

CHAPITRE III: ETUDE ET CONCEPTION D'UNE MAQUETTE DOMOTIQUE

La phase de développement d'un système domotique demande une longue réflexion en l'aboutissement de ce projet. Dans un premier temps on va établir le mode de fonctionnement du système. La seconde partie consacrera à la présentation des matérielles et schéma synoptique du projet. Et pour finir, L'interface Web sera évoquée à la troisième et dernière partie.

III - 1 MODE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Principalement, pour accéder dans la maison, le propriétaire devrait composer un code pour ouvrir la porte. Dans le cas contraire, l'alarme serait activée. Puis, le système devrait permettre d'administrer le réseau domotique localement à l'aide d'un ordinateur. Elle doit être capable d'acquiescer les actions faite par l'utilisateur en correspondance avec les programmes insérer. L'utilisateur peut consulter et piloter les différents états des équipements électriques sur place. Enfin, on veut gérer de façon optimisée l'énergie électrique, par le pilotage des différents équipements de la maison. L'éclairage d'une pièce, par exemple, peut fonctionner selon la présence ou non d'un individu. Ce pilotage fonctionne soit *en mode manuel* ou soit *en mode automatique* où les unités de commandes reçoivent des signaux de commande du système de gestion. Ainsi, notre système domotique permettra de:

- contrôler n'importe quel élément récepteur électrique via l'interface,
- et de signaler l'existence d'une intrusion dans la maison.

Vue d'ensemble, on peut présenter les différentes liaisons du système comme l'indique la Fig.3.1.

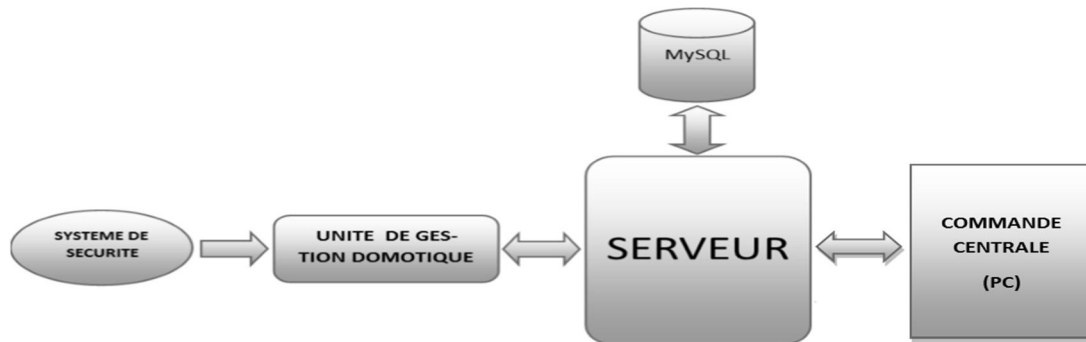


Figure 3. 1 : Schéma relationnel du projet domotique.

III - 1 - 1 Le transfert des données

On peut récupérer plusieurs états de différents capteurs. En effet, il suffit de concaténer ces données sous forme de chaîne de caractères à envoyer après un délai fixe. Une fois les valeurs des états acquis, il faudra l'envoyer vers notre machine de travail pour pouvoir la stocker dans la base de données MySQL. Pour cela, nous allons utiliser la connexion Wifi qui relie l'unité de gestion domotique et le serveur via le protocole HTTP. En effet, l'ordinateur reçoit les valeurs envoyées par la carte Arduino qui seront ensuite lues et traitées sur le serveur grâce au PHP. Ce dernier, assurera la communication avec la base de données MySQL via PDO. Le PHP se chargera de créer une liaison et de convertir les données reçues dans un format correspondant. Ensuite, l'étape des Web services entre en jeu: Le code appelle un script PHP puis il passera les valeurs relevées sous forme de paramètres. Le script PHP se charge alors d'insérer ces dernières dans une base de données.

III - 1 - 2 Accès à la base de données via l'interface Web

L'interface web permet de visualiser les états des différents capteurs, ainsi que l'énergie consommée par chaque appareil domestique.

