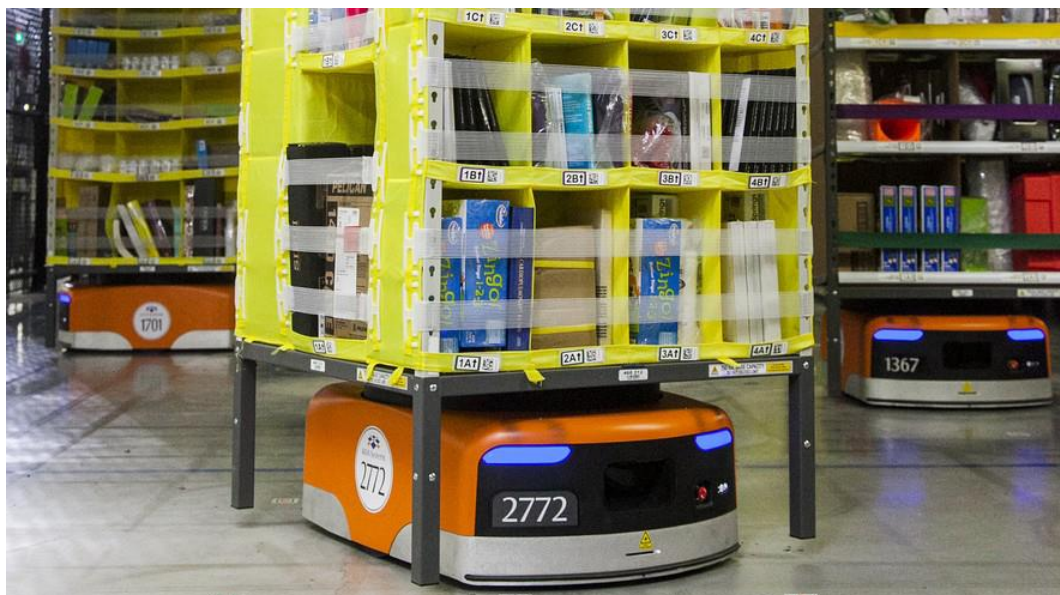


Figure 1. 6: entrepôts entiers entièrement automatisés (Amazon)





# **Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home**

---

## **1.3.8 Applications et futur**

Les objets connectés produisent de grandes quantités de données dont le stockage et le traitement entrent dans le cadre de ce que l'on appelle les big data. En logistique, il peut s'agir de capteurs qui servent à la traçabilité des biens pour la gestion des stocks et les acheminements. Dans le domaine de l'environnement, il est question de capteurs surveillant la qualité de l'air, la température, le niveau sonore, l'état d'un bâtiment, etc.

En domotique, l'IoT recouvre tous les appareils électroménagers communicants, les capteurs (thermostat, détecteurs de fumée, de présence...), les compteurs intelligents et systèmes de sécurité connectés des appareils de type box domotique.

Le phénomène IoT est également très visible dans le domaine de la santé et du bien-être avec le développement des montres connectées, des bracelets connectés et d'autres capteurs surveillant des constantes vitales. Selon diverses projections (cf. Cisco et le cabinet Gartner), le nombre d'objets connectés devrait largement augmenter au fil des ans. [15]

## **1.3.9 Transition vers (internet of Everything) [12]**

L'attention se porte surtout sur le consommateur, mais il existe plusieurs plans et projets pour étendre la portée de l'Internet des objets sur toutes les sociétés. C'est d'ailleurs un des principes de l'IoT : un monde dans lequel les objets physiques sont reliés à l'Internet virtuel. Dans ce cas, on ne parle plus d'Internet of Things, mais bien d'Internet of Everything (IoE).

Tout sera en effet connecté à internet : les processus, les personnes, les données et les appareils. Nous serons donc tous en mesure de pouvoir communiquer via ce canal. Ainsi, certains processus industriels seront simplifiés, ce qui entraînera une diminution des frais. Les paquets et conteneurs pourront même analyser leur environnement pour savoir où ils se trouvent, et les médecins pourront connaître nos allergies et symptômes avant même d'avoir établi un diagnostic.

## **1.4 Conclusion**

On a vu dans ce chapitre qu'est-ce que la domotique, l'internet des objets, leurs objectifs ainsi quelques domaines d'application.

On a vu aussi les différents critères de la domotique

## **Chapitre I : Etat de l'art sur un smart home**

Dans le chapitre suivant, on va voir en détails c'est quoi la carte électronique Raspberry Pi, ses composants, son domaine d'utilisation et comment contrôler ses broches avec le langage python.

# **Chapitre II**

## **Etat de l'art sur le Raspberry Pi**

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

### 2.1 Introduction

Le Raspberry Pi est vite devenu un phénomène mondial. Les gens commencent à découvrir le potentiel d'un ordinateur polyvalent à 35 dollar qui peut servir de station de travail, de media center, ou bien encore de contrôleur d'un système domotique. [16]

Le Raspberry Pi a débuté sa commercialisation à la fin du mois de février 2012, et on début 2015, plus de cinq millions de Raspberry pi ont été vendus. Qu'est-ce que ce petit appareil a de si spécial et pourquoi donc suscite-t-il autant d'intérêt ?

### 2.2 Historique [17]

L'histoire de Raspberry pi commence en 2006 à l'Université de Cambridge, en particulier le Département des sciences informatiques, où un groupe de professeurs de sciences informatiques assis discuter du problème du niveau de formation des étudiants expatriés nouvellement Université, l'équipe a constaté que le problème de base dans le bas niveau des élèves est leur manque d'expérience pour faire face aux composants informatiques et des pièces électroniques sur Contrairement aux générations précédentes, qui se caractérisaient par une expérience en électronique.

Le professeur Eben Upton a réfléchi à la façon d'aider les nouveaux étudiants à approfondir leur science informatique en leur faisant comprendre les composants électroniques et la science des logiciels tout en permettant aux étudiants de créer et de modifier des dispositifs spéciaux et de les connecter à l'ordinateur.

Le professeur d'université a commencé à étudier le premier problème apparu et a fourni des ordinateurs que les étudiants pouvaient manipuler et démonter des pièces et ajouter d'autres pièces sans crainte d'être détruites. Upton a supposé que les parents ne seraient pas heureux que leurs enfants détruisent des ordinateurs coûteux en les testant et en les démontant de l'intérieur.

La solution !! Un petit ordinateur qui est facile à manipuler et à développer tout en étant accessible à tous à bon marché et qui facilite le processus d'éducation pour tous les étudiants sans craindre la destruction de gros ordinateurs coûteux.

Upton a dirigé une équipe de Rob Mullins, Jack Lang et Alan Mycroft et se lance dans le petit développement informatique où ils ont développé trois prototypes de plus de 5 ans et il a

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

été convenu de publier le troisième modèle, qui est devenu le noyau d'un intellectuel éducatif et étonnant révolutionnaire quand il est sorti au monde dans l'image finale de la fin En 2011.

