Table des matières

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX **3**

INTRODUCTION GENERALE **4**

INTRODUCTION GENERALE **5**

CHAPITRE I: SYSTEMES EMBARQUES **6**

1.1. INTRODUCTION: 7
1.2. DEFINITION: 7
1.2.1. Définition littéraire: *7*
1.2.2. Définition technique: *7*
1.3. HISTORIQUE: 8
1.4. EXEMPLES DE SYSTEMES EMBARQUES: 9
1.5. LES IMPERATIFS DES SYSTEMES EMBARQUES: 9
1.6. SYSTEME EMBARQUE TEMPS REEL: 11
1.6.1. Contraintes temps réel: *11*
6.2 Réalisation des contraintes temps réel: *11*
1.7. COMPOSANTS D'UN SYSTEME EMBARQUE: 12
1.8. LE MICROCONTROLEUR : 12
1.8.1. Définition: *12*
1.8.2. Arduino: Une sorte de microcontrôleur: *13*
1.9. RASPBERRY PI : 16
1.9.1. Définition : *16*
1.9.2. LES COMPOSANT DE RASPBERRY : 16
1.9.3. Système d'exploitation de Raspberry : *17*
1.9.4. Ce qu'on peut faire avec: *17*
CONCLUSION : 18

CHAPITRE II : LA DOMOTIQUE **19**

2.1. INTRODUCTION: 20
2.2. DEFINITION : 20
2.2.1. Définition littéraire : *20*
2.2.2. Définition technique : *20*
2.3. HISTORIQUE : 20
2.4. POURQUOI DOMOTISER SA MAISON : 21
2.5. AVANTAGES DE LA DOMOTIQUE : 22
2.5.1. Économie d'énergie : *22*
2.5.2. Suivi des énergies : *22*
2.6. COMMENT ÇA MARCHE : 23
2.7. LES MODES DE TRANSMISSIONS : 24
2.8. LES PROTOCOLE DE TRANSMISSION : 25
2.8.1. Protocoles de communication filaire *25*
2.8.2. Protocoles de communication sans fil : *25*
2.8.3. La domotique à courant porteur : *26*
2.9. SYSTEME DE CONTROLE DOMOTIQUE 27
2.10. LA DOMOTIQUE ACTUELLE : 27
2.10.1. Hardware : *27*
2.10.2. Software : *28*
CONCLUSION 29
CHAPITRE III : CONCEPTION ET REALISATION D'UNE MAISON INTELLIGENTE 30
3.1. INTRODUCTION : 31
3.2. CONCEPTION ET REALISATION DE LA MAISON INTELLIGENTE : 31
3.2.1. Outils utilisé : *31*
a. Hardware (Matériel utilisé) : *31*
b. Software : *40*
3.2.2. Architecture de la maison : *41*
3.2.3. Scénarios réalisés : *43*
3.3. CONTROLE DE LA MAISON INTELLIGENTE : 44
3.3.1. Application web : *44*
3.3.2. Application Android : *47*

CONCLUSION : 50
CONCLUSION GENERALE..... 51
REFERENCES : 52

Liste des figures et tableaux

Figure 1: Composants d'un système embarqué typique 8
Figure 2 : Schéma d'un système embarqué.....12
Figure 3: Microcontrôleur 12
Figure 4: Carte Arduino UNO.....14
Figure 5: La carte Arduino Wemos D1 15
Figure 6: Architecture du Raspberry modèle B.....17
Figure 7 représentation des étapes de communications.....24
Figure 8: Logo de JEEDOM 28
Figure 9: Logo Domoticz.....29
Figure 10 : LED.....31
Figure 11 LED RGB.....31
Figure 12 Résistance.....32
Figure 13 NPN Transistor PN2222 32
Figure 14 Bouton poussoir 32
Figure 15 Buzzer passif.....33
Figure 16 LCD 1602 33
Figure 17 I2C.....33
Figure 18 Relais.....34
Figure 19 Ventilateur 34
Figure 20 Pompe à eau 35
Figure 21 Cerveau moteur SG 90 35
Figure 22 Carte Wemos D1.....36
Figure 23 Carte Wemos D1 mini 36
Figure 24 Détecteur infra-rouge de mouvement HC-SR501.....37
Figure 25 Capteurs de température et l'humidité DHT-11 37
Figure 26 Capteur de luminosité Phototransistor.....38
Figure 27 Capteur de Gaz MQ-135 LM393 38
Figure 28 Capteur d'humidité du sol.....38
Figure 29 Raspberry P3 modèle B.....39
Figure 30 Plan de la maison vue de face.....42
Figure 31 Maquette vue de face 42
Figure 32 Vue arrière de la maquette.....43
Figure 33 Diagramme de cas d'utilisation du projet.....44
Figure 34 Circuit de contrôle par l'application WEB.....45
Figure 35 la page d'ajout d'un compte.....45
Figure 36 Capture de tableau de bord de l'application WEB 46
Figure 37 Capture de la page de connexion de l'application WEB.....46
Figure 38 Circuit de contrôle par l'application Android.....47
Figure 39 Capture de tableau de bord de l'application Android 48
Figure 40 Capture d'une page de contrôle d'une chambre de l'application Android.....49
Tableau 1: Les caractéristiques de la Wemos D1……...15

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Introduction générale

Introduction générale

Quel que soit l'endroit où nous pouvons être et le confort qui peut nous être procuré, la maison est notre coin du monde, notre seul havre de paix et c'est là que nous souhaitons avoir le plus de confort possible. Si l'on est bien chez-soi, on est bien dans notre vie et avec notre entourage.

D'un point de vue scientifique, ce bien-être ne peut être assuré que par le développement technologique. Ceci se traduit par la création et l'installation de matériels connectés et programmés selon nos besoins assurant notre confort. De nos jours, la maison intelligente est devenue le modèle parfait, un paradigme assurant une vie d'extrême confort et de modernisme. Ainsi avec le développement que l'électronique et la nanotechnologie ont connu, tout est devenu miniature et accessible. De plus, grâce à l'informatique et la programmation, les systèmes embarqués ont pris de l'ampleur et se sont attaqués à tous les domaines notamment la Smart house. Le problème qui se pose est comment rendre nos maisons intelligentes et autonomes grâce aux systèmes embarqués et comment cela pourrait améliorer notre quotidien. Pour cela, notre projet a pour but de placer plusieurs capteurs et actionneurs dans une maison et de les connecter à une box afin de les commander grâce à un smartphone, une tablette, ou un ordinateur .

Le mémoire est organisé de la manière suivante :

Le premier chapitre présente les différents systèmes embarqués ainsi que leur historique, leur stratégie de fonctionnement ainsi que les cartes Arduino Wemos qu'on a utilisé pour notre projet.

Le deuxième chapitre introduit la domotique, son historique et ces avantages. Il cite les différents protocoles de communication: filaire comme le KNX ou IPX800, sans fil comme le z-wave, zigbee, radio 433Mhz ou la wi-fi, et la communication à courant porteur CPL. Il nous informe aussi sur l'état du marché et de l'avancement dans ce domaine : les box, les différents capteurs et les actionneurs.

Quant au troisième et dernier chapitre, qui est pratique, il présente la partie software et hardware de notre projet. Tout d'abord il explique les équipements et technologies utilisés pour réaliser notre prototype, ensuite le processus à suivre pour développer un serveur web, ainsi que l'application Android grâce à MIT App Inventor. En clôturant par démontrer les scénarios et leur fonctionnement des deux applications.

Chapitre I: Systèmes embarqués

I. Chapitre I: Systèmes embarqués

1.1. Introduction:

L'électronique se trouve maintenant embarquée dans de très nombreux objets usuels, ils nous entourent et nous sommes littéralement envahis par eux, Il suffit de regarder autour de soi au quotidien pour s'en rendre compte. Les téléphones, les agendas électroniques, les distributeurs; dans la voiture: le régulateur de vitesse, la direction assistée, le système de contrôle de trajectoire, le pilotage automatique dans un avion, le système de contrôle d'un drone et les exemples ne manquent pas, ce sont tous des systèmes embarquées. [1] [2]

Dans ce chapitre, nous allons commencer par définir les systèmes embarqués ensuite parler des critères impératifs que tout système doit avoir. Ensuite, nous présenterons les systèmes embarqués temps réel et les contraintes liées à eux. Pour finir, nous aborderons la notion de microcontrôleur et présenterons deux différents types.

1.2. Définition:

1.2.1. Définition littéraire:

a. Laplante:

« A software system that is completely encapsulated. »

b. Douglass:

« … the computational system exists inside a larger system to achieve its overall responsibility ».

Les systèmes embarqués (en anglais : embedded systems) sont composés d'une partie matériel (hardware) et d'une partie logicielle (software). Ils sont intégrés ou embarqués dans un produit.[3].

1.2.2. Définition technique:

Un système embarqué est un système électronique et informatique autonome ne possédant pas des entrées/sorties standards comme un clavier ou un écran d'ordinateur. Il est piloté dans la majorité des cas par un logiciel, qui est complètement intégré au système qu'il contrôle. Les systèmes embarquées utilisent généralement un microprocesseur et sont combinés généralement avec diverses technologies qui relèvent des domaines de la

Rapport-Gratuit.com

mécanique, de l'hydraulique, de la thermique, de l'électronique et des technologies de l'information. [1] [2]

La figure 1 montre les composants d'un système embarqué. En effet, il peut être décomposé en quatre entités en interaction : les capteurs, la partie opérative, le système de commande et de reconfiguration et les actionneurs. Les capteurs mesurent des grandeurs physiques continues caractéristiques de la partie opérative. Le système de commande et de reconfiguration établit en fonction de ces mesures les actions à réaliser. Les actionneurs agissent sur la partie opérative.[2]

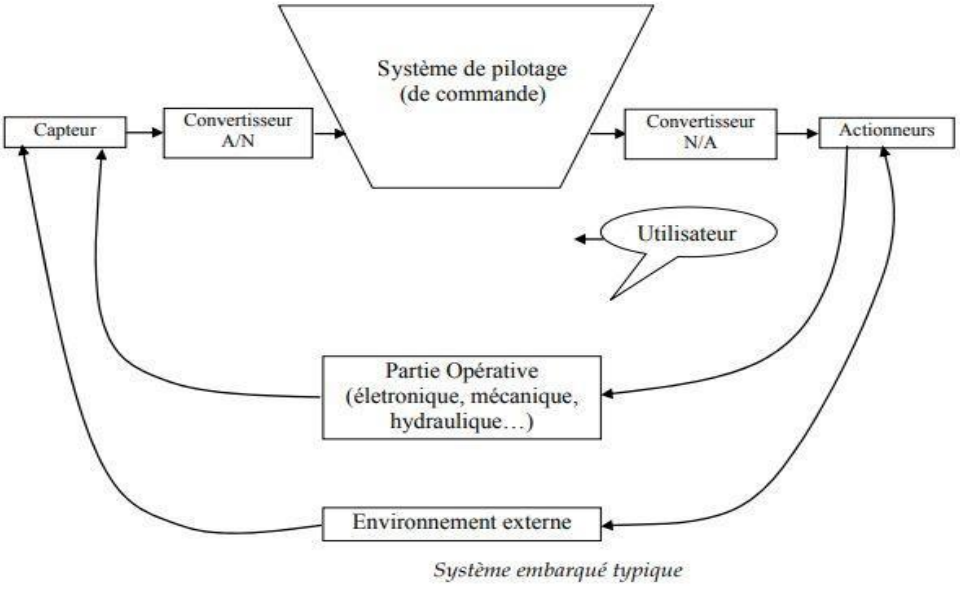

Figure 1: Composants d'un système embarqué typique

1.3.Historique:

L'évolution rapide des systèmes informatiques a généré le développement des systèmes embarqués, où ces derniers sont vite sortis du cadre des «machines de bureau» ou de «machine à calculer» dans lequel ils avaient initialement été développés, (Ordinateur = machine à traiter l'information).

- 1960 l'apparition de l'un des premiers exemples de système embarqué, il s'agit de l'ordinateur de bord des vaisseaux spatiaux du programme Apollo, qui a amené N. Armstrong sur la lune. Cet ordinateur contrôlait en temps réel les paramètres de vol et adaptait la trajectoire. Il fonctionnait en mode interactif.