La connexion avec la base de données se fait toujours sous forme d'une requête HTTP afin d'appeler un script PHP, mais cette fois-ci hébergé dans le même PC qui contient l'interface.

a- Protocole http

La solution la plus raisonnable est de se baser sur la couche transport réseau HTTP pour échanger des messages dont le format est totalement libre. HTTP nous fournit un protocole fiable de type requête/réponse, le client et le serveur n'auront qu'à se mettre d'accord sur les données échangées. L'avantage reste que cette solution est totalement indépendante des plates-formes et des langages côté serveur : on parle parfois de « web service » pour y faire référence.

S'adosser sur le protocole HTTP implique d'écrire des programmes dans des conteneurs web, c.-à-d. hébergés sur des serveurs HTTP (Apache HTTP, IIS, Node.js...). Chaque procédure appellable côté serveur est incarnée par une URL Uniform Resource Locator. Le passage des paramètres éventuels se fait classiquement par la méthode GET ou POST. Le retour du serveur a un format totalement libre même si les formats semi-structurés comme JSON ou XML conviennent à une majorité de situation (car facile à passer coté client).

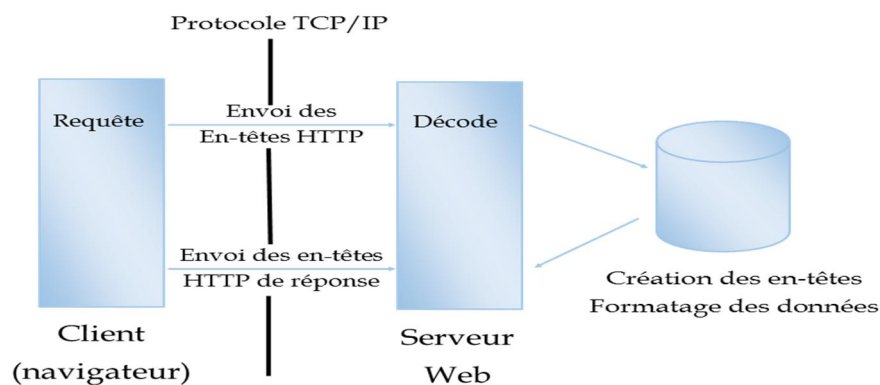


Figure 3. 2 : Principe du protocole http.

b- La base de données

Notre système domotique doit se greffer sur le serveur du client qui comprend une base de données et permettre l'exploration des données stockées. La base de données, qui est une base MySQL. La figure 3.3 suivante montre l'interface de la base de données.

SELECT * FROM `appareils` LIMIT 0, 30

Afficher : 30 ligne(s) à partir de la ligne n° 0 en mode horizontal et répéter les en-têtes à chaque groupe de 100

Trier sur l'index: Aucune

	id	nom	etat	consommation	id_string	type	activated_at	power	allumer	eteindre	icone	configurable
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	1	Détecteur de mouvement	1	0	move_detector	PIR	2016-09-08 20:15:19	0	Activer	Désactiver	motion	0
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	2	Détecteur de présence	1	0	presency_detector	ULT	2016-09-04 08:43:50	0	Activer	Désactiver	motion	0
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	3	Lumière salon	0	7075.23	light_living_state	LLS	2016-09-08 20:16:57	5	On	Off	bulb	1
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	4	Lumière cuisine	1	2522.75	light_kitchen_state	LKS	2016-08-31 22:03:27	40	On	Off	bulb	1
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	5	Lumière chambre	1	6302.88	light_bedroom_state	LBS	2016-08-31 22:04:10	5	On	Off	bulb	1
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	6	Porte	0	0	door_state	POR	NULL	0	Ouvrir	Fermer	door	0
<input type="checkbox"/> Modifier <input type="checkbox"/> Éditer en place <input type="checkbox"/> Copier <input type="checkbox"/> Effacer	7	Alarme	0	0	alarme	ALR	NULL	0	Activer	Désactiver	alarm	0

Figure 3. 3 : Base de données du système domotique.