Le premier modèle est sorti de petite taille et pas cher très distincts, mais il est venu beaucoup plus petit que tout apte à traiter comme presque deux fois la taille d'un petit volume de pièces de monnaie, et il contient un seul USB et une sortie HDMI.

Le modèle suivant a évolué pour devenir plus grand que son prédécesseur avec l'ajout de ports GPIO qui ajoutent la possibilité de connecter des composants électroniques avec le récepteur.

La Commercialisation de Raspberry pi débutent le 29 février 2012, Six ans après le début du projet. [18]

### **2.3 Présentation du Raspberry Pi**

Le Raspberry Pi est un nano ordinateur peut-être branchée à n'importe Quel périphérique (souris, clavier, écran...).de la taille d'une carte de crédit, et d'un prix parfaitement abordable (le prix de vente se suite aux alentours de 25-35\$ selon les modèles).

Il a été conçu par la fondation du même nom dans l'objectif de promouvoir l'apprentissage de la programmation informatique dans les écoles.

Afin que ce nano PC soit accessible à tous, la fondation a dû optimiser ses coûts. En effet, le Raspberry Pi est vendu « nu » : il est composé uniquement d'une carte mère. De base, il ne possède ni boîtier, ni alimentation, ni écran, ni clavier, ni souris. [19]

### **2.4 Utilisations d'une carte Raspberry Pi**

On peut pratiquement faire avec un Raspberry Pi tout ce que l'on peut faire avec un ordinateur de bureau sous Linux, à quelques exceptions près. Le Raspberry Pi utilise une carte SD à la place d'un disque dur, bien que l'on puisse le brancher à un disque dur USB. On peut modifier des documents bureautiques, surfer sur Internet, et jouer à des jeux. Le prix bas du Raspberry Pi le destine particulièrement à être utilisé comme media center. Il peut lire des vidéos et nous pouvons également faire des projets de contrôle électroniques étonnants et utiliser le Raspberry comme une alternative très sophistiquée aux microcontrôleurs. [16]

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

Par exemple, les applications suivantes peuvent être implémentées :

- Domotique (smart home)
- Un ordinateur, tout simplement
- Projet électronique
- Robotique
- Jeux vidéo
- Serveur multimédia

Finalement le Raspberry, ça sert à tout. On ne peut pas lister toutes ses utilisations.

### 2.5 Avantages du Raspberry pi

Il y a beaucoup de microcontrôleurs sur le marché, mais le choix de Raspberry Pi est pour un certain nombre de raisons, par exemple : nous pouvons trouver des contrôleurs peu coûteux, mais avec moins de capacités, Lorsque certains d'entre eux ont un processeur jusqu'à 20 MHz seulement.

La carte de Raspberry pi combine entre des performances économiques et puissantes, et voici certains de ses avantages :





- Raspberry Pi est puissant
- Pas cher
- Beaucoup d'entrées/sorties
- Très facile d'utilisation par rapport aux technologies industrielles

### 2.6 Les modèles et caractéristiques

Il existe plusieurs versions du Raspberry et peut-être le plus connu sont les copies montrées dans le tableau suivant :

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

Tableau 2. 1:Comparatif des modèles de Raspberry Pi [20]

	Raspberry pi 3 modèle B	Raspberry pi B	Raspberry Pi A+	Raspberry pi zéro
Image				
Date de sortie	29 févr. 2016	15 févr. 2012	10 nov. 2014	30 nov. 2015
Prix	35,00 \$US	35,00 \$US	20,00 \$US	5,00 \$US
CPU	1,2 GHz	700 MHz	700 MHz	1 GHz
Mémoire vive	1 GB DDR2	512 MB	256 MB	512 MB
Ethernet	Oui	Oui	Non	Non
USB ports	4	2	1	Micro + micro OTG
GPIO	40-pin	26-pin	40-pin	40-pin
Source d'alimentation	Micro USB ou GPIO	Micro USB ou GPIO	Micro USB ou GPIO	Micro USB ou GPIO
Wifi	Oui	Non	Non	Non
Bluetooth	Oui	Non	Non	Non



### Remarque :

Pour notre projet, nous avons opté pour Raspberry Pi 3 model B pour beaucoup de raisons, notamment sa puissance et sa rapidité par rapport aux autres modèles.

## 2.7 Les composants de Raspberry pi (matériels et logiciels)

### 2.7.1 Matériels

La figure suivante représenté les composants de Raspberry pi :