- 1962 le premier système embarqué qui a été produit en série est vraisemblablement le D-17 d'Autonetics. Il servait de système de contrôle aux missiles nucléaires américains LGM-30 Minuteman.
- 1967 : Apollo Guidance Computer. Environ un millier de circuits intégrés identiques (portes NAND).
- 1960-1970 : Missile Minuteman, guidé par des circuits intégrés.
- 1971 : Intel produit le 4004, premier microprocesseur, à la demande de Busicom. Premier circuit générique, personnalisable par logiciel
- 1972 : lancement de l'Intel 8008, premier microprocesseur 8 bits (48 instructions, 800kHz).
- 1974 : lancement du 8080, premier microprocesseur largement diffusé. 8 bits, (64KB d'espace adressable, 2MHz - 3MHz).
- 1978 : création du Z80, processeur 8 bits.
- 1979 : création du MC68000, processeur 16/32 bits.
- Depuis, les systèmes se sont diversifiés, ils ont permis l'explosion du marché des «*consumer electronics*» où tout est (devenu) numérique (GSM, électroménager, MP3s, etc.). Ils sont également bien présents dans le domaine industriel pour contrôle de processus de production, etc.[2]

1.4.Exemples de systèmes embarqués:

- Dans le domaine grand public nous avons les smartphones, consoles de jeux, appareil photos, lecteur audio, ...
- Dans les moyens de transport comme les avions et les voitures nous avons les ordinateurs de bord , le système de freinage intelligent (ABS), le système de navigation (GPS), l'ordinateur de bord…
- Dans les équipements médicaux imagerie (rayon X, ultrasons, IRM), endoscopie, caméra, monitoring, perfusion, lasers, chirurgie, stimulateur cardiaque, … **[9]**

1.5.Les impératifs des systèmes embarqués:

- **La criticité:** Les systèmes embarqués sont souvent critiques et les systèmes critiques sont presque toujours embarqués. En effet, comme un tel système agit sur un environnement physique, les actions qu'il effectue sont irrémédiables. Le degré de criticité est fonction des conséquences des déviations par rapport à un comportement nominal, conséquences qui peuvent concerner la sûreté des

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

personnes et des biens, la sécurité, l'accomplissement des missions ou encore la rentabilité économique. [2]

- **La réactivité:** Ces systèmes doivent interagir avec leur environnement à une vitesse qui est imposée par ce dernier. Ceci induit donc des impératifs de temps de réponse. Un système embarqué et généralement un système temps réel. [2]
- **L'autonomie:** Les systèmes embarqués doivent en général être autonomes, c'est-à-dire remplir leur mission pendant de longues périodes sans intervention humaine. Cette autonomie est nécessaire lorsque l'intervention humaine est impossible, mais aussi lorsque la réaction humaine est trop lente ou insuffisamment fiable. [2]
- **La robustesse, sécurité et fiabilité**: L'environnement est souvent hostile pour des raisons physiques (chocs, variations de température, impact d'ions lourds dans les systèmes spatiaux, ...) ou humaines (malveillance). C'est pour cela que la sécurité (au sens de la résistance aux malveillances) et la fiabilité (au sens continuité de service) sont souvent rattachées à la problématique des systèmes embarqués.[2]

Au cours du développement d'un système embarqué, le concepteur doit choisir entre plusieurs solutions d'architectures matérielles et logicielles répondant à des critères de performances et de sûreté de fonctionnement exprimés dans les spécifications. Tout système n'est pas à l'abri d'erreur de conception est donc à l'abri de l'apparition de défaillance au cours de son cycle de vie. Le concepteur doit alors disposer de moyens pour éviter les fautes.[2]

Une fiabilité absolue n'est jamais garantie lors de la conception d'un système. Le concepteur introduit alors des mécanismes de tolérance aux fautes afin d'éviter que des erreurs ou des fautes entraînent une défaillance du système. La redondance est un moyen de tolérer des fautes. Un système redondant est composé d'un élément primaire, un élément redondant pouvant réaliser tout ou une partie des fonctions de l'élément primaire, un élément de détection et un dispositif de réaction à cette erreur. L'élément redondant doit assurer la fonction dédiée au système suite à une reconfiguration du système. Deux types de redondance peuvent être distingués [2] :

- **La redondance statique :** le nombre d'éléments redondés peut être important (redondance massive) et chacun d'entre eux participe à la réalisation de la fonction. Il s'agit notamment des dispositifs à vote majoritaire pour lesquels le

résultat final issu du vote résulte de la comparaison entre les différentes sorties des éléments redondés.

- **La redondance dynamique :** l'élément redondant ne participe à la fonction qu'après détection et réaction à l'erreur.

1.6. Système embarqué temps réel:

Un système temps réel doit toujours livrer des réponses correctes dans des délais prédéfinis. Le dépassement de ces délais se traduit par un dysfonctionnement du système. Par conséquent, dans un système temps réel, non seulement le résultat mais aussi l'instant auquel ce dernier est livré sont déterminants. Remarque : la définition n'aborde pas le délai en soi. Selon les types de spécification, ce dernier peut correspondre à quelques microsecondes, millisecondes voire secondes. Il est seulement important que le résultat soit fourni à la limite de temps définie ! [3]

1.6.1. Contraintes temps réel:

Dans les systèmes temps réel, on distingue souvent entre les contraintes temps réel mou et temps réel dur. [2]

a. Contraintes temps réel mou:

On parle de contrainte temps réel mou (souple) lorsque le système respecte souvent la spécification temporelle mais pas toujours. Dans ce cas le comportement temporel n'est pas toujours prévisible. Les conséquences de la non-conformité sont ennuyeuses mais pas graves. [2] Exemple : la diffusion d'un film sur un appareil portatif qui s'effectue de façon « saccadée ».

b. Contraintes temps réel dur:

On parle de contrainte temps réel dur lorsque le système respecte toujours les spécifications temporelles. Le système présente alors un comportement temporel déterministe. L'automation industrielle et les applications liées à la sécurité constituent les domaines typiques pour les systèmes temps réel dur (ex. airbag). [2]

6.2 Réalisation des contraintes temps réel:

Les conditions suivantes doivent être remplies afin de pouvoir respecter les temps de réponse requis :

1) Un design épuré et réfléchi qui prend en compte les exigences temps réel.
2) Des basses latences d'interruption. Cela nécessite que :

a) Les interruptions ne doivent être désactivées que très brièvement.
b) Les routines de service d'interruption doivent être aussi courtes que possible.

3) Un code compact et rapide. Cela affecte également le choix du langage de programmation.
4) Des tests approfondis qui tiennent compte de toutes les situations et conditions possibles. La capacité temps réel est très difficile à démontrer . [2]

1.7. Composants d'un système embarqué:

L'architecture d'un système embarqué est réalisée autour d'un microcontrôleur, qui comprends un microprocesseur et une mémoire, entrées/sorties simples configurables (GPIO), un contrôleur de bus , un contrôleur d'interruption , un contrôleur d'écran, port USB ou Ethernet…

Le tout dans un ensemble compact avec un bon rapport performance prix et consommation**[9].**

La figure 2 montre les composants d'un système embarqué

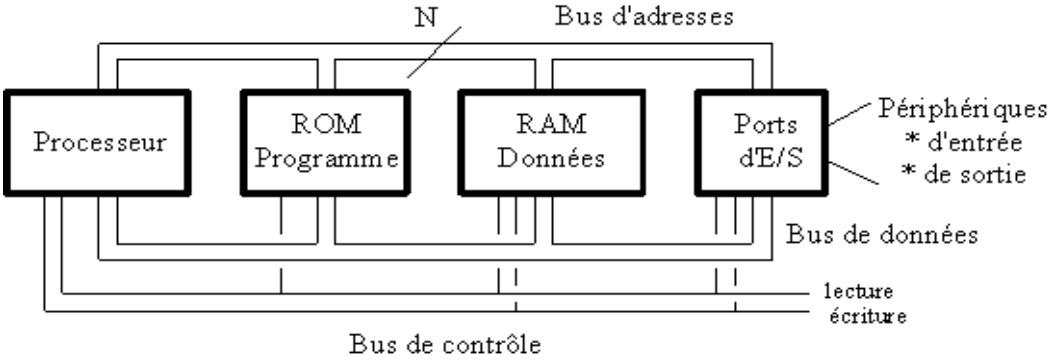

Figure 2 : Schéma d'un système embarqué

1.8. Le Microcontrôleur :

1.8.1. Définition:

Un microcontrôleur est un circuit intégré appelé aussi puce électronique, rassemblant un microprocesseur, une ROM, de la ram et des interfaces d'entrées/sorties. La figure 3 montre à quoi peut ressembler un microcontrôleur.

Figure 3: Microcontrôleur

Alors même si ces éléments peuvent faire penser à un PC, ça n'en est pas un ! [4]

- Le prix du microcontrôleur complet coûte entre 0.5 et 40€ contrairement à un pc qui fait 10 fois le prix.
- On ne peut pas brancher un écran ou un clavier ou une souris.
- La fréquence de son processeur est de quelques MHz contre plusieurs GHz sur plusieurs cœurs pour un pc.
- La consommation électrique et les dimension d'un microcontrôleur sont bien plus faibles.
- Nécessite Aucun système d'exploitation pour faire fonctionner un microcontrôleur, on lui charge un programme et celui-ci s'exécute seul.
- Le microcontrôleur sait fonctionner de manière autonome, ce qui en fait un support idéal pour tout ce qui est systèmes embarqués.

1.8.2. Arduino: Une sorte de microcontrôleur:

a. Origine du nom:

L'Arduino emprunte son nom au *Bar di Re Arduino* (en français « bar du roi Arduin ») dans lequel se réunissaient les concepteurs de la carte, à Ivrée en Italie du Nord **[8]**

b. Définition:

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre sur lequel se trouve un microcontrôleur. Les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre, cependant, certains composants de la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre. Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage…), le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple. **[8]**

c. Historique:

Le projet arduino est issu d'une équipe d'étudiants et d'enseignants de l'école de Design d'Interaction d'Ivrea (Italie), le problème majeur qui a poussé à créer l'arduino était le prix élevé et la complexité des outils nécessaires à la création de projets d'interactivité ceci ralentissait la mise en œuvre concrète de leur apprentissage.

Leur préoccupation se concentra alors sur la réalisation d'un matériel moins cher et plus facile à utiliser.

En 2003, Hernando Barragan, avait entrepris le développement d'une carte électronique appelée Wiring, accompagnée d'un environnement de programmation open

source. Basée sur un langage de programmation facile d'accès et adaptée aux développements de projets de designers, la carte Wiring a donc inspiré le projet Arduino (2005). **[10]**

d. La carte Arduino UNO, la carte phare d'Arduino :

L'arduino UNO possède:

- Un microcontrôleur ATmega328
- Tension de fonctionnement 5V
- Tension d'entrée (recommandé) 7-12V
- Tension d'entrée (limites) 6-20V
- Broches d'E / S numériques 14 (dont 6 fournissent une sortie PWM)
- Broches d'entrée analogiques 6
- Courant CC par broche I / O 40 mA
- Courant CC pour 3,3 Go Pin 50 mA
- Mémoire Flash 32 Ko (ATmega328) dont 0,5 Ko utilisé par bootloader
- SRAM 2 Ko (ATmega328)
- EEPROM 1 Ko (ATmega328)
- Horloge Vitesse 16 MHz

La figure 4 ci-dessous représente une carte Arduino UNO avec ses composants.

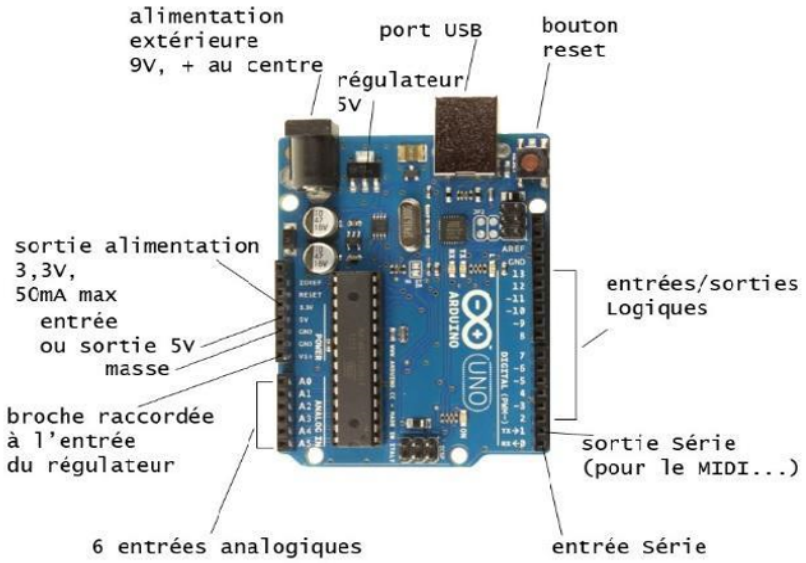

Figure 4: Carte Arduino UNO

e. La carte Arduino Wemos D1 :

La carte arduino wemos, une petite carte basée sur le module ESP8266 qui est un microcontrôleur avec une connexion Wifi (802.11b/g/n). **[18]** Le tableau I.1 montre les différents caractéristiques de la Wemos D1. **[18]**