III - 1 - 3 Le Serveur Web

Le serveur Web Apache inclus dans WAMPSEVER fonctionne en mode local dont l'adresse est : http://192.168.43.152. Les données du système de gestion domotique peuvent être stockées sur le serveur. Le système de gestion peut aussi se connecter à distance par un téléphone et télécharger les paramètres nécessaires à son fonctionnement, puis stocker sur le serveur les données historiques, qui seront les comptes rendus des événements relatifs au temps écoulé depuis la dernière connexion. Les modifications des paramètres de fonctionnement du système de gestion, et la consultation des données historiques peuvent alors se faire depuis un terminal fixe ou portable.

III - 1 - 4 L'unité de gestion domotique

L'unité de gestion domotique pilote les diverses unités de commandes pour pouvoir fonctionner de manière autonomes. On peut visualiser l'état du système, modifier certains paramètres de fonctionnement des diverses unités de commande lorsque celles-ci sont en mode automatique. On peut également recueillir les données ou « historiques » collectées

par l'unité de gestion. La figure 3.4 montre le schéma fonctionnel de l'unité de gestion domotique.

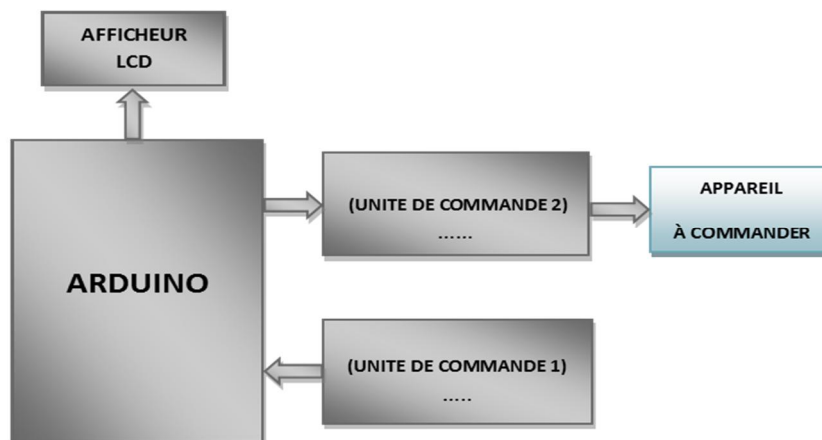


Figure 3. 4 : Schéma fonctionnel de l'unité de gestion domotique utilisant l'arduino.

a- Fonctionnement de l'unité de gestion

L'unité de gestion active ou désactive les appareils selon leurs délais d'utilisation et en fonction des entrées reçu par l'Arduino. On peut prendre comme exemple l'éclairage: en fonction de la lumière du jour, la sortie va être exploitée pour commander l'éclairage.

b- Entrées /sorties

L'interface se veut être simple, intuitive, agréable et utilisable par un ordinateur. A chaque sortie de l'unité de gestion qui commande des actionneurs par l'intermédiaire d'une unité de commande correspond une entrée qui sera reliée à la sortie correspondante de l'unité de commande. Ce qui permet de connaître l'état de l'actionneur, y compris en mode manuel.

III - 1 - 5 Les parties opératives

Les commandes des appareils électriques sont assurées par les unités de commandes qui peuvent fonctionner soit en mode manuel, c'est-à-dire de manière indépendante par rapport à l'unité de gestion, et soit en mode automatique ou le pilotage est effectué par l'unité de gestion domotique. La figure 3.5 représente la relation entre les différentes unités.

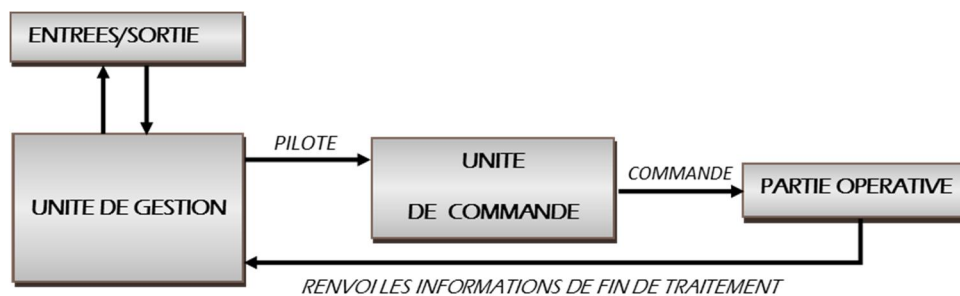


Figure 3. 5 : Relation entre les différentes unités.