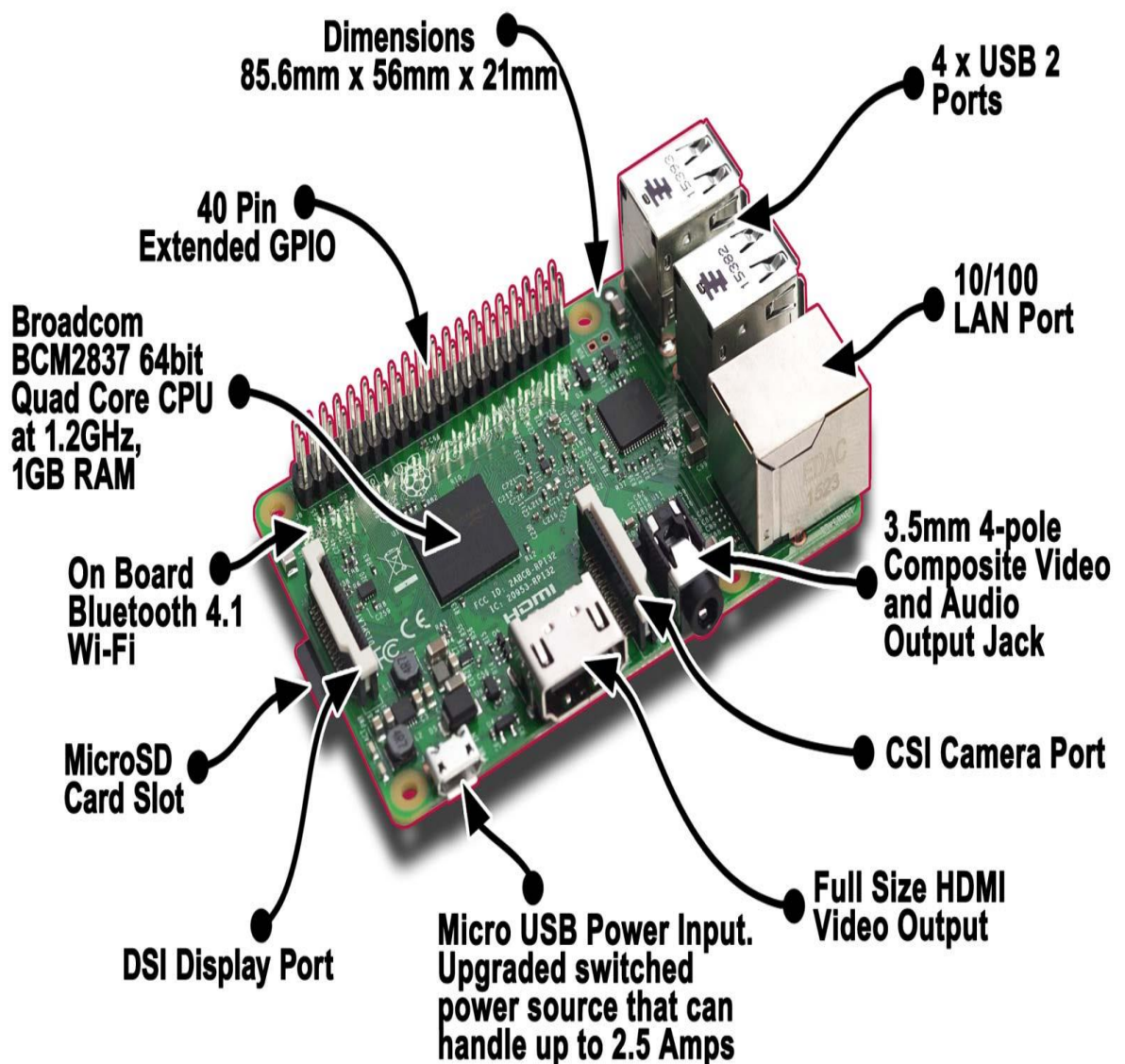


Figure 2. 1: Un résumé des composantes du Raspberry Pi 3

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi



Figure 2. 2: Broadcom BCM2837

**Broadcom BCM2837 64bit :** Cette puce représente un ordinateur intégré avec processeur de données CPU(1.2GHz), mémoire aléatoire RAM(1GB), et processeur vidéo GPU, Il a de petites dimensions en forme de carré d'environ 1 centimètre de long. [17]

**Carte Micro-SD :** Mémoire de stockage pour le Raspberry Pi, c'est ici que nous installons le système d'exploitation.

**Bloc d'alimentation :** Micro-USB, identique aux chargeurs de smartphone comme les Samsung. Attention à bien respecter la norme des 5 volts et de courant de 2.5 ampère.

**Prise HDMI :** « High Definition MultiMedia Interface » permet de relier le Raspberry Pi à un dispositif compatible : écran LCD ou un vidéoprojecteur, HDMI gère la vidéo et le son.

**Une prise jack :** C'est une connectique audio-vidéo.

**Port USB 2.0 :** Le port « Universal Serial Bus » est un port série qui sert à connecter le Raspberry aux autres périphériques (claviers, souris, flash disque, ...etc.), et il y a 4 ports USB.

**Port Ethernet :** est un protocole de réseau local à commutation de paquets. Le port Ethernet utilisé pour connecter le Raspberry pi aux réseaux informatiques et à Internet.

**Wifi et Bluetooth :** Le Raspberry Pi 3 propose également l'intégration des connexions Wi-Fi 802.11n et Bluetooth 4.1.

**Broches GPIO :** « General Purpose Input/Output » Ce sont des ports d'entrée/sortie qui peuvent être reliés à des capteurs et Permettent l'interfaçage avec d'autres circuits, Pour la réalisation de projets électroniques, robotiques, physiques, domotique.

En utilisant des protocoles comme serial, i2c, ou encore spi, nous pouvons nous assurer d'utiliser un maximum de composants électroniques. Ceci est un point important, car cela rend Raspberry Pi compatible avec la plupart des appareils et composants que nous trouverons pour nos projets domotique.

La figure suivante représenté la fonction de chaque broche :

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power		DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I <sup>2</sup> C)		DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I <sup>2</sup> C)		Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)		(TXD0) GPIO14	08
09	Ground		(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)		(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)		Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)		(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power		(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)		Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)		(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)		(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground		(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I <sup>2</sup> C ID EEPROM)		(I <sup>2</sup> C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05		Ground	30
31	GPIO06		GPIO12	32
33	GPIO13		Ground	34
35	GPIO19		GPIO16	36
37	GPIO26		GPIO20	38
39	Ground		GPIO21	40

Figure 2. 3: Broches GPIO de Raspberry pi 3 modèle B

### 2.7.2 Logiciels

#### 2.7.2.1 Système d'exploitation

Avant de commencer à utiliser notre Raspberry Pi, il faut avoir un système d'exploitation (OS). C'est le logiciel utilisé pour démarrer le matériel, et ouvrir ou fermer des programmes.

De nombreux ordinateurs utilisent un système d'exploitation spécifique lié au matériel. Il sera probablement utilisé pour Windows sur un PC et OS X sur un ordinateur Mac.

Il pourrait s'agir possible d'installer une gamme de systèmes d'exploitation différents sur un Raspberry Pi, certains basés sur d'autres versions de Linux, d'autres basés sur Windows, et même des environnements complètement uniques comme RISC OS.

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

La plupart des propriétaires de Raspberry Pi utilisent un système d'exploitation open-source appelé Raspbian, basé sur Linux. La version actuelle est basée sur une version de Linux appelée Debian Jessie, d'où le nom Raspbian (parfois vous l'entendrez appeler Raspbian Jessie).

Linux est comme Windows et Mac OS X, mais plus amusant parce qu'il est open-source, donc tout le monde peut voir le code source et l'améliorer.

Raspbian est l'OS officiel. C'est le plus simple à installer, le plus facile à utiliser, et la plupart des projets et des tutoriels utilisent Raspbian comme base. [21]

### 2.8 Programmation avec Raspberry Pi

La programmation est l'une des activités les plus engageantes, et elle est au cœur de la plupart des projets que nous voyons dans le monde. Des lumières clignotantes aux maisons intelligentes.

Bien sûr, le grand intérêt pour nous est d'exploiter le GPIO du Raspberry Pi qui a déjà été présenté. Là où la programmation des broches GPIO rend les projets dans le monde réel accessibles à tous.

Bien qu'il existe de nombreuses langues qui peuvent être utilisées pour programmer le Raspberry Pi, Python est le plus populaire.

#### 2.8.1 Avantages du Python

Python est un langage de programmation, dont la première version est sortie en 1991. Créé par Guido van Rossum. [22]

Nous avons choisi d'utiliser Python pour programmer le Raspberry Pi qui est installé par défaut sur tous les systèmes Linux, pour plusieurs raisons :

- C'est un langage de programmation simple à utiliser, et la plupart des débutants peuvent commencer à l'utiliser immédiatement avec peu ou pas de problèmes.
- Bien que simple à utiliser, Python est classé, en terminologie informatique, comme un langage de haut niveau. C'est un vrai langage de programmation et partage la plupart des attributs qui sont communs avec d'autres langages de haut niveau et puissants, tels que C ++ ou Java.