Tableau 1: Les caractéristiques de la Wemos D1

Micro-contrôleur	ESP-8266EX
WiFi	802.11 b/g/n
Tension de fonctionnement	3.3V
Digital I/O Pins	11
Entrée analogique	1 (3.2V max.)
Fréquence	80MHz/160MHz
Flash	4M bytes
Longueur	34.2mm
Largeur	25.6mm
Poids	10g
Port USB	micro USB
Puissance Max.	5V via le port USB ou le Pin 5V sur la carte
Reset	Un bouton de Reset qui ré-initialise 5V, 3.3V et GND

La figure 5 représente la carte Arduino Wemos D1. **[17]**

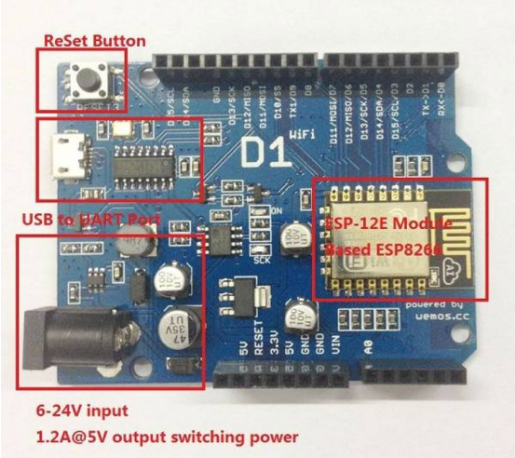

Figure 5: La carte Arduino Wemos D1

1.9. Raspberry Pi :

1.9.1. Définition :

a. *Littéraire :*

Raspberry est un mot anglais qui signifie *framboise.* **[19]**

b. *Technique*

Le Raspberry Pi est un ordinateur dont les particularités sont la très petite taille (la taille d'un paquet de cigarette), il a été créé par l'anglais David Braben, dans le cadre de sa fondation Raspberry Pi, dans le but d'encourager l'apprentissage de la programmation informatique. **[19]**

1.9.2. Les composant de Raspberry :

Il s'agit d'une carte mère seule avec un processeur ARM, de petite taille, il existe actuellement deux modèles : le modèle A (février 2012) et le modèle B (octobre 2012),

- Taille : 85.60 mm × 53.98 mm ;
- Poids : 45 g ;
- Processeur : 700 MHz ARM1176JZF-S core (ARM11) ;
- Système sur puce (Soc) : Broadcom BCM2835 ;
- Processeur graphique (GPU) : décodeur Broadcom VideoCore IV, API logicielle vidéo OpenGL ES 2.0, MPEG-2 et VC-1, décodage vidéo 1080p30 h.264/MPEG-4 AVC ;
- Mémoire (SDRAM) : 256 Mo *[Modèle A]* ou 512 Mo *[Modèle B]]* partagée avec le processeur graphique ;
- Ports USB 2.0 : 1 *[Modèle A]* ou 2 *[Modèle B]]* ;
- Sortie vidéo : RCA Composite (PAL et NTSC) et HDMI (rev 1.3 & 1.4)
- Sortie audio : 3.5 mm jack, HDMI
- Unité de lecture-écriture de carte mémoire : SDHC / MMC / SDIO ;
- Réseau : 1 port réseau Fast Ethernet (10/100 Mbits/s) sur le *[Modèle B]]* uniquement ;
- Périphériques bas niveau : 8 × GPIO, UART, bus I²C, bus SPI ;
- Besoin en alimentation : 5 volt via MicroUSB ou GPIO ; 300 mA (1.5 W) *[Modèle A]* ou 700 mA (3.5 W) *[Modèle B]*. **[19]**

1.9.3. Système d'exploitation de Raspberry :

La fondation Raspberry Pi recommande d'utiliser Raspbian, une distribution GNU/Linux optimisée pour le matériel du Raspberry Pi. Raspbian est basée sur Debian, embarquant l'environnement de bureau LXDE et le navigateur web Midori.

D'autre distributions GNU/Linux ont été testées avec succès avec le Raspberry Pi. C'est le cas de Slackware, Arch et Gentoo dans leur version destinée au processeurs ARM. Red Hat recommande d'utiliser Raspberry Pi Fedora Remix et les debianeux s'orienteront vers Raspbian.

Android fonctionne également sur le Raspberry Pi, tout comme FreeBSD et NetBSD. **[19]**

1.9.4. Ce qu'on peut faire avec:

Même si à la base le Raspberry Pi est un gadget, il a suffisamment de capacités (512 Mo de mémoire, circuit graphique BMC Videocore 4), les ports d'entrées/sorties nous permettent une diversité d'utilisation par exemple : en utilisant la prise USB, on peut connecter de nombreux périphériques : disques durs externes, lecteur Blue-ray, clef wifi, webcam, imprimante... ; les ports série peuvent permettre l'interfaçage avec d'autres circuits électroniques (robots...) ; Le port ethernet nous permet de l'utiliser comme serveur, pare-feu... ; Le raspberry a même été transformé en Super Nitendo, en alarme, émetteur radio FM, en liseur vocal de texte ou carrément en mini-hélicoptère. **[19]** La figure 6 montre l'architecture de Raspberry modèle B

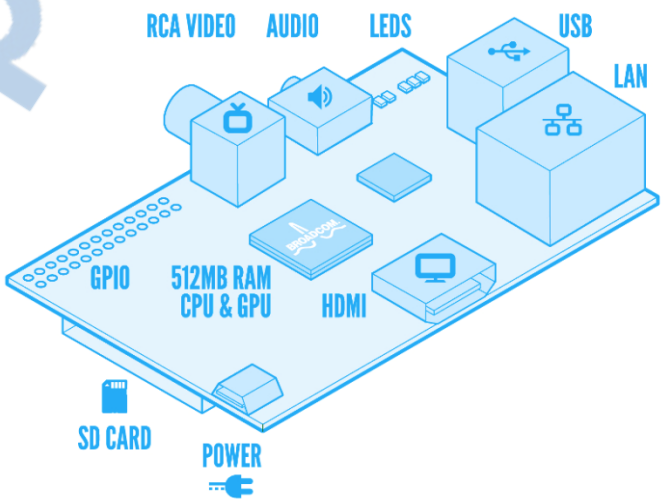

Figure 6: Architecture du Raspberry modèle B

Rapport-Gratuit.com

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une brève introduction qui nous a permis de faire un tour d'horizon sur les techniques disponibles pour l'utilisation des microcontrôleur dans les systèmes embarqués.

Les systèmes embarqués sont utilisés dans plusieurs domaines, nous avons choisi de présenter la domotique comme domaine d'application principal.

CHAPITRE II : La domotique

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

II. Chapitre II : La domotique

2.1.Introduction:

La domotique regroupe les technologies de l'informatique et l'électronique et des télécommunications pour améliorer le confort, la gestion d'énergie et la sécurité d'une maison ou d'un endroit public, la domotique permet par exemple d'optimiser l'utilisation des lumières et des équipements pour réduire la consommation de l'énergie.[11]

2.2.Définition :

2.2.1. Définition littéraire :

Du latin domus, maison et informatique. [12]

2.2.2. Définition technique :

C'est l'ensemble des techniques visant à intégrer à l'habitat tous les automatismes en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc. [12]

De cette définition, on tire les trois objectifs principaux de la domotique qui sont :

- **La sécurité :** protection des occupants et des biens de la maison.
- **Le confort :** faciliter l'accès pour les personnes âgées et les personnes à mobilité réduite et s'assurer que tout soit à portée de mains dans le but d'une meilleure vie quotidienne pour tout le monde.
- **L'économie :** la bonne gestion d'énergie de notre maison intelligente respecte l'environnement et réduit nos factures.

2.3.Historique :

La domotique ou la smart home n'est pas un nouveau concept mais vue qu'aucune date ne signe l'acte de naissance de la domotique, donc il nous faut bien trouver un moyen de démarrer l'histoire relatée et ça commence en 1400 A.J.C ou les égyptiens ont mis au point l'arrosage automatique, en adoptant un système de bascule pour alimenter en eau les terres surplombant le Nil, parce que l'arrosage représente bien une partie de la domotique [13].

Eugène Polley nous fais rentrer dans la maison et invente la première télécommande sans fil pour contrôler le téléviseur en 1955 La Flash-matic, dans le début de ce siècle, il y a eu l'apparition de l'électroménager aspirateur, machine à laver, lave vaisselles et les réfrigérateurs, alors que l'électronique n'était pas encore vraiment accessible jusqu'à 1971 avec l'apparition des microprocesseurs et les microcontrôleurs, les premiers développements de la domotique actuels sont apparus après la miniaturisation des systèmes électroniques et informatiques [14].

Nous allons maintenant attendre jusqu'au 15eme siècle, c'est en 1486 que Léonard de Vinci qui apporte sa contribution aux portes automatiques que nous connaissons aujourd'hui. Il inventa un système de portes automatisées, fonctionnant à l'aide de contrepoids.

Ces portes automatiques vont par la suite et grâce à Jean-Eugène Robert-Houdin se transforme en portail électrique qui s'ouvre automatiquement dès qu'on y sonne.

Avec l'apparition des objets connectés (Internet Of Things), la domotique a pris son envol où des choses inimaginables il y a quelques années sont devenues possibles: toute la maison est connectée avec une simple box et est connectée avec internet ce qui a permis de contrôler la maison à distance.

2.4.Pourquoi domotiser sa maison :

La maison: on y est très attachés car elle nous procure confort et sécurité et pour la plupart d'entre nous elle représente l'essentiel de notre patrimoine. Depuis toujours les progrès de la technologie ont permis progressivement d'améliorer le confort et la sécurité de son logement et aujourd'hui il devient banal d'avoir du chauffage avec thermostat programmable, des volets motorisés, des lumières qui s'allument avec un détecteur de mouvement, un système d'alarme.

Plus récemment les détecteurs de fumée ont été rendus obligatoires pour certains pays, en attendant sans doute des détecteurs de Co2 ou d'inondation. Tous ces systèmes plus ou moins automatisés fonctionnent indépendamment avec leurs boîtiers de contrôle et leurs multiples télécommandes. De plus, ils ne sont réglables qu'en « local » c'est-à-dire qu'il faut être chez soi pour les actionner ou modifier des réglages. Maintenant avec les nouvelles technologies (internet et smartphone) on peut envisager de nouvelles fonctionnalités inimaginables il y a encore quelques années.

Vous avez tous constaté comment l'internet et les nouveaux téléphones ont modifié profondément nos habitudes de communication. Que l'on soit au travail, en vacances, ou à l'autre bout du monde, on trouve normal de pouvoir communiquer instantanément avec ses proches, les appeler, leur écrire et envoyer des informations. Partant de ce constat il semble donc naturel de pouvoir également communiquer simplement avec sa maison et savoir ce qui s'y passe à tout instant avec son téléphone portable, sa tablette ou un ordinateur, où que l'on soit, et pouvoir intervenir rapidement et efficacement en cas d'anomalie.

Cette possibilité de voir et savoir ce qui se passe à la maison devient bien utile quand elle permet de limiter le besoin de faire appel à des services pour surveiller les enfants à leur retour d'école ou quand on envisage une sortie le soir. Elle devient également précieuse quand elle permet de faciliter le quotidien à nos aînés et de s'assurer que tout se passe bien chez eux.

2.5. Avantages de la domotique :

2.5.1. Économie d'énergie :

L'intérêt principal de la domotique c'est avant tout les économies d'énergie. Dans une maison, le simple fait d'ajouter des automatismes liés à la régulation de chauffage ou à l'optimisation des apports d'énergie naturelle peut vous faire économiser de l'énergie.