III - 1 - 6 Centrale domotique

Selon le nombre d'appareils domotiques connectés, l'installation peut être conséquente. Une interface centrale est indispensable pour garantir la communication entre tous les éléments de l'installation. Dans notre projet, la centrale domotique est un ordinateur. Il constitue le cerveau de l'installation domotique. Il doit prendre en compte le type de protocole de communication choisi. Il est ainsi en mesure de contrôler la totalité des modules reliés à l'installation. Ce sont ces modules qui, à leur tour, sont en relation directe avec les appareils domestiques.

III - 2 PRESENTATION DES MATERIELLES ET SCHEMA SYNOPTIQUE DU PROJET

Notre projet est composé principalement de:

- un système de sécurité qui sert à identifier l'occupant dans l'entrée principale de la maison.
- un système permettant la commande des appareils domotiques à base de HCSR04, HCSR501 et d'un capteur de luminosité.
- un système d'alimentation 12V, 5V et 3.3V.

C'est à base de cette théorie qu'on va créer le programme permettant d'interagir et contrôler les différents composants du système. Plusieurs langages de programmation sont

utilisable tels que : Python, Java, C++, etc. Dans le cadre du projet nous avons utilisé l'environnement de développement Arduino. Le schéma synoptique du système est présenté sur la Fig.3.6.

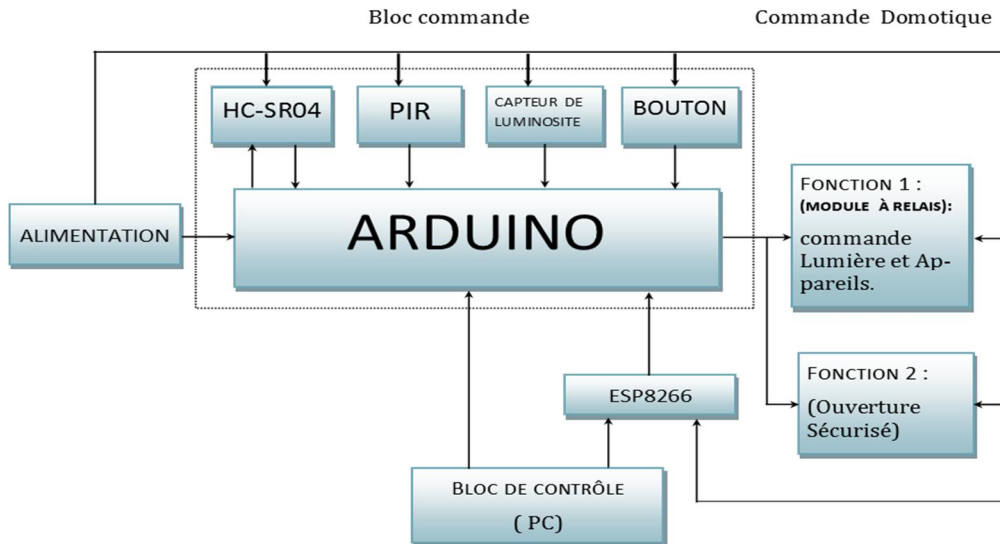


Figure 3. 6 : Schéma synoptique du système domotique.

III - 2 - 1 Alimentation

a- Principe d'une alimentation

L'ensemble du système à l'exception de l'ESP8266 qui est alimenté à une tension 3,3V utilise une source de 5V. Le schéma synoptique d'un système d'alimentation stabilisée est indiqué sur la Fig.3.6.