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

- Python est le langage le plus populaire pour contrôler GPIO, il a un très grand support en ligne de la communauté Raspberry, et supporte de nombreuses bibliothèques.
- La conception du langage Python encourage la création et l'utilisation de modules qui peuvent être réutilisés. De nouvelles fonctions, modules et classes peuvent facilement être ajoutés. La réutilisation des logiciels est un objectif clé que tous les programmeurs devraient essayer d'adopter. Cela n'a aucun sens de continuer à réinventer la roue lorsque des solutions éprouvées ont déjà été développées et sont disponibles pour une réutilisation.
- Python est un langage de programmation merveilleux et puissant qui est facile à utiliser (facile à lire et à écrire) et avec Raspberry Pi vous permet de connecter votre projet au monde réel.

### 2.9 Contrôler le Raspberry pi à partir d'un autre appareil

Parfois, il n'est pas pratique de travailler directement sur le Raspberry Pi. Peut-être que vous aimeriez travailler à partir d'un autre appareil. Si vous transportez souvent votre Raspberry pi ou que vous l'utilisez sur votre télévision, il est parfois embêtant de toujours avoir un clavier et une souris pour pouvoir le contrôler. Sachez que l'on peut contrôler le Raspberry pi avec une application Android ou Windows, c'est très pratique, car on peut bouger le curseur, cliquer et même utiliser le clavier. et il existe beaucoup de techniques et programmes pour contrôler le Raspberry pi à partir d'un autre appareil, mais le plus préférable c'est VNC, il permet de contrôler le Pi par trois méthode (internet, wifi ou avec un câble réseau). Au contraire des autres techniques qui permet de contrôle avec une seul méthode.

#### 2.9.1 VNC (VIRTUAL NETWORK COMPUTING) [23]

(VNC est un système de partage de bureau graphique qui nous permet de contrôler à distance l'interface de bureau d'un ordinateur (exécutant VNC Server) à partir d'un autre ordinateur ou appareil mobile (exécutant VNC Viewer). VNC Viewer transmet le clavier et la souris ou les événements tactiles au serveur VNC et reçoit des mises à jour à l'écran en retour.

## Chapitre II : Etat de l'art sur le Raspberry Pi

Nous verrons le bureau du Raspberry Pi dans une fenêtre de notre ordinateur ou appareil mobile. Nous serons en mesure de le contrôler comme si nous travaillions sur le Raspberry Pi lui-même.

VNC Connecté de RealVNC est inclus avec Raspbian. Il comprend à la fois VNC Server, qui nous permet de contrôler votre Raspberry Pi à distance, et VNC Viewer, qui nous permet de contrôler les ordinateurs de bureau à distance à partir de notre Raspberry Pi.

Nous devons activer VNC Server avant de pouvoir l'utiliser. Là où VNC Server nous donne un accès à distance au bureau graphique qui fonctionne sur notre Raspberry Pi, comme si nous étions assis devant lui.



Figure 2. 4 : Raspberry pi Desktop vu d'un appareil mobile

### 2.10 Conclusion

Ce chapitre est dédié à la présentation du Raspberry Pi, les divers composants de cette carte et son utilisation sont présentés, ensuite on a vu comment utiliser les broches GPIO pour contrôler les composants électroniques à l'aide de langage de programmation python, ensuite on a vu comment Contrôler le Raspberry pi à partir d'un autre appareil.

Et Nous avons conclu que :

- Malgré sa petite taille, les capacités d'une carte Raspberry Pi est super.
- Liaison concrète entre le monde de l'électronique et celui de l'informatique, le port GPIO est un outil fort pratique, et simple à interfacer grâce à Python.
- Il fait ainsi du Raspberry Pi une cible idéale à embarquer et programmer en Python afin de réaliser :
  - la domotique.
  - ou tout autre projet que, il y a encore peu d'années, nous n'aurions pas pensé pouvoir réaliser nous-même.

# **Chapitre III**

## **Réalisation d'un prototype d'un smart home**



### **3.1 Composants nécessaires de réalisation le prototype**

- Raspberry pi 3 model B
- Bloc d'alimentation
- Servomoteur
- Carte magnétique modèle (RFID RC522)
- Détecteur de mouvement
- Détecteur de gaz modèle (mq2)
- Capteur de température modèle (dht11)
- Ventilateur
- Relais 5v
- Lumières
- Maquette
- Résistances
- Câbles de branchements

### **3.2 Configuration des composants avec Raspberry pi**

#### **3.2.1 Le servomoteur**

Le servomoteur utilisé dans la maquette est de modèle SG90 pour ouvrir ou fermer les portes et les fenêtres.

Un servomoteur est un système qui a pour but de produire un mouvement précis en réponse à une commande externe, C'est un actionneur (système produisant une action) qui mélange l'électronique, la mécanique et l'automatique.

Un servomoteur est composé d'un :

- Moteur à courant continu
- Axe de rotation
- Capteur de position de l'angle d'orientation de l'axe (très souvent un potentiomètre)
- Carte électronique pour le contrôle de la position de l'axe et le pilotage du moteur à courant continu

Les caractéristiques du SG90 sont les suivantes :

- Dimensions : 22 x 11.5 x 27 mm
- Poids : 9 gr.
- Tension d'alimentation : 4.8v à 6v.
- Vitesse : 0.12 s / 60° sous 4.8v.
- Couple : 1.2 Kg / cm sous 4.8v.
- Amplitude : de 0 à 180°.



Figure 3. 1: servomoteur modèle SG90

### 3.2.2 Porte de garage

Le servomoteur permet d'ouvrir et de fermer la porte du garage, pour cela un petit programme sous python est développé pour le contrôler.

Premièrement les fils suivants doivent être brancher : (le marron pour la masse, le rouge pour l'alimentation en 5v, le jaune pour la commande)

#### 3.2.2.1 Script python qui ouvre la porte du garage

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

while True:
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    GPIO.setwarnings(False)
    GPIO.setup(35,GPIO.OUT)
    p=GPIO.PWM(35,50)
    p.start(12.5)
    time.sleep(0.12)

break
```

### 3.2.2.2 Script python qui ferme la porte du garage

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

while True:
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    GPIO.setwarnings(False)
    GPIO.setup(35,GPIO.OUT)
    p=GPIO.PWM(35,50)
    p.start(8.6)
    time.sleep(0.12)

break
```

### 3.2.3 Porte intelligente (L'ouverture de la porte par une carte RFID)

Depuis un certain temps, les circuits RFID sont partout et se déclinent en différentes formes. L'utilisation la plus connue est celle du pass d'entrée d'un immeuble mais on en retrouve aussi dans certains antivols, Gestion de parc de location de véhicules, les cartes bancaires (équipées du sans contact).

Le RFID (Radio Frequency Identification, radio-identification en français) est une technologie qui permet d'identifier un élément très rapidement.

La technologie RFID utilise des radio-étiquettes (plus communément appelés cartes RFID) qui se déclinent sous différentes formes (cartes, puces, autocollants). Ces cartes sont composées d'une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur.