2.5.2. Suivi des énergies :

a. Accès à distance

Quand on parle aux gens de domotique, la plupart du temps la première idée qui leur vient à l'esprit c'est de pouvoir tout commander à distance. Et c'est vrai que c'est l'un des intérêts d'un système domotique. Relancer le chauffage avant de rentrer à la maison, recevoir des notifications par SMS ou e-mail, et visualiser l'état de la maison sans y être physiquement présent.

b. Centralisation des commandes

L'appui sur un seul bouton quand vous partez pour fermer tous les volets, éteindre les lumières et baisser la consigne de chauffage. Pas besoin de faire le tour de la maison pour voir si vous n'avez rien oublié. Pratique non ? Et ce n'est qu'un exemple parmi d'autres. De la même manière, une seule application sur votre tablette pour gérer l'ensemble de l'installation : chauffage, éclairage, diffusion sonore et vidéo, consommation énergétique, etc…

c. Évolutivité de l'installation

Contrairement à une installation électrique traditionnelle, une installation domotique n'est pas figée. Par reprogrammation la ou les fonctions associées à un interrupteur peuvent être simplement changées. Sans même nécessiter d'intervention sur site. L'ajout d'un capteur ou d'un interrupteur se fait simplement et sans travaux coûteux.

d. Sécurité

La domotique vous permet de sécuriser encore plus votre habitation : alarme, contrôle d'accès, vidéosurveillance. Combine intelligemment avec le reste de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

l'installation, votre maison est encore plus sûre. Vous pouvez sécuriser encore plus l'ensemble en ajoutant des alarmes techniques pour être averti en cas de: fuites d'eau, fuite de gaz, surconsommation inhabituelle, etc…

e. Aide à l'autonomie

La domotique pour les personnes à mobilité réduite se révèle indispensable. Grâce aux fonctions d'automatismes, d'alertes en cas de chute, les personnes âgées et handicapées sont assistées au quotidien et sont plus autonomes. En même temps leurs proches sont rassurés car au moindre problème ils sont avertis et peuvent agir en conséquence.

f. La domotique : bientôt un standard

Étant donné le développement du marché de la domotique, de l'internet des objets (objets connectés), le fait d'avoir une habitation connectée va devenir dans les années à venir un standard. On ne réfléchira même plus au fait de savoir s'il faut oui ou non s'équiper. Ce sera installé directement dans toute nouvelle construction au même titre qu'une installation électrique traditionnelle à l'heure actuelle. [15]

2.6.Comment ça marche :

Le fonctionnement est similaire à celui d'un système d'alarme, d'ailleurs on peut considérer qu'un système d'alarme est de la domotique dont les fonctionnalités sont limitées à l'application alarme.

Une installation domotique est composée de :

- **Unité de contrôle** (l'équivalent de la centrale d'alarme) appelée box domotique ou contrôleur domotique, connectée à la box internet (câble ou wifi)
- **Equipements dits émetteurs** qui transmettent des informations à l'unité de contrôle : détecteurs, télécommandes, caméras…
- **Equipements dits récepteurs** qui reçoivent des informations de l'unité de contrôle : moteurs de volets roulants, prises télécommandées

L'unité de contrôle est le cerveau de l'installation qui gère les flux d'informations entre émetteurs et récepteurs et qui assure la communication avec l'utilisateur.

La figure 7 représente les étapes de communications dans une maison intelligente. On commence par les interfaces de communications (tablettes, smartphones,…) qui grâce à internet ou directement au réseau wifi de la box internet (modem wifi), se connecte à la box, gère tous les actionneurs et reçoit les informations des capteurs.

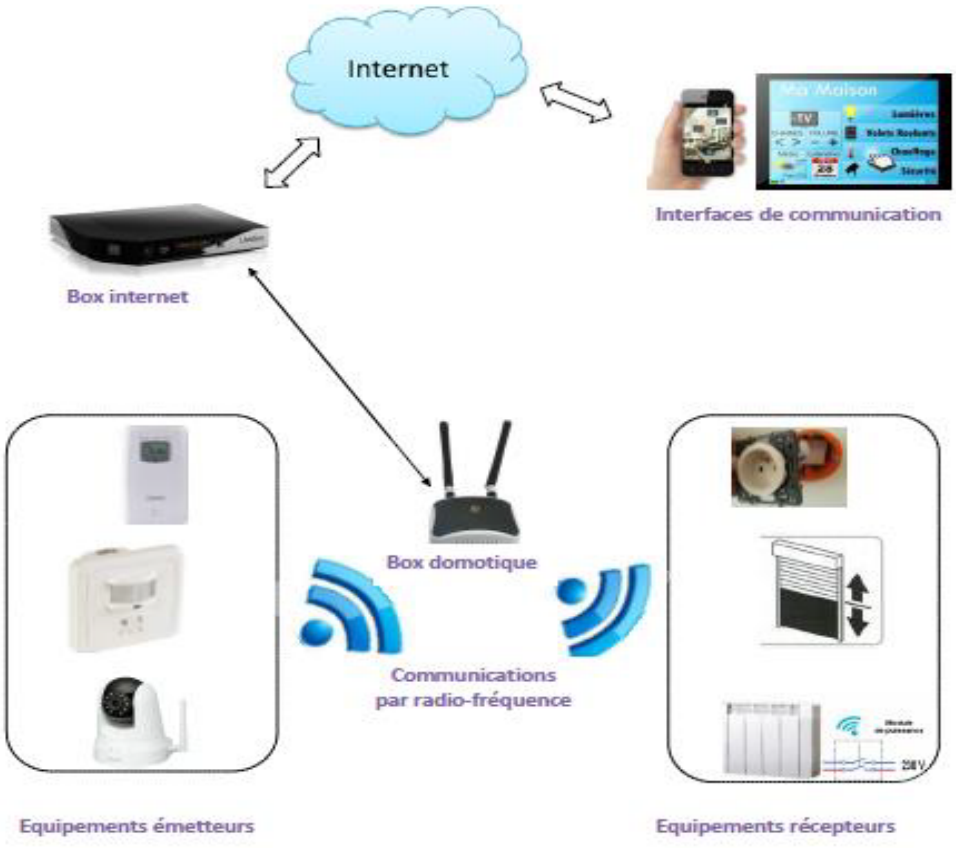

Figure 7 représentation des étapes de communications

2.7.Les modes de transmissions :

Pour communiquer entre les éléments de la domotique, on vas trouver trois différents modes :

a. ***La communication filaire :*** qui consiste à câbler contrôleurs, capteurs, actionneurs.[20]

b. ***La communication radio :*** qui consiste à communiquer sans fil (différentes fréquences sont possibles). [20]

c. ***La communication par courant porteur :*** qui envoie ses ordres sur le réseau électrique. Les informations sont envoyées sur l'alimentation secteur de la maison, du bâtiment. [20]

A chacun de ces modes, on vas trouver des avantages et des inconvénients. Par exemple câbler une maison, c'est ce qu'il y a de mieux parce que ont évité les ondes ou le rayonnement, mais ce n'est pas envisageable selon le type de rénovation, c'est pour cela que d'autre technologies radio et courant porteur on fait leurs apparitions. [20]

2.8.Les protocole de transmission :

Le protocole domotique est le moyen de communication utilisé entre les périphériques et la centrale. Même si nous privilégions ici les périphériques sans fil, plus simples à installer, tous ne parlent pas le même langage. Z-wave, Zigbee, RTS, ARW, EnOcean, etc… tous ces protocoles sont des langages différents, qui ne savent pas ou peu communiquer ensemble.[21]

2.8.1. Protocoles de communication filaire

a. Konnex (KNX) :

Désigne une technologie de bus normalisée issue de trois technologies de bus existantes : EIB (Européen Installation Bus, appelé également Instabus), BatiBUS et EHS (European Home System). La technologie Konnex permet à des produits de différents constructeurs de communiquer entre eux (Interworking). Une installation domotique KNX est composée de capteurs et d'actionneurs reliés à un bus de donnée leur permettant de communiquer entre eux. Les capteurs permettent de commander l'installation, ce sont les donneurs d'ordre, comme par exemple, les interrupteurs, les détecteurs ou les mesures. Ces capteurs sont uniquement reliés au bus KNX, et peuvent être alimentés via le bus. Les actionneurs sont les éléments qui reçoivent les ordres et sont commandés par l'installation domotique, c'est par exemple, l'éclairage, le système de chauffage ou les volets. Les actionneurs sont connectés d'une part au bus KNX afin de recevoir les ordres de commande et d'autre part à une alimentation 230V pour alimenter le circuit de puissance. [22]

La liaison entre les capteurs et les actionneurs se fait de manière virtuelle, via les adresses attribuées aux différents modules de l'installation .[22]

b. Le Protocol IPX800 :

Il s'agit d'une carte électronique dotée d'un serveur Ethernet permettant de piloter depuis Internet des entrées digitales, analogiques et des sorties relais sur contact inverseur pour éteindre ou allumer des appareils électriques, lumières, chauffage, arrosage, volet roulant, portail automatique, etc… avec un smartphone, pc ou directement depuis Internet. Il s'agit d'une sorte de télérupteur avancé. [23]

2.8.2. Protocoles de communication sans fil :

a. Le WiFi :

Le WiFi avait à l'origine pour but de supprimer les câbles Ethernet, et de faire entrer ainsi plus facilement le réseau informatique dans les foyers. C'était au début des années

2000. Le WiFi a ensuite dérivé pour connecter ensemble tous les éléments multimédia de la maison avec l'univers informatique : chaînes HiFi, TV connectée, lecteur DVD/Blu-ray, smartphone, tablette, etc. On le retrouve maintenant dans des objets intelligents qui permettent de « domotiser » sa maison sur une bande de fréquence de 2.4 GHZ. [27]

b. Protocole radio 433 MHZ :

C'est un protocole de communication radio qui fonctionne dans la bande de fréquence ISM (industriel, scientifique et médical), il est utilisé en domotique pour assurer une liaison par onde radio à une fréquence de 433MHZ entre la box domotique et les autres périphériques (capteurs, actionneurs). Il s'agit d'une alternative très économique et fiable. Le gros avantage de cette bande de fréquences est qu'elle est libre (en termes d'autorisation d'exploitation). [24]

c. Protocole ZigBee :

ZigBee désigne une technologie pour la communication sans fil robuste de type WPAN (Wireless Personal Areal Network) utilisée spécialement en domotique. Ses caractéristiques en font une technologie à part qui vient compléter et non pas remplacer les offres des standards de communication bien connus tels que le WLAN (Wireless Local Area Network) WiFi et le WPAN Bluetooth. [26]. Il garantit une grande qualité de service, par l'emploi de mécanismes de récépissés et de codes de détection d'erreurs, par la modulation utilisée (étalement de spectre), et par la capacité de changer de fréquence s'il y a détection d'interférences nuisant aux communications. Le réseau ZigBee utilise la norme IEEE 802-15.4 pour les réseaux sans fil. [26]

d. Le Protocole Z-wave :

La portée du signal radio Z-Wave est d'environ 50 m (davantage en extérieur, moins en intérieur). Cependant, la technologie Z-Wave crée d'office et de manière dynamique un réseau maillé entre les divers appareils Z-Wave qui y sont associés et qui deviennent ainsi chacun un répéteur afin d'augmenter la portée et la fiabilité des signaux et de connecter au réseau ZWave des appareils qui ne sont pas directement à portée les uns des autres. Chaque réseau Z-Wave a son propre identifiant (Home ID), ce qui permet à plusieurs réseaux Z-Wave de fonctionner dans un même endroit sans interférer les uns avec les autres[25].

2.8.3. La domotique à courant porteur :

Le CPL abrégé du ''courant porteur en ligne'' est aussi connue sous l'acronyme de X10, qui est un protocole de communication et de contrôle de plusieurs appareils

domotiques, il est utilisé dans la domotique pour créer un réseau local à haute vitesse. L'intérêt de cette technologie porte sur l'utilisation d'un réseau flaire structuré déjà existant et parfaitement distribué dans toute la maison ou le bâtiment : le réseau électrique et ses points d'accès constitués par les prises électriques. [25]

Le principe des CPL consiste à superposer au courant électrique alternatif de 50 ou 60 Hz un signal à plus haute fréquence et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé à distance. On classe traditionnellement les CPL en deux catégories en fonction du débit offert. Les CPL à haut débit utilisent des modulations multi-porteuses dans la bande 1,6 à 30 MHz (bande HF allant de 3 à 30 MHz). Les CPL à bas débit utilisent des techniques de modulations assez simples, par exemple quelques porteuses (mais une seule à la fois) en modulation de fréquence. Les bandes des fréquences utilisées sont comprises entre 9 et 150 kHz en Europe et entre 150 et 450 kHz aux États-Unis. [25]

2.9. Système de Contrôle Domotique

Le système de contrôle domotique est la partie software, l'acquisition des données, les commandes et les évènements. Pour avoir un accès facile et interagir avec la maison depuis n'importe quels équipements (smartphone, ordinateur, tablette, …).[26]

Un serveur est un ordinateur comme le vôtre ou le mien, car il contient au moins un processeur, de la mémoire, une alimentation, … ; et doté d'une interface homme a fin de contrôler sa maison.[26]

2.10. La domotique actuelle :

2.10.1. Hardware :

Les transmissions entre la box et les équipements émetteurs et récepteurs sont actuellement toutes sans fil offrant l'avantage de simplifier la mise en place en évitant des câblages coûteux, et inesthétiques dans l'ancien.

La réglementation a défini des standards de radio fréquence :

- 433 MHz
- 868 MHz
- 2,4 GHz (incluant le wifi)

Ces gammes de radio fréquence autorisent des distances de transmission de quelques dizaines de mètres ce qui est généralement suffisant pour une habitation particulière.

La communication entre la box et l'utilisateur se fait via le réseau informatique domestique et internet autorisant ainsi une accessibilité totale sans frontière.