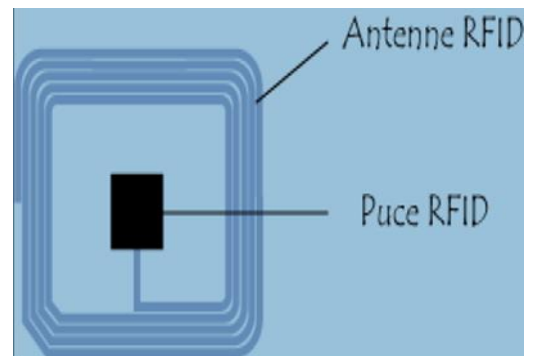


Figure 3. 2: carte RFID

#### 3.2.3.1 Principe du lecteur RFID

Le lecteur RFID, élément essentiel à l'utilisation de la RFID, fonctionne de la manière suivante : [24]

- Il transmet à travers des ondes-radio l'énergie au carte RFID,

## Chapitre III : Réalisation d'un prototype d'un smart home

- Il transmet alors une requête d'informations aux étiquettes RFID situées dans son champ magnétique,
- Il réceptionne les réponses et les transmet aux applications concernées.

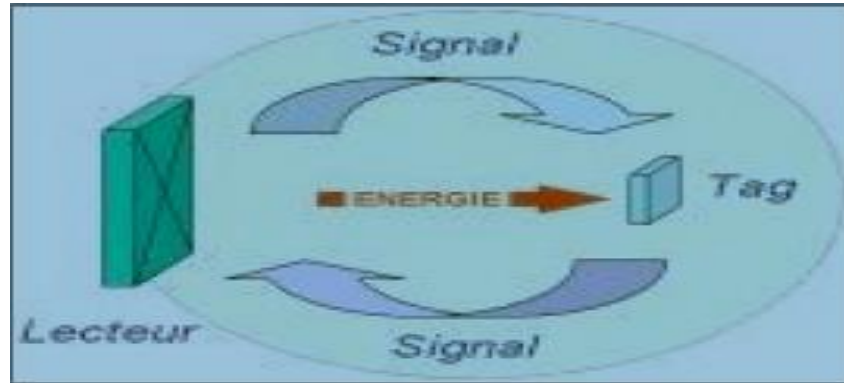


Figure 3. 3: Principe du lecteur RFID

### 3.2.3.2 Carte RFID modèle RC522

Pour la porte intelligente nous avons utilisé un Carte RFID modèle RC522 pour commander l'ouverture. Ce dernier utilise une fréquence de 13,56 MHz et une distance de 0 jusqu'à 10cm. et Pour pouvoir utiliser ce module avec le Raspberry pi, la bibliothèque MFRC522 doit être ajouté.



Figure 3. 4: Modèle RFID RC522

### 3.2.3.3 Script python qui ouvre la porte intelligente

Ce script pour :

- Ouvrir la porte si en lisant la carte désirée
- Une LED verte sera allumée si la porte est ouverte

```
import RPi.GPIO as GPIO
import MFRC522
import signal
import time

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(3,GPIO.OUT)
GPIO.setup(36,GPIO.OUT)

houcincard = '481120273'
rachidcard = '7066165172'

MIFAREReader = MFRC522.MFRC522()

while True:

    (status,TagType) = MIFAREReader.MFRC522_Request(MIFAREReader.PICC_REQID)

    (status,uid) = MIFAREReader.MFRC522_Anticoll()

    if status == MIFAREReader.MI_OK:

        UIDcode = str(uid[0])+str(uid[1])+str(uid[2])+str(uid[3])

        while UIDcode ==houcincard or rachidcard:
            p=GPIO.PWM(3, 50)
            p.start(7.5)
            p.ChangeDutyCycle(7.5)
            GPIO.output(36,1)
            time.sleep(2)
            break
```

### 3.2.4 Climatisation automatique

Nous pouvons choisir une température de jour, une température de nuit ou régler plusieurs températures différentes, il est possible aussi de contrôler la climatisation (chauffage ou refroidissement) à distance à l'aide d'un ordinateur, un smartphone ou une tablette.

Pour pouvoir contrôler la climatisation, il est nécessaire de faire installer un capteur de température avec le Raspberry pi.

### 3.2.4.1 Capteur de température et L'humidité DHT11

Cette carte pour le capteur DHT11 fournit une sortie numérique proportionnelle à la température et à l'humidité mesurées par le capteur.

Le coefficient d'étalonnage est mémorisé dans la mémoire interne de l'OTP et cette valeur est utilisée par le processus de détection du signal interne du capteur. L'interface série monofilaire permet une intégration rapide et simple de ce capteur dans le système numérique.

L'interface physique du capteur est réalisée par un connecteur à 3 broches : +5V, GND et DATA. Les deux premières broches sont l'alimentation et la terre et elles sont utilisées pour alimenter le capteur, la troisième est le signal de sortie numérique du capteur.

Le capteur DHT11 est lui capable de mesurer des températures de 0 à +50°C avec une précision de +/- 2°C et des taux d'humidité relative de 20 à 80% avec une précision de +/- 5% et une consommation de 2.5 mA au maximum. Une mesure peut être réalisée toutes les secondes. [25]

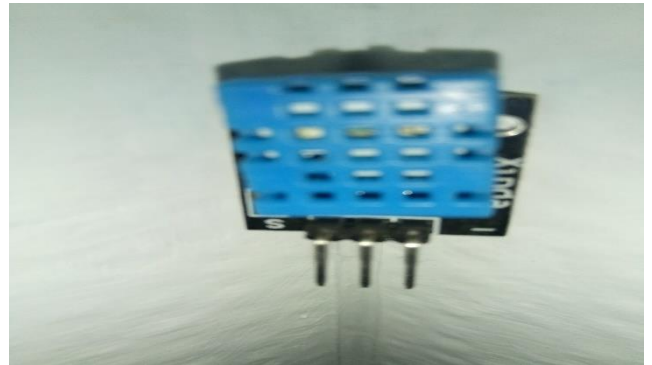


Figure 3. 5: capteur DHT11

Pour pouvoir utiliser ce capteur avec le Raspberry pi, la bibliothèque dht11 doit être ajouté.

### 3.2.4.2 Script python pour la climatisation automatique

Ce script python pour :

- Activation automatique du ventilateur si la température >35
- Désactivation automatique du ventilateur si la température <=35

```
import RPi.GPIO as GPIO
from DHT11_Python_master import dht11
import time

GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.cleanup()
```

```
# lire data utilisant pin 14
instance = dht11.DHT11(pin=14)

while True:
    GPIO.setup(20,GPIO.OUT)
    result = instance.read()
    if result.is_valid():
        if result.temperature<=35:
            GPIO.output(20,0)
        elif result.temperature>35:
            GPIO.output(20,1)
        time.sleep(2)
```

### 3.2.5 Eclairage automatique et économique

On utilise pour ce dernier un détecteur de mouvement(PIR) et un résistor à la lumière(LDR)

#### 3.2.5.1 Détecteur de mouvement

Les capteurs ou bien les détecteurs de mouvement, comme leur nom l'indique, sont des composants capables de détecter le mouvement d'êtres humains ou d'objets.