Rapport-Gratuit.com

La box s'apparente à un ordinateur connecté à internet avec laquelle on communique avec un PC, une tablette, ou son smartphone. [27]

2.10.2. Software :

Il existe dans le marché plusieurs serveurs domotique, Nous avons choisi de présenter brièvement ceux détiennent le marché et qui sont open source comme Jeedom et Domotiz .

a. Jeedom :

Jeedom est un serveur domotique, c'est la référence francophone en la matière. Jeedom propose deux versions, la première est open source et gratuite et une autre version pro. Il peut s'installer sur n'importe quel système Linux. Il est basé sur un coeur avec de multiples fonctionnalités : gestion de scénarios simple et avancée, interaction avec l'installation domotique de manière textuelle et sonore, visualisation d'historique et génération de courbes et graphiques, mise en relation de tous les équipements et objets connectés, personnalisation de l'interface...

L'application mobile Jeedom (compatible IOS/Android) permet le pilotage de votre système domotique Jeedom, que ce soit en Wifi local, ou sur le réseau 3G/4G de votre opérateur. L'application se connecte automatiquement à votre Jeedom par l'intermédiaire d'un QRcode, aucune configuration n'est nécessaire. Vous retrouverez sur votre mobile les fonctionnalités de votre Jeedom. (scénarios, objets connectés et domotique, plugins). Vous pourrez aussi personnaliser votre application avec des raccourcis et plus encore...[28]

Figure 8: Logo de JEEDOM

b. Domoticz :

La première version a été lancé en décembre 2012, et comme mentionné, Domoticz est un système gratuit et open source qui est conçu pour fonctionner dans différents systèmes d'exploitation. L'interface utilisateur est un éditeur web HTML5 évolutif et est automatiquement adapté pour les ordinateurs de bureau et les appareils mobiles. Il peut être utilisé sur Raspberry Pi, Windows, Linux, Mac OS X et sur d'autres périphériques intégrés.

Figure 9: Logo Domoticz

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la technologie domotique qui est basée sur la mise en réseau des différents appareils électriques de la maison, contrôlés par une unité de programmable centralisée, qui gère ces commandes à l'aide de modules embarqués ou bien une interface micro-informatique (écran tactile, serveur, etc.).

La maison connectée est désormais une réalité. Sécurité, économies d'énergie et confort forment les principaux atouts de la domotique actuelle.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter notre petite maison intelligente fabriquée à l'aide de micro contrôleurs tels que "Arduino" qui a rendu l'électronique et le prototypage rapide accessibles pour de nombreux geeks .

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre III : conception et réalisation d'une maison intelligente

III. Chapitre III : conception et réalisation d'une maison Intelligente

3.1. Introduction :

Le chapitre antécédent nous a permis de donner une vue globale sur le concept de la domotique. Dans ce chapitre, nous allons parler de la partie software, ainsi que la partie hardware de notre projet, l'acquisition des données, les commandes et les évènements.

Pour avoir un accès facile et interagir avec la maison depuis n'importe quels équipements (smartphone, ordinateur, tablette, …), on a développé une application web qui communique avec un serveur web qui est appelé dans ce domaine « serveur domotique » afin de contrôler la maison même hors réseau interne; ainsi qu'une application Android qui supporte la commande vocale.

3.2. Conception et réalisation de la maison intelligente :

3.2.1. Outils utilisé :

a. Hardware (Matériel utilisé) :

- **LED standard :**

  Tension d'alimentation entre 1,85 V et 2,5 V.

On a utilisé **cinq LED**, dont trois LEDs blanche pour simuler la lumière de chambre des parents, salle de bain et garage, une LED verte pour visualiser l'activation de détecteur de gaz et une LED rouge afin de signaler la présence d'un gaz toxique.

Figure 10 : LED

- **LED RGB :**

  Tension d'alimentation entre 1,85 V et 2,5 V.

Le déploiement de la LED RGB pour simuler le climatiseur, elle s'allume en rouge dans le cas où le climatiseur réchauffe, et en bleu dans le cas où il est un refroidisseur.

Figure 11 : LED RGB

- **Résistance :**

Les carte WEMOS donne un courant de 5V, l'utilisation des résistances nous a permis de réduire le courant a moins de 2,5V pour ne pas endommager les LEDs.

Figure 12 : Résistance

- **NPN transistor pn2222 :**

Le NPN Transistor pn222 nous a permis de bloquer le retour de courant pour les deux ventilateurs et d'alimenter le relais utilisé pour la pompe à eau qui nécessite un courant plus de 5V.

Figure 13 : NPN Transistor PN2222

- **Bouton poussoir :**

On a mis les boutons poussoirs pour rendre notre système manuel également, **deux boutons** pour allumer et éteindre la lumière de la chambre de parents, **deux autres** pour ouvrir et fermer la fenêtre du salon.

Figure 14 :Bouton poussoir

- **Buzzer passif:**

Tension : 3 à 16 V.

Consommation : 7 mA.

Fréquence : 4 000 Hz.

Le buzzer joue le rôle de l'alarme dans la présence de gaz toxique.

Figure 15 : Buzzer passif

- **LCD 1602 :**

  Tension d'alimentation 5.0V

  Dimensions du module de 85mm x 36mm x 10.2mm (Lx l x h)

  Zone de visualisation de 66mm x 16.2mm (Lx l)

  2 lignes de 16 caractères

  Affichage réfléchissant

  Gamme de température d'utilisation de -20°C à 70°C

Nous avons utilisé **un écran LCD** pour afficher la température et l'humidité de la chambre des parents.

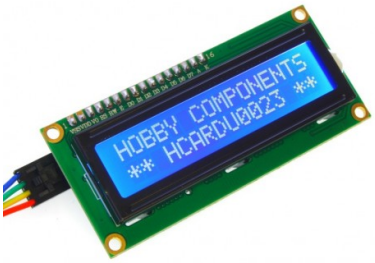

Figure 16 : LCD 1602

- **I2C :**

  Alimentation: 5V

  Interface I2C (adresse 0x27)

  Caractères blancs sur fond bleu

  Contraste ajustable via potentiomètre

  Dimensions: 98 x 60 x 20 mm

Le module I2C nous a permis de brancher notre écran LCD avec la carte WEMOS juste avec 4 pins au lieu de 16 pins .

Figure 17 : I2C

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- **Relais :**
  Alimentation : 5V continu ;
  Tension de charge 250V AC 10A, 30V DC 10A

On a utilisé **deux relais**, un pour contrôler notre prise 220V, et l'autre pour contrôler la pompe à eau.

Figure 18 : Relais

- **Ventilateur :**
  Alimentation: 12V
  Vitesse de rotation maximale : 1500 tr/min
  Flux d'air : 87 m³/h
  Débit maximum : 51,4 cfm
  Niveau de son (vitesse rapide) : 19,2 dB
  Consommation électrique : 1,08 W
  Intensité (max.) : 0,09 A

La mise en place des deux ventilateurs, un pour simuler le climatiseur de la chambre des parents, et l'autre pour l'aération de la salle de bain.

Figure 19 : Ventilateur

- **Pompe à eau :**
  Alimentation: 12V
  Température max. du liquide: 54°C
  Débit : 13L/min

La pompe à eau a été utilisé pour arroser notre jardin.

Figure 20 : Pompe à eau

- **Cerveau moteur SG 90 :**

  Dimensions : 22 x 11.5 x 27 m.

  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°

Deux cerveaux moteurs ont été utilisé, un pour le contrôle de la porte du garage, et la seconde pour contrôler la fenêtre du salon.

Figure 21 : Cerveau moteur SG 90

- **Wemos :**
  - **D1 :**

    Basé sur ESP-8266EX

    11 x I / O Broches

    1 x ADC broche (gamme d'entrée de 0-3.3V)

    La radio OTA de soutien téléverse

    À bord 5V 1A le fait d'Échanger l'Alimentation électrique (la plus haute tension d'entrée 24V)

On a utilisé **une seule carte WEMOS D1.**

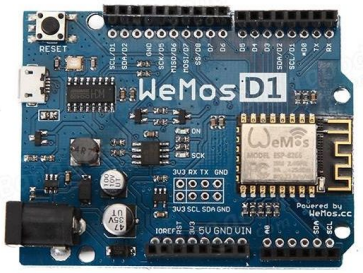

Figure 22 : Carte Wemos D1

– **D1 mini :**

Basé sur ESP8266-EX 80MHz/160 MHz

Mémoire flash 4 MBytes

11 entrées/sorties digitales

1 entrée analogique (3.3V)

Convertisseur USB/série.

version V3.0.0

Trois cartes WEMOS D1 mini ont été mises en place pour connecter les différents capteurs et actionneurs.

Figure 23 : Carte Wemos D1 mini

- **Capteurs** :
  – **Détecteur infra-rouge de mouvement : HC-SR501 :**

  Tension de fonctionnement : 5V à 20V continu (DC)

  Consommation statique de 65 micro Ampères

  Niveaux de sortie : High 3.3 V, Low 0 V

  Temps de délai ajustable de 0.3 secondes à 18 secondes

  Temps mort 0.2 secondes

  Portée de détection : angle de moins de 120°, 7 mètres

  Température de fonctionnement de -15°C à +70 °C

Un capteur de mouvement a été mis en place pour détecter la présence dans le salle de bain.

Figure 24 : Détecteur infra-rouge de mouvement HC-SR501

– **Capteurs de température et l'humidité DHT-11 :**

Alimentation: 3 à 5 V

Consommation maxi: 2,5 mA

Plage de mesure:

- *température: 0 à +50 °C*
- *humidité: 20 à 100 % HR*

Précision:

- *température: ± 2 °C*
- *humidité: ± 5 % HR*

Un seul détecteur de température a été déployé pour détecter la température et l'humidité, afin d'actionner la simulation du climatiseur.

Figure 25 : Capteurs de température et l'humidité DHT-11

– **Capteur de luminosité Phototransistor :**

Résistance à la lumière: ~ 1k Ohm

Résistance d'obscurité: ~ 10k Ohm

Tension Max: 150V

Puissance maxi: 100mW

Un seul capteur de luminosité a été utilisé pour détecter la lumière, et nous aide par la suite à allumer la lumière ou le contraire dans le salle de bain.

Rapport-Gratuit.com

Figure 26 : Capteur de luminosité Phototransistor

– **Capteur de Gaz MQ-135 LM393 :**

Alimentation DC 5 V

double signal sortie (sortie analogique, et une sortie de niveau TTL)

avec haute sensibilité et une bonne sélectivité pour Sulfure, benzène

Ministère de vapeur, fumée et d'autres gaz nocifs

Un seul Capteur de gaz dans la cuisine qui nous à aidé à bien sécuriser notre cuisine des gaz toxiques.

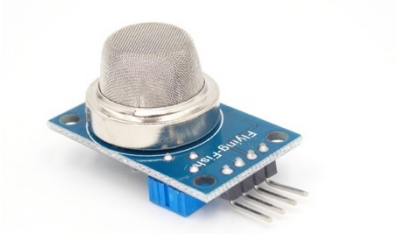

Figure 27 : Capteur de Gaz MQ-135 LM393

– **Capteur d'humidité du sol :**

La sensibilité de ce module est ajustable via un potentiomètre numérique

Alimentation: 3,3V-5V

Module avec 2 sorties: Une analogique et une numérique. La sortie numérique est plus précise

Indicateur de tension (LED rouge) et Indicateur de sortie numérique (LED verte).

Le capteur de l'humidité du sol nous donne le taux d'humidité de notre jardin, afin de donner l'ordre à la pompe à eau pour arroser.

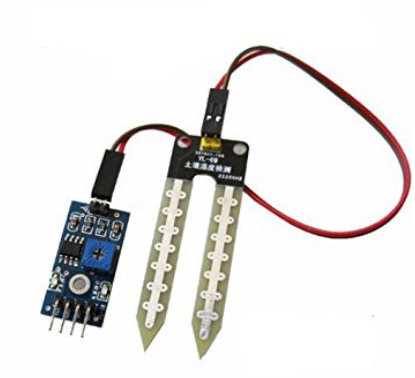

Figure 28 : Capteur d'humidité du sol

- **Raspberry P3 modèle B:**
  Cadencement : 1,2 GHz
  Puce (SoC) : Broadcom BCM2837
  Processeur : ARM Cortex-A53 64 bits quatre cœurs
  Processeur graphique : Broadcom VideoCore IV double coeur (OpenGL ES 2.0, H.264 Full HD à 30 ips)
  Mémoire (SDRAM) : 1GB LPDDR2
  Nombre de ports USB 2.0 : 4
  Port extension : GPIO 40 pin
  Sorties vidéos : HDMI et RCA, plus 1 connecteur de caméra CSI
  Sorties audio : Stéréo Jack 3,5mm ou HDMI
  Sauvegarde des données : Carte MicroSD
  Connexion réseau : 10/100 Ethernet, WiFi 802.11n et Bluetooth 4.1 (BLE - Low Energy)
  Périphériques : 17 × GPIO
  Alimentation : 5v 2.5A via micro-USB
  Dimensions : 85,60 mm × 53,98 mm × 17 mm
  Poids : 45 g
  Système d'exploitation : Raspbian stretch with desktop 3.0.1

  Raspbian est un système d'exploitation libre et gratuit, il s'agit d'une modification de Debian GNU/Linux adaptée pour les systèmes sur une puce de type ARMv6 dotées d'un FPU1, il est optimisé pour fonctionner sur un Raspberry Pi.