Les systèmes de sécurité dans le monde entier utilisent de manière universelle des capteurs de mouvement pour activer des alarmes ou un éclairage automatique, et sont souvent placés à des points d'accès facile au bâtiment tels que les fenêtres et les entrées principales.

Il existe plusieurs modèles qui varient selon leurs techniques de fonctionnements :

- Ondes ultrasoniques
- Ondes électromagnétiques (radar)
- Rayonnement infrarouge (tels que l'utilisateur dans notre projet)

#### 3.2.5.2 La Photorésistance

Une photorésistance est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité ambiante. Pour faire simple, c'est une résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit.

## Chapitre III : Réalisation d'un prototype d'un smart home

Il existe différents types de photorésistances, chacune ayant des valeurs de résistance différentes en fonction de la luminosité ambiante. Le type le plus classique de photorésistances est de 1M ohms (obscurité) / 12K ohms (pleine lumière).

On peut donc utiliser une photorésistance pour mesurer la luminosité ambiante. Et Voici quelques exemples d'utilisations pour une photorésistance :

- Mesure de luminosité ambiante (pour ajuster un éclairage par exemple),
- Suiveur de lumière pour panneaux solaires



Figure 3. 6: Une photorésistance



Figure 3. 7: Détecteur de mouvement

### 3.2.5.3 Script python pour l'éclairage automatique et économique

Lorsqu'un mouvement est détecté, le script python va :

- Allumera la lumière si L'endroit est sombre et après un certain laps temps sans mouvement, les lumières s'éteignent automatiquement.

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(11,GPIO.IN) #détecteur de mouvement
GPIO.setup(12,GPIO.IN) #Photorésistance (Ldr)
GPIO.setup(15,GPIO.OUT) #LED
while True:
    if GPIO.input(11)==1 and GPIO.input(12)==1:
        GPIO.output(15,1)
        time.sleep(2.5)
    else:
        GPIO.output(15,0)
```



### 3.2.6 Le détecteur de gaz

Les capteurs MQ sont des capteurs physicochimiques permettant de détecter une grande variété des gaz, polluants et fumées dans l'atmosphère, et chaque module détecter un certain type de gaz.

Le capteur dont la résistance électrique varie en fonction de la présence d'un polluant dans l'atmosphère.

#### 3.2.6.1 Capteur de gaz mq2

Le MQ2 peut détecter différents types de gaz tel que le GPL, butane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante. [26]

Il dispose 4 broches : +5V, GND, une sortie numérique et une sortie analogique.



Figure 3. 8: Capteur de gaz mq2

### 3.2.6.2 Script python pour détecter le gaz

Ce script python est un système de sécurité pour notre domotique de telle sorte que si le capteur détecte du gaz alors la fenêtre s'ouvre automatiquement, et une LED rouge sera allumée.

```
#Libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import time

#GPIO Mode (BOARD / BCM)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)

#la fonction des pins (13 ,12 et 6):(IN / OUT)
GPIO.setup(13, GPIO.IN)
GPIO.setup(12,GPIO.OUT)
GPIO.setup(6,GPIO.OUT)

while True:
    if GPIO.input(13)==1:
        GPIO.output(12,0)
    else:
        p=GPIO.PWM(6,50)
        p.start(7.5)
        p.ChangeDutyCycle(7.5)
        GPIO.output(12,1)
        time.sleep(1)
```

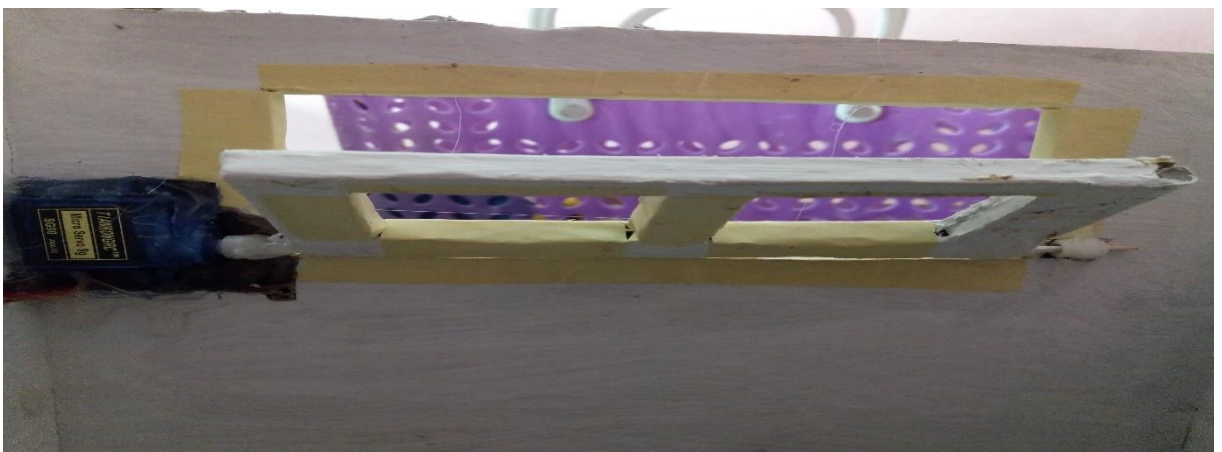


Figure 3. 9: Ouverture de la fenêtre automatiquement

### 3.2.7 Le relais

Les ports GPIO du Raspberry peuvent fournir au max 3.3v. Donc, afin de pouvoir brancher un élément  $>3.3v$ , il est nécessaire d'utiliser un relais.

Le relais est un organe électrique qui possède une bobine (électro-aimant) permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique) et pouvant avoir des propriétés différentes.

Le relais connecté à un Raspberry pi permet de contrôler divers appareils électriques. Dans notre projet, nous utilisons 2 module a 4 relais pour contrôler plusieurs composants présentes dans la maquette telle que (LED12v, LED 5v, lampe 220v et un ventilateur de 12 v)

La figure suivante représente un relais 5v / 220v : idéal pour une utilisation domotique avec Raspberry Pi.



Figure 3. 10: Module a 4 relais 5VDC

### 3.3 Contrôle de la domotique à distance

La disposition pour l'utilisateur de contrôlée la maison à distance à l'aide d'un ordinateur, un smartphone ou une tablette. Est la cible principale de ce projet.

### 3.3.1 Contrôle de la domotique par wifi

Pour pouvoir accéder à notre Raspberry à distance via Wifi et contrôler les GPIO, on a besoin d'utiliser le VNC (qu'a déjà été présenté).

Le VNC Viewer disponible comme une application pour les ordinateurs et smartphones.

### 3.3.2 Conception d'interface graphique (GUI) (*Graphical User Interfaces*)

Grâce à la bibliothèque graphique de python (*Tkinter*) a déjà été installé sur le système Raspbian automatiquement avec python, on peut créer une interface graphique pour contrôler la maison intelligente.

Dans cette interface, on choisit quel appareil on veut contrôler dans notre Smart Home à distance via Wifi telle que :

- Ouverture/fermeture la porte
- Ouverture/fermeture la porte de garage
- Contrôler le ventilateur
- Contrôler la lumière

### 3.3.3 Script python pour créer l'interface graphique

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from tkinter import *

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(40,GPIO.OUT)
GPIO.setup(37,GPIO.OUT)
GPIO.setup(36,GPIO.OUT)
GPIO.setup(35, GPIO.OUT)
GPIO.setup(18,GPIO.OUT)
GPIO.setup(16,GPIO.OUT)
GPIO.setup(3, GPIO.OUT)

def Turn_on_lamp_220v():
    GPIO.output(40,0)

def Turn_off_lamp_220v():
```

```
GPIO.output(40,1)

def house_light_on():
    GPIO.output(37,0)

def house_light_off():
    GPIO.output(37,1)

def decore_light():
    GPIO.output(18,1)

def decore_light_1():
    GPIO.output(18,0)

def open_garage_door():
    p = GPIO.PWM(35, 50)
    p.start(12.5)
    p.ChangeDutyCycle(12.5)
    time.sleep(0.2)
    GPIO.output(16,1)

def close_garage_door():
    p = GPIO.PWM(35, 50)
    p.start(8.6)
    p.ChangeDutyCycle(8.6)
    time.sleep(0.2)
    GPIO.output(16,0)

def open_door():
    p=GPIO.PWM(3, 50)
    p.start(7.5)
    p.ChangeDutyCycle(7.5)
    time.sleep(0.2)
    GPIO.output(36,0)

def close_door():
    p=GPIO.PWM(3, 50)
    p.start(2.5)
    p.ChangeDutyCycle(2.5)
    time.sleep(0.2)
    GPIO.output(36,1)

import tkinter as tk
root = tk.Tk()
root.title('background image')
image1 = tk.PhotoImage(file='smart_home.gif')
w = image1.width()
h = image1.height()
root.geometry("%dx%d+0+0" % (w, h))
```

```
panell = tk.Label(root, image=image1)
panell.pack(side='top', fill='both', expand='yes')

txt1 = Label(panell, text = 'smart home realised by: Hocine and Rachid',
fg='red')
quiter=Button(panell, text='Exit',command=panell.destroy)
on220      =Button(panell,text='Turn      on      lamp      220',
command=Turn_on_lamp_220v,bg='yellow')
off220     =Button(panell,text='Turn      off      lamp      220',
command=Turn_off_lamp_220v,bg='yellow')
house_on   =Button(panell,text='house      light      on',
command=house_light_on,bg='blue')
house_off  =Button(panell,text='house      light      off',
command=house_light_off,bg='blue')
decore     =Button(panell,text='decore light', command=decore_light,bg='green')
decore_1   =Button(panell,text='decore      light      1',
command=decore_light_1,bg='green')
open_door  =Button(panell,text='open door',command=open_door,bg='gray')
close_door =Button(panell,text='close door', command=close_door, bg='gray')
open_garage      =Button(panell,text='open      garage      door',
command=open_garage_door,bg='pink')
close_garage     =Button(panell,text='close garage door', command=
close_garage_door, bg='pink')

txt1.grid(row=1,column=1)
quiter.grid(row=2,column=1)
on220.grid(row=3,column=2)
off220.grid(row=3,column=3)
house_on.grid(row=4,column=2)
house_off.grid(row=4,column=3)
decore.grid(row=5,column=2)
decore_1.grid(row=5,column=3)
open_door.grid(row=6,column=2)
close_door.grid(row=6,column=3)
open_garage.grid(row=7,column=2)
close_garage.grid(row=7,column=3)

panell.image = image1

root.mainloop()
```

### 3.3.3.1 L'Interface de contrôle

L'interface de contrôle graphique contient : 11 Bouton de contrôle et un terme de texte

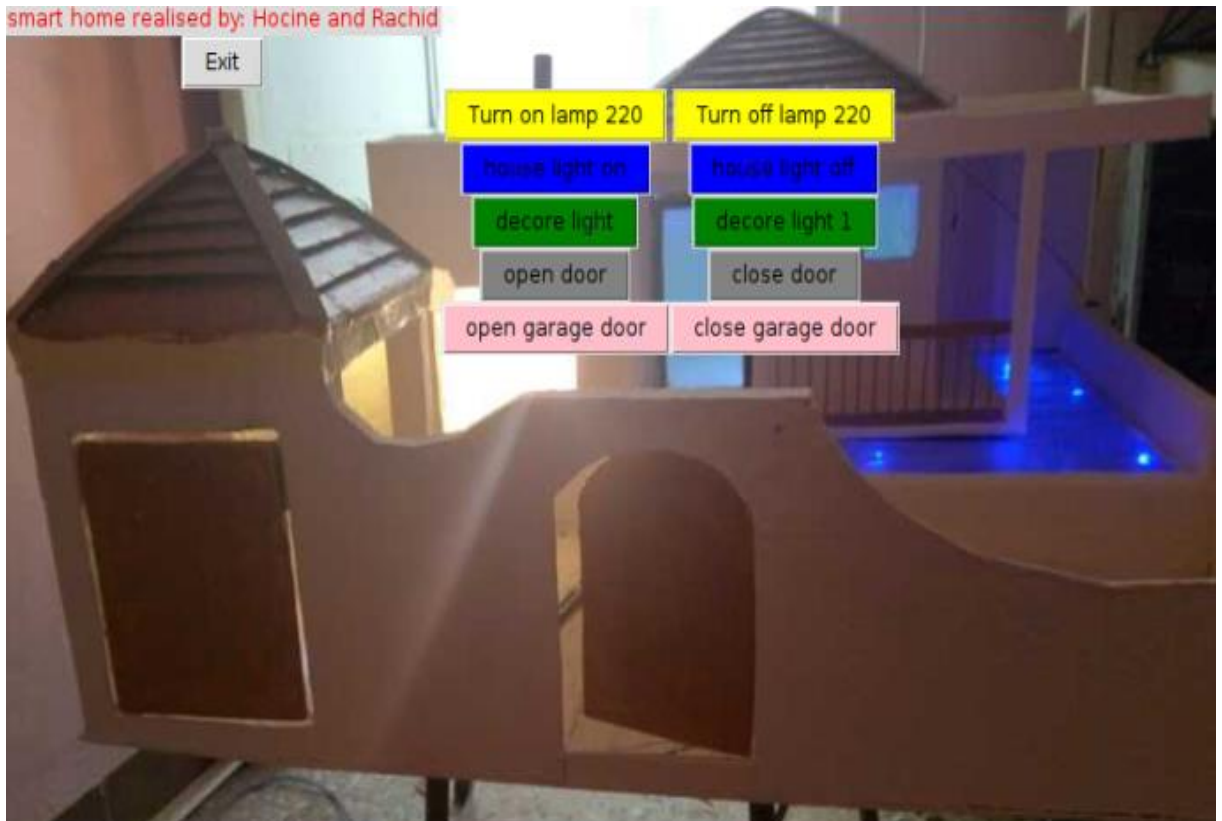


Figure 3. 11: Interface de contrôle

### 3.4 Le cout de la domotique

Cette partie présente une étude économique approximative pour réaliser un smart home avec le Raspberry pi

Le budget va surtout dépendre du nombre de périphériques à mettre en place, et de la technologie utilisée, certaines étant plus couteuses que d'autres.