Un seul Raspberry qui vas jouer le rôle de notre serveur web pour notre application web.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure 29 : Raspberry P3 modèle B

b. Software :

- ***Arduino logiciel :***

Le logiciel open source Arduino (IDE) facilite l'écriture du code et le téléversement sur la carte. Il fonctionne sous Windows, Mac OS X et Linux. L'environnement est écrit en Java.. Il peut être utilisé avec n'importe quelle carte Arduino. Pour notre projet, on utilise la dernière version v1.8.5.

- ***Bibliothèques :***

  – **ESP8266WiFi.h :**

La bibliothèque ESP8266WIFI.h comme l'indique son nom est dédiée spécialement pour le circuit intégré ESP 8266, cette dernière développée sur la base du SDK ESP8266, en utilisant la convention de dénomination et la philosophie de fonctionnalité globale de la bibliothèque WiFi Arduino, elle va nous permettre de configurer et programmer nos cartes Wemos.

  – **LiquidCrystal_I2C.h :**

Le module I2C nous permet de convertir notre LCD en LCD I2C et le connecter qu'avec 4 files au lieux de 6 ou plus, pour cela on fait appel à cette bibliothèque pour pouvoir configurer notre LCD I2C qui possède les différentes fonctions pour l'utilisation de ce dernier.

  – **Servo.h**

Cette librairie permet à une carte Arduino de contrôler les servomoteurs, elle supporte jusqu'à 12 servomoteurs sans interférer sur la plupart des cartes Arduino et 48 sur l'Arduino Mega. Sur les cartes autres que la Mega, l'utilisation de la librairie Servo désactive l'instruction analogWrite() sur les broches 9 et 10, qu'il y ait ou non un servomoteur sur ces broches.

- ***Base de données:***

Une base de données permet de stocker les données de façon organisée et de les récupérer en envoyant des requêtes au système de gestion de base de données. De manière générale, nous communiquons la plupart du temps avec les bases de données via le langage SQL, Il existe plusieurs systèmes de gestion de bases de données, ayant chacun ses particularités, pour faire face à ces différences, nous avons utilisé MySQL.

- ***Langage de programmation :***

  - **Application Web :**

Qui dit web dit HTML/CSS; HTML qui n'est plus à présenter. Sa version 5 apporte cependant son lot de nouveautés permettant d'envisager les fonctionnalités de l'interface sans recours à un plugin dans le navigateur tel que le flash ou les applets Java ; CSS à but de structuré et avoir une bonne conception du document. Le PHP qui est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est un langage impératif orienté objet. Le framework Bootstrap de Twitter a été envisageable pour son adaptation dynamique au format des supports sur lesquels ils sont consultés (PC, tablette, smartphone), Cette collection d'outils qui est un ensemble qui contient des codes HTML et CSS, des formulaires, boutons, outils de navigation et autres éléments interactifs, ainsi que des extensions JavaScript en option est utile à la création des sites et d'applications web.

  - **Application Android**

MIT App Inventor est un environnement de programmation visuel intuitif qui permet à tous de créer des applications entièrement fonctionnelles pour smartphones et tablettes android. Les nouveaux utilisateurs de MIT App Inventor peuvent avoir une première application simple et opérationnelle en moins de 30 minutes. De plus, l'outil basé sur des blocs facilite la création d'applications complexes à fort impact en beaucoup moins de temps que les environnements de programmation traditionnels. Ce projet de Google et MIT Media Lab vise à démocratiser le développement de logiciels en permettant à tous, en particulier aux jeunes, de passer de la consommation de technologies à la création de technologies. MIT App Inventor est écrit en Java, Kawa et Scheme sa première version été lancé en 2012, et sa dernière version sortie en Juin 2016.

Nous avons utilisé cet outil afin de faciliter le développement de notre application mobile, qui est réellement une interface qui effectue des appels grâce au liens des actions programmées sur nos cartes Wemos .

3.2.2. <u>Architecture de la maison :</u>

Pour illustrer notre prototype, nous avons mis une maquette d'une maison standard qui contient 3 chambres avec une cuisine, un salle de bain un garage et une terrasse. La figure 30 représente le plan de la maison vue de face, la figure 30 représente une photo de la maquette d'une vue face.

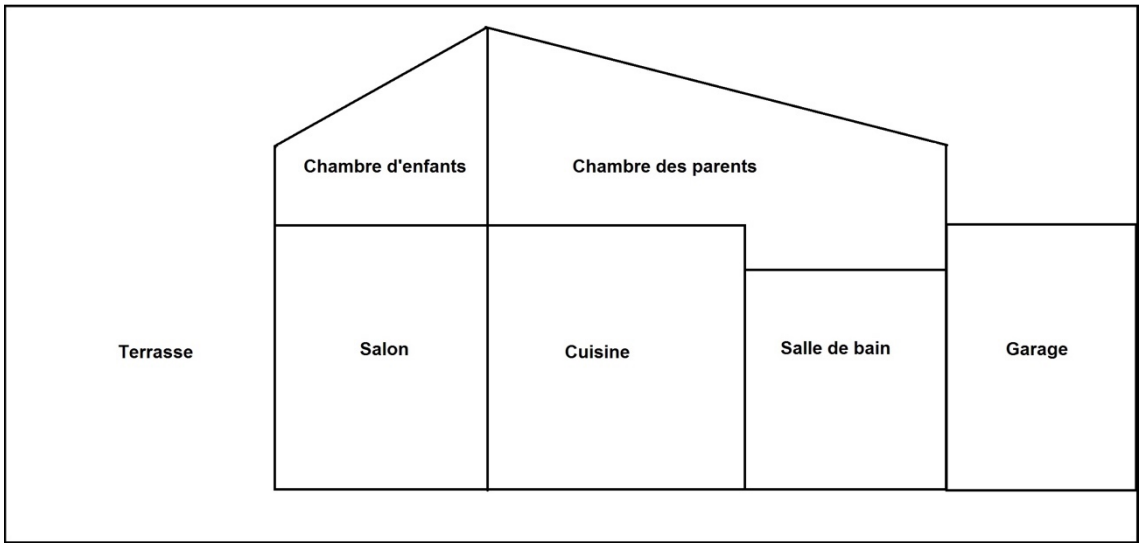

Figure 30 : Plan de la maison vue de face

Figure 31 : Maquette vue de face

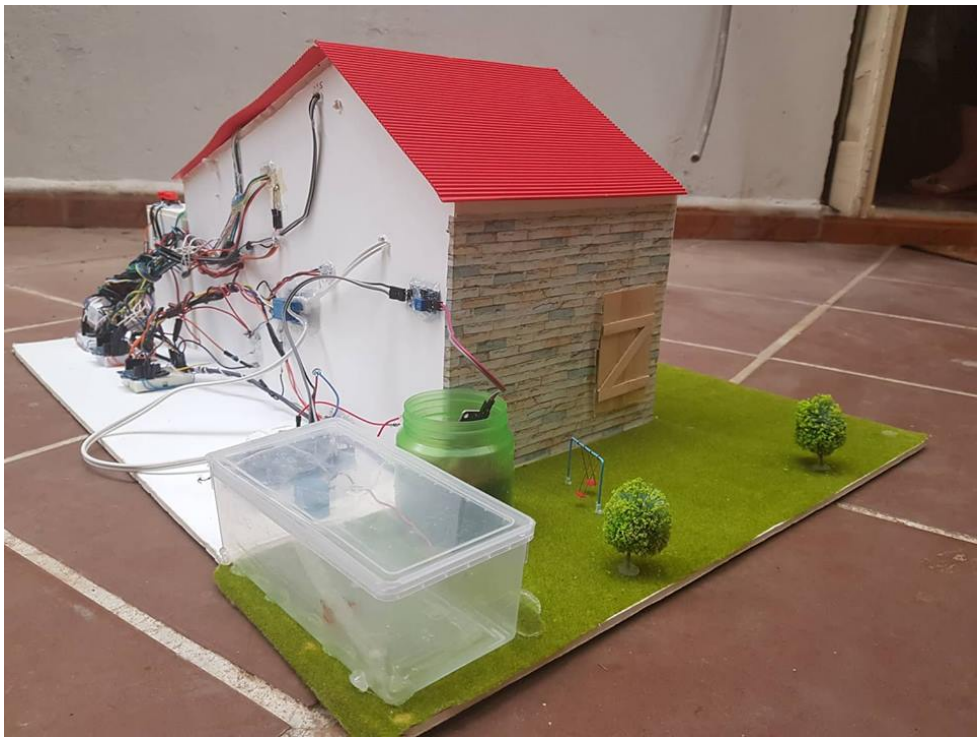

Figure 32 : Vue arrière de la maquette

3.2.3. Scénarios réalisés :

- **Chambre d'enfants :** On peut contrôler notre prise de courant 220V à distance grâce au relais qui joue le rôle de l'interrupteur et l'une de nos applications pour donner l'ordre.
- **Chambre des parents :** Le climatiseur est simulé par le ventilateur et la LED RGB qui allume la couleur bleu dans le cas où il joue le rôle de refroidisseur, rouge dans le cas de chauffage ; l'écran LCD affiche la température réel grâce au détecteur d'humidité et température. La LED est contrôlée manuellement par les boutons ON/OFF, ou bien à distance.
- **Salon :** On ouvre et on ferme la fenêtre à l'aide du cerveau moteur qu'on contrôle manuellement par les boutons Ouvert/Fermé ou bien à distance via nos applications.
- **Cuisine :** On actionne à distance le détecteur de gaz qui vas donner l'ordre au buzzer de sonner en cas où il détecte un gaz toxique**.**
- **Salle de bain :** Le détecteur de luminosité contient une LED qui s'allume seulement la nuit ou lors d'un moment obscure. Le détecteur de mouvement détecte la présence dans la salle de bain et allume le ventilateur pour l'aération.
- **Garage :** On contrôle le portail manuellement par les boutons Ouvert/Fermé ou bien à distance, la LED s'allume à l'ouverture de la porte et s'éteint à la fermeture.

- **Terrasse :** Le détecteur d'humidité du sol va nous dire si notre terre a besoin d'être arrosée, si c'est le cas, il actionne le moteur pour l'arrosage.

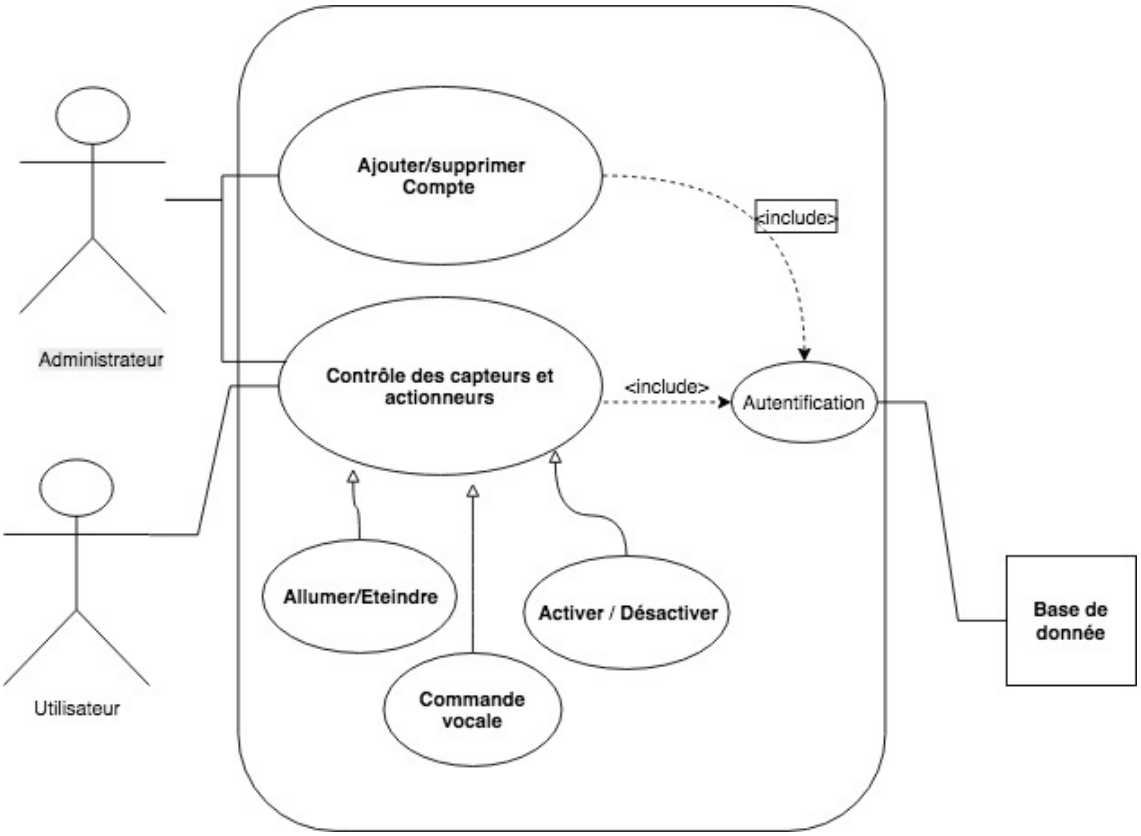

Figure 33 : Diagramme de cas d'utilisation du projet

3.3. Contrôle de la maison intelligente :

3.3.1. Application web :

Notre application web est un tableau de bord de notre maison, elle nous donne une vue globale des différentes pièces dans lesquelles nous pouvons donner l'ordre à nos actionneurs, les capteurs vont donner les différentes valeurs à la box domotique, la box (Les cartes Wemos) transmettra ces informations au serveur domotique (Raspberry), ce dernier les envoie directement dans le cas où l'hôte est sur le même réseau si non par internet, par la suite, l'utilisateur et après une authentification envoie sa requête au différents actionneurs par des liens à chaque fonction afin de les actionner, en empruntant le chemin inverse. La figure 34 est un schéma expliquant le circuit de l'application web.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