Tableau 3. 1:le cout de la domotique

	Sur une maquette Le cout (DA)	Sur une maison réelle Le cout (DA)
Carte Raspberry Pi 3	10000	10000
Lecteur RFID	900	900
Serrure électrique	×	4000
Bloc d'alimentation	900	900
Détecteur de gaz	600	600
2 relais de 4 canaux	2000	2000

## Chapitre III : Réalisation d'un prototype d'un smart home

---

Capteur de température	500	500
Détecteur de mouvement	700	700
3 servomoteur	1500	×
Ventilateur	300	3000
Total	17400	22600

### 3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, la carte Raspberry pi est utilisée pour relier entre différentes composantes électroniques et électriques.

La climatisation et aération automatique peuvent être faites grâce aux capteurs de gaz et de température.

Il est présenté comment utiliser la bibliothèque Tkinter de python pour créer une interface de contrôle pour la maison intelligente à distance via wifi.



## **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Ce travail est basé sur la réalisation et la conception d'une maison intelligente. Ce projet permis d'évaluer et enrichir les connaissances théoriques ainsi que pratiques dans le domaine de l'intelligence artificielle et IoT. Ce dernier qui est devenu un grand domaine de recherche et un grand marché de travail au monde.

En plus, la réalisation d'un tel projet permis d'apprendre l'un des importants langages de programmation (Python), où ce dernier est choisi pour la programmation de la carte Raspberry pi pour contrôler les divers appareils électroniques et électriques.

Le mémoire montre que les capacités d'une carte Raspberry Pi sont élevées malgré sa taille réduite. Où une maquette d'une maison est réalisée afin de la contrôler tenant compte plusieurs fonctionnalité, aération, climatisation automatique, ouverture et fermeture des portes et des fenêtres, éclairage automatique et économique, utilisation une interface graphique pour contrôler divers appareils électroniques et électriques à partir d'un appareil mobile ou un ordinateur.

Finalement une étude économique est faite pour donner le cout approximatif pour réaliser un smart home.

Ce travail a envie de réaliser le projet pour une maison réel et de développer une application web comme un interface de contrôle pour commander et visualiser l'état de la maison à distance.

## Bibliographie

- [1] [En ligne]. Available: <https://www.uniassignment.com/essay-samples/information-technology/the-introduction-to-smart-home-technologies-information-technology-essay.php>.
- [2] M. P. -. Fotolia, «La domotique ou la maison connectée,» 14 octobre 2016.
- [3] V. Sicotte, «Le web 3.0 : la domotique, ou la maison intelligente,» Énergir, 12 janvier 2018.
- [4] P. Christensson, «Smart home,» Sharpened Productions, 19 7 2014.
- [5] «C2I-Domotique,» [En ligne]. Available: <https://sites.google.com/site/domotiquec2i/-histoire-domotique-et-evolution>.
- [6] P. C. Quispe, *Contrôle intelligent de la domotique à partir d'informations temporelles multi sources imprécises et incertaines*, france: Université de Grenoble, 2013.
- [7] e. A. S. METAHRI Mohammed El habib, *Smart House*, 2017.
- [8] C. Locqueneux, «La domotique, c'est quoi ?,» 12 janvier 2015.
- [9] IGM, Université Paris-Est Marne-la-Vallée, [En ligne]. Available: [http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2007/aessaidi-ndiop\\_LA-DOMOTIQUE/intro.htm](http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2007/aessaidi-ndiop_LA-DOMOTIQUE/intro.htm).
- [10] «L'histoire de l'internet des objets,» 17 5 2016. [En ligne]. Available: <http://blog.hoolders.com/2016/05/17/lhistoire-de-linternet-des-objets/>.
- [11] B. Billet, *Système de gestion de flux pour l'Internet des objets intelligents*, france: Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines, 2015.
- [12] I. Saleh, © 2018 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – [openscience.fr](http://www.iste.org) *Internet des Objets (IdO) : Concepts, Enjeux, Défis et Perspectives*, paris, 2018.
- [13] «Qu'est-ce que l'Internet des objets,» le magazine des objets connecte.
- [14] [En ligne]. Available: <https://www.tala-informatique.fr/wiki/images/3/39/IOT.pdf>.
- [15] futura, «internet des objets,» [En ligne]. Available: <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-objets-15158/>.
- [16] S. Monk, *Programmez un raspberry pi™*, Paris: Dunod, 2014.
- [17] ع. ا. ع. عبد الله، راسبيري باي ببساطة، 2014.
- [18] T. Cox, *Raspberry Pi Cookbook for Python Programmers*, Packt Publishing, 2014.
- [19] Phil, 3 fevrier 2013. [En ligne]. Available: [Http://raspberrypis.net/quest-ce-que-le-raspberry-pi/](http://raspberrypis.net/quest-ce-que-le-raspberry-pi/).
- [20] «Comparatif des modèles de Raspberry PI,» 27 11 2015. [En ligne]. Available: <http://socialcompare.com/fr/comparison/raspberrypi-models-comparison>.

- [21] R. p. magazine, THE OFFICIAL RASPBERRY PI PROJECTS BOOK VOLUME 2, Magpi, 2016.
- [22] D. Norris, Raspberry Pi Electronics Projects for the Evil Genius, United States: McGraw-Hill Education, 2016.
- [23] R. P. FOUNDATION. [En ligne]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/vnc/README.md>.
- [24] o. accompagne. [En ligne]. Available: <https://rfid.ooreka.fr/comprendre/lecteur-rfid>.
- [25] P. Mirko. [En ligne]. Available: [https://www.microbot.it/documents/mr003-005-2\\_datasheet.pdf](https://www.microbot.it/documents/mr003-005-2_datasheet.pdf).
- [26] «projetsdiy,» 3 mars 2016.
- [27] F. Stroud. [En ligne]. Available: <https://www.webopedia.com/TERM/A/alexa.html>.
- [28] «Encyclopedia,» [En ligne]. Available: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/69078/google-home>.
- [30] «Protéger le potentiel de l'Internet des objets,» 2017. [En ligne]. Available: [https://www.cisco.com/c/dam/global/fr\\_fr/pdf/Protecting\\_the\\_Promise\\_of\\_the\\_Internet.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/fr_fr/pdf/Protecting_the_Promise_of_the_Internet.pdf).
- [31] O. accompagne. [En ligne]. Available: <https://rfid.ooreka.fr/comprendre/lecteur-rfid>.