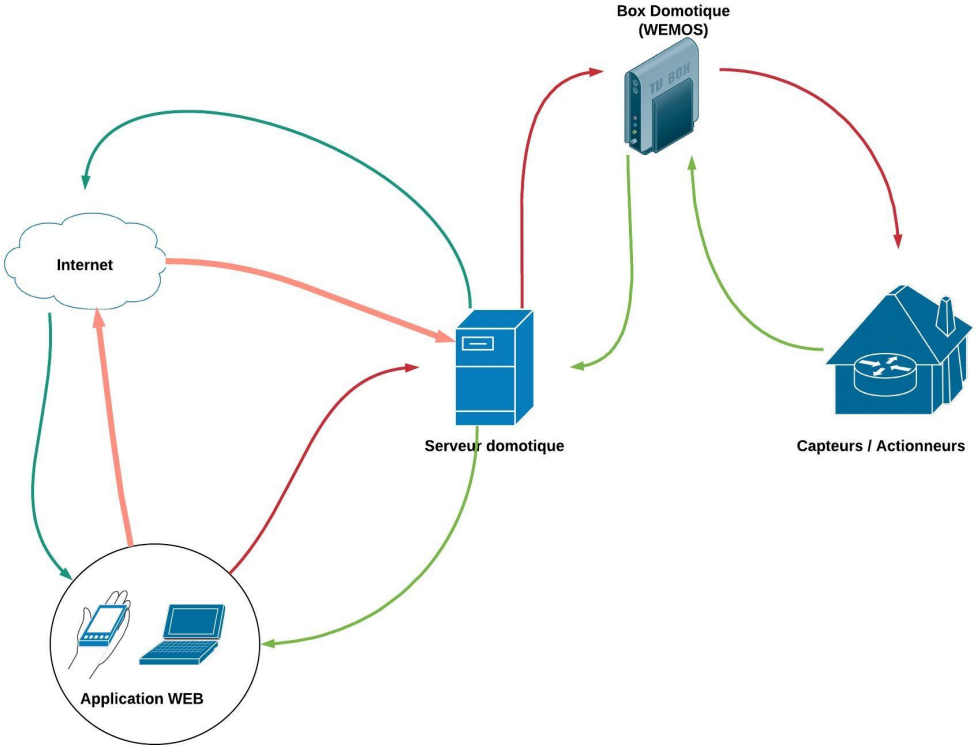

Figure 34 : Circuit de contrôle par l'application WEB

Deux types de comptes ont été programmés, un compte **administrateur** qui peut ajouter, modifier ou bien supprimer des comptes et bien sûr contrôler la maison, un autre compte **utilisateur** qui a le privilège juste de contrôler la maison. La figure 35 illustre la page d'administrateur où il peut ajouter les comptes.

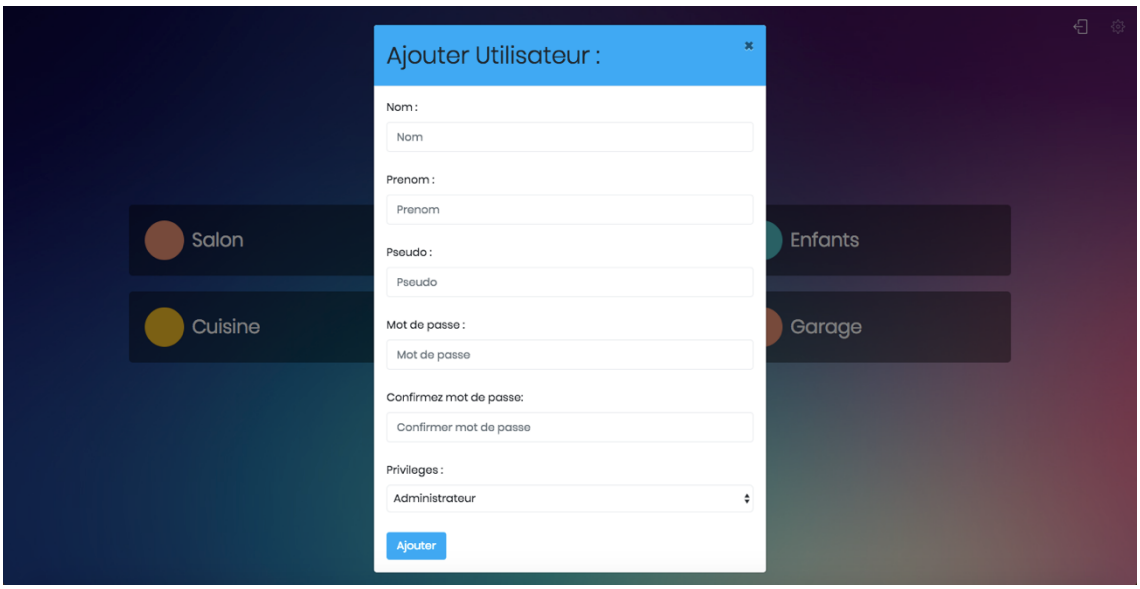

Figure 35 : la page d'ajout d'un compte

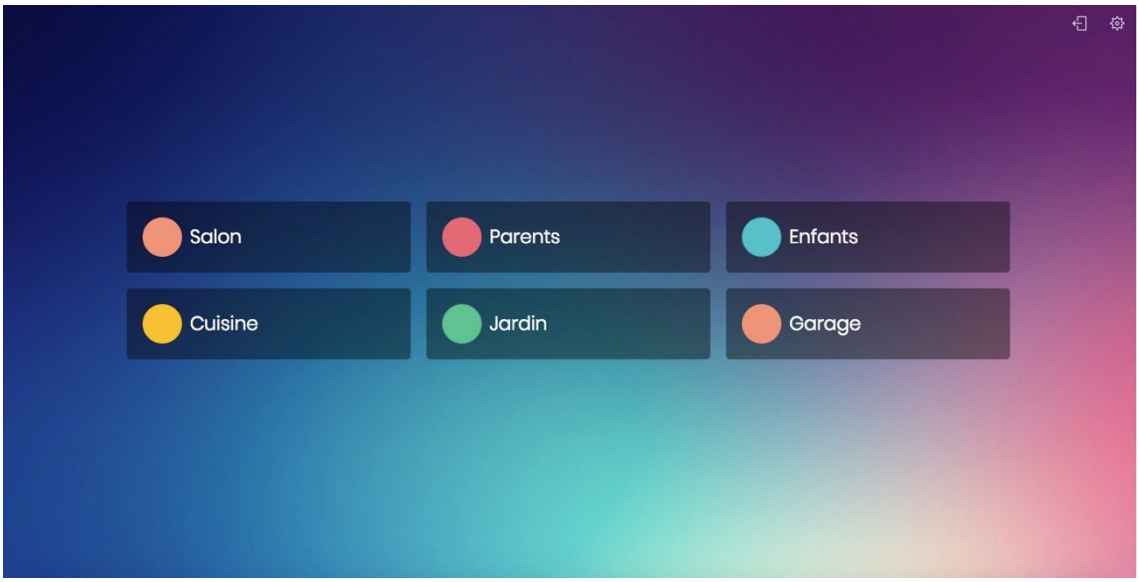

Figure 36 : Capture de tableau de bord de l'application WEB

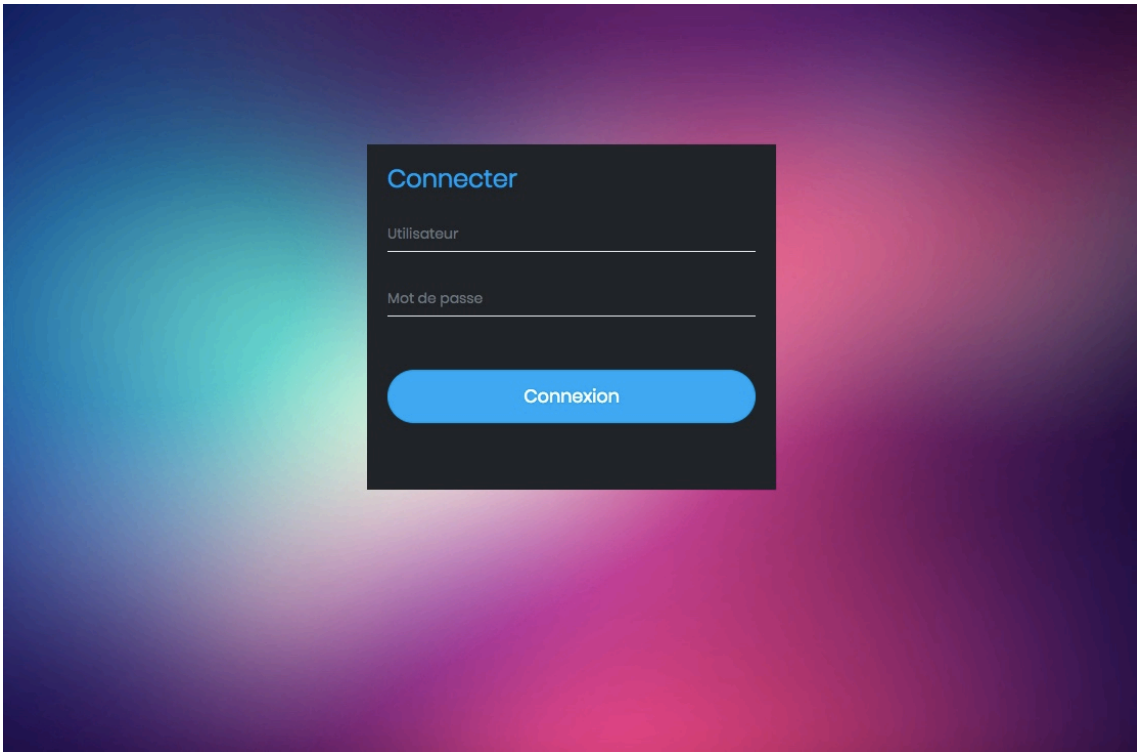

Figure 37 : Capture de la page de connexion de l'application WEB

3.3.2. Application Android :

Notre appareil Android dans lequel nous exécutons notre application Android est connecté au même point d'accès que la box (Les cartes Wemos), l'utilisateur fait appel aux actions en cliquant sur des boutons qui sont des liens exécutant des fonctions spécifiques. La figure 36 donne une vue globale de fonctionnement de l'application Android.

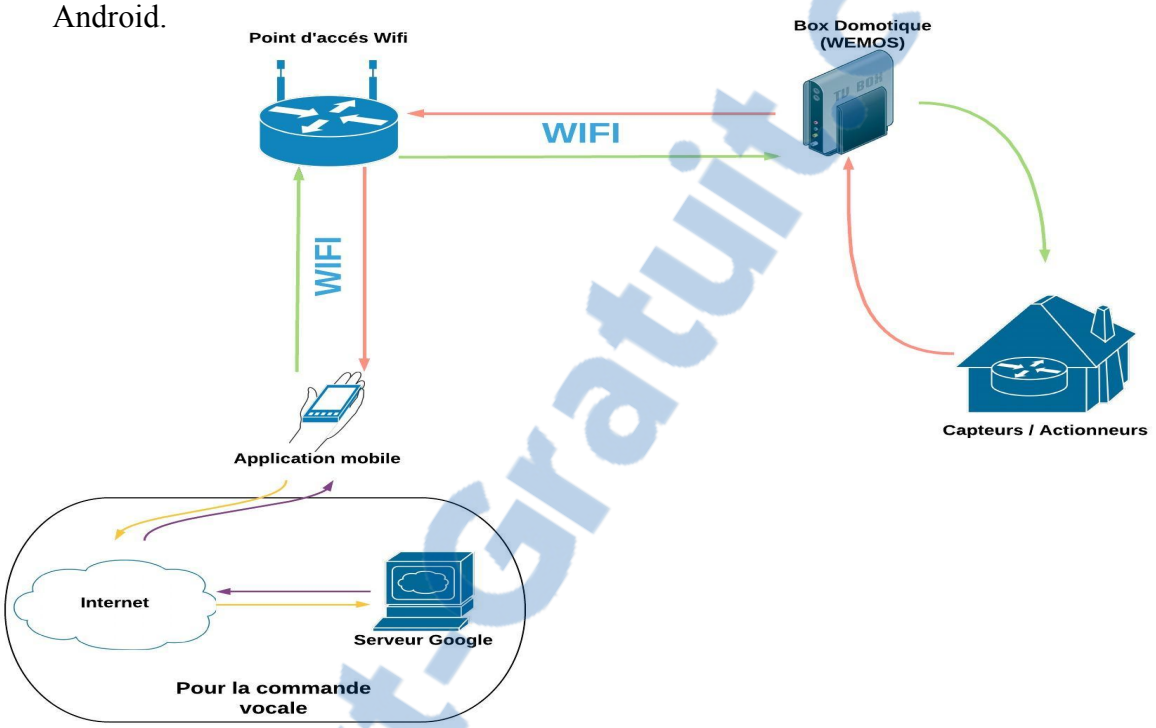

Figure 38 : Circuit de contrôle par l'application Android

a. *Commande Vocale :*

Nous avons utilisé la reconnaissance vocale offerte par Google, qui permet de traduire une commande vocale en une phrase (chaine de caractère), cette phrase va être comparée avec la liste des chaines de caractères pour chaque action une fois que la correspondance est établie, l'appareil envoie directement la requête d'action.

Rapport-Gratuit.com

Figure 39 : Capture de tableau de bord de l'application Android

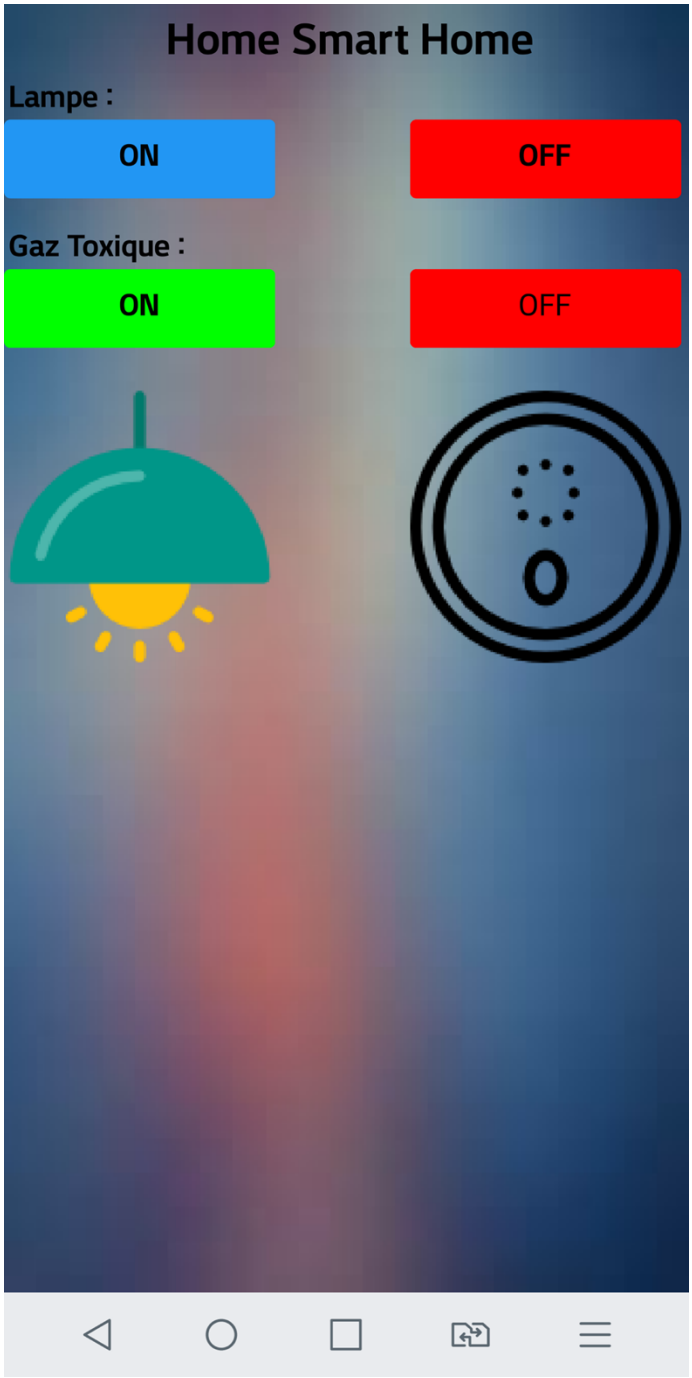

Figure 40 : Capture d'une page de contrôle d'une chambre de l'application Android

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre les différents capteurs et actionneurs qu'on a utilisé pour réaliser notre prototype, les différents scénarios qu'on a proposé.

Nous avons pu concevoir et réaliser notre propre petite maison intelligente grâce à l'utilisation de la programmation embarquée. Nous avons également réalisé différentes applications (web, mobile et vocale) pour pouvoir contrôler la maison à distance.

Conclusion Générale

La domotique est un système révolutionnaire voué à évoluer encore plus dans le futur. Ce système permet de contrôler entièrement une maison depuis de simples petits dispositifs (capteurs-actionneurs) disposés un peu partout dans la maison. Le fait de pouvoir relier tout ça a un boîtier et de contrôler sa maison à distance grâce à un smartphone ou autre via wifi est aussi incroyable.

Le présent projet vise à développer une méthode simple et peu couteuse pour faire une installation d'une maison intelligente connectée à une box domotique. Des cartes wemos connectées aux différents modules afin d'accomplir toutes les fonctionnalités d'une box domotique, ces cartes Arduino dotées d'un module wifi nous ont permis de communiquer avec nos différentes applications web et Android.

L'architecture fonctionnelle ainsi que les méthodes de représentation de la connaissance du domaine ont été présentées en détail dans les différents chapitres théoriques.

Nous avons rencontré de multiples contraintes relatives à la réalisation de notre box (les cartes Wemos), puisque elles sont le cœur de notre projet donc on était obligé de consacrer une grande partie de notre temps afin de comprendre le fonctionnement de ces dernières. La communication entre les cartes Wemos et l'application web n'était pas facile à manipuler en arrière-plan. Un autre problème a été rencontré avec les capteurs qui bloquent les cartes à la lecture et les moteurs qui font un retour de courant qui déstabilise le fonctionnement des cartes; mais après nos recherches et nos efforts on a pu trouver les solutions, aussi nous aurions aimé avoir plus de matériels pour réaliser une maquette encore plus développée et mieux adaptée.

Les perspectives seraient donc d'élargir la portée d'une installation domotique ajoutant quelques options et fonctionnalités qui peuvent servir à d'autres nouveaux besoins des utilisateurs :

- Ajouter des dispositifs plus sophistiqués tel que le système de reconnaissance de visage ou d'empreintes.
- Automatiser encore plus la maison avec de multiples scenarios (activation de l'alarme, baisse de la température automatique...).
- L'automatisation des tâches domestiques. On attend dans le futur des robots qui se charge de faire le ménage, après l'apparition du robot aspirateur.

Références :

[1] “Memoire Online - Les systèmes embarqués - Ramzi BOULKROUNE.” [Online]. Available: https://www.memoireonline.com/05/12/5830/Les-systemes-embarques.html. [Accessed: 23-Jun-2018].

[2] N. Sadou, “Aide à la conception des systèmes embarqués sûrs de fonctionnement To cite this version : Thèse,” 2007.

[3] E. Firouzi, “Les micro-contrôleurs dans les systèmes embarqués.” .

[4] “Definition arduino: Qu’est ce qu’un arduino?” [Online]. Available: http://automacile.fr/definition-arduino-quest-ce-quun-arduino/. [Accessed: 21-Jun-2018].

[5] C. Fréou et A. Grimault, “http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte_arduino.pdf.”

[6] “Qu’est ce qu’un Raspberry Pi ?” [Online]. Available: https://www.grafikart.fr/blog/raspberry-pi-utilisation. [Accessed: 23-Jun-2018].

[7] “Raspberry Pi - definition raspberry PI | منتديات تونيزيا سات.” [Online]. Available: https://www.tunisia-sat.com/forums/threads/3299052/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[8] “Arduino - definition arduino | منتديات تونيزيا سات.” [Online]. Available: https://www.tunisia-sat.com/forums/threads/3299045/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[9] E. Messerli, “Les systèmes embarqué.” .

[10] “/chapter: Historique-Du-Projet-Arduino / Arduino.” [Online]. Available: https://fr.flossmanuals.net/arduino/historique-du-projet-arduino/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[11] G. Lucas, D. Lucas, D. Antoine, and R. Nicolas, “Domotique : Maison Intelligente,” pp. 1–36, 2015.

[12] “Définitions : domotique - Dictionnaire de français Larousse.” [Online]. Available: http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/domotique/26402. [Accessed: 23-Jun-2018].

[13] “L’histoire de la domotique vue par SFR - News Domotiques by Domadoo.” [Online]. Available: https://blog.domadoo.fr/27814-lhistoire-domotique-vue-sfr/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[14] “Historique - Domotique News.” [Online]. Available: http://www.domotique-news.com/2009/05/21/historique/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[15] “Pourquoi installer un systeme domotique chez soi.” [Online]. Available: http://blog.eavsgroupe.com/actualite-de-nos-metiers/pourquoi-installer-un-

systeme-domotique-chez soi/. [Accessed: 12-Apr-2018].

[16] “La domotique.” [Online]. Available: www.frv.fr/IMG/pdf/La_domotique.pdf. [Accessed: 25-Mar-2018].

[17] “ESP8266 - Wiki de Reso-nance Numérique.” [Online]. Available: http://reso-nance.org/wiki/materiel/esp8266/accueil. [Accessed: 23-Jun-2018].

[18] “Wemos D1 mini : carte de développement ESP8266 pour objets connectés à moins de 5€ - Domotique et objets connectés à faire soi-même.” [Online]. Available: https://projetsdiy.fr/wemos-d1-mini-esp8266-test/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[19] “Présentation du Raspberry Pi — Lea Linux.” [Online]. Available: http://lea-linux.org/documentations/Présentation_du_Raspberry_Pi. [Accessed: 23-Jun-2018].

[20] “Par où commencer ? Etape 1 : Quel protocole choisir ?” [Online]. Available: http://www.touteladomotique.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1030:par-ou-commencer-nd1-quel-protocole-choisir-&catid=5:domotique&Itemid=89. [Accessed: 23-Jun-2018].

[21] “Comment choisir sa solution domotique ?” [Online]. Available: https://www.maison-et-domotique.com/47942-choisir-solution-domotique. [Accessed: 23-Jun-2018].

[22] “Généralités sur le bus KNX – KNX Automation.” [Online]. Available: http://knx-automation.com/technologie- knx/generalites-sur-le-bus-knx/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[23] “IPX800 : Le serveur de domotique centralisé du geek.” [Online]. Available: https://www.geeek.org/ipx800-le-serveur-de-domotique-centralise-du-geek-792.html. [Accessed: 23-Jun-2018].

[24] “Projets DIY - Domotique et objets connectés à faire soi-même.” [Online]. Available: https://projetsdiy.fr/. [Accessed: 23-Jun-2018].

[25] “Generalites sur le z-wave.” [Online]. Available: https://blog.domadoo.fr/guides/generalites-sur-le- z-wave/. [Accessed: 06-Jun-2018].

[26] E. N. Polytechnique and M. Audin, “ Projet de Fin d ’ Etude Pour l ’ obtention du Diplôme d ’ Ingénieur d ’ Etat Spécialité : Electronique et Systèmes Embarqués Conception et installation d ’ une maison intelligente connectée par box domotique .,” pp. 2016–2017, 2017.

[27] “GCE electronics module.” [Online]. Available: https://www.domadoo.fr/fr/interface-domotique/1115-gce-electronics-module-rail- din-webserver-8-relais-ipx800-v30.htmlGCE electronics. [Accessed: 06-Jun-2018].

[28] “Jeedom - Le logiciel.” [Online]. Available: https://www.jeedom.com/site/fr/soft.html. [Accessed: 23-Jun-2018].