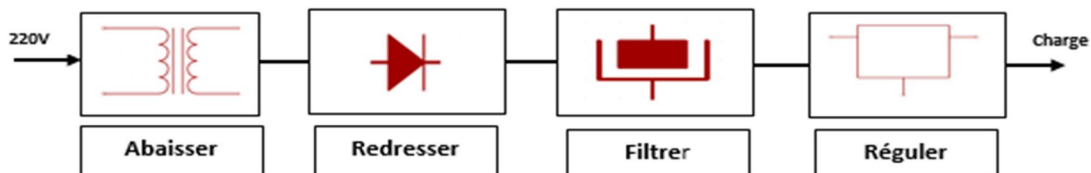


Figure 3. 7 : Schéma de principe d'une alimentation stabilisée [15].

b- Conception d'une alimentation

Chaque module composant le système est alimenté à une tension continue de 5V. Puisque nous avons à notre disposition un transformateur 220V/15.5 on va utiliser trois régulateur dont l'un un LM317 pour obtenir une source de 12V pour alimenter l'Arduino, puis un régulateur 7805 pour les différents modules fonctionnant à 5V et enfin un LM1117, pour obtenir une source de tension 3,3V (Fig.4.3).

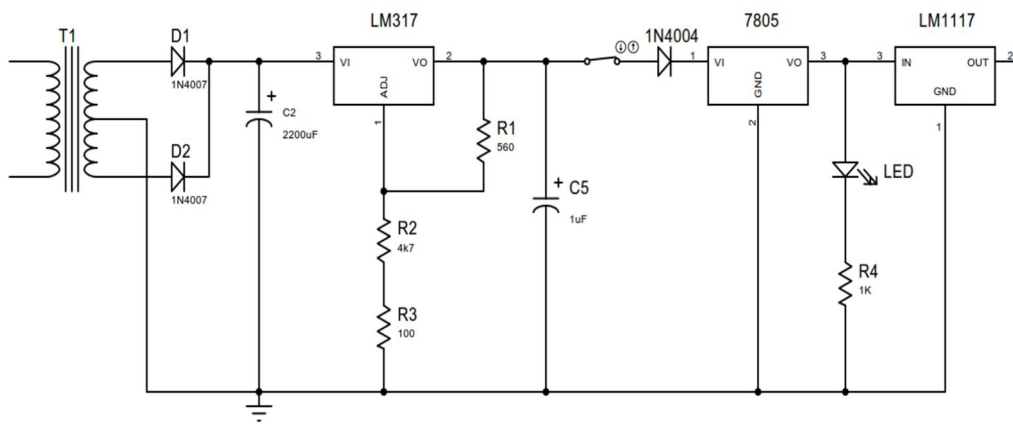
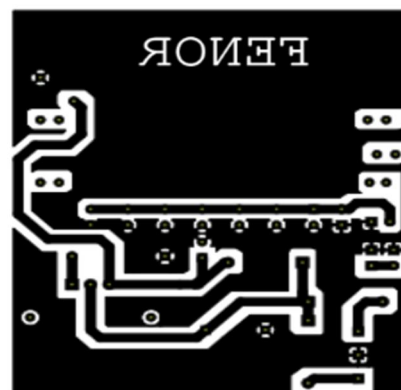


Figure 3. 8 : Schéma de l'alimentation 12V, 5V et 3.3V.

Ainsi, on peut voir sur la Fig.3.8 l'alimentation stabilisée réalisée.



a)



b)

Figure 3. 9 : Alimentation 12V, 5V et 3.3V : a) le circuit réalisé, b) le PCB du circuit.

III - 2 - 2 Module à relais

a- Principes

Le module à relais va servir d'interrupteur télécommandé puisque nous ne pouvons pas commandé directement les circuits de puissance 220V via l'Arduino. Quand la carte à relais reçoit la commande, le relais entre en action, et par la suite, on peut activé ou désactivé des appareils électriques.

Puisque, La sortie de l'Arduino supporte au maximum un courant de 20mA. On va utiliser pour cela du transistor pour exciter la bobine du relais comme la montre la Fig.3.10 suivant expliquant le mode en commutation du BJT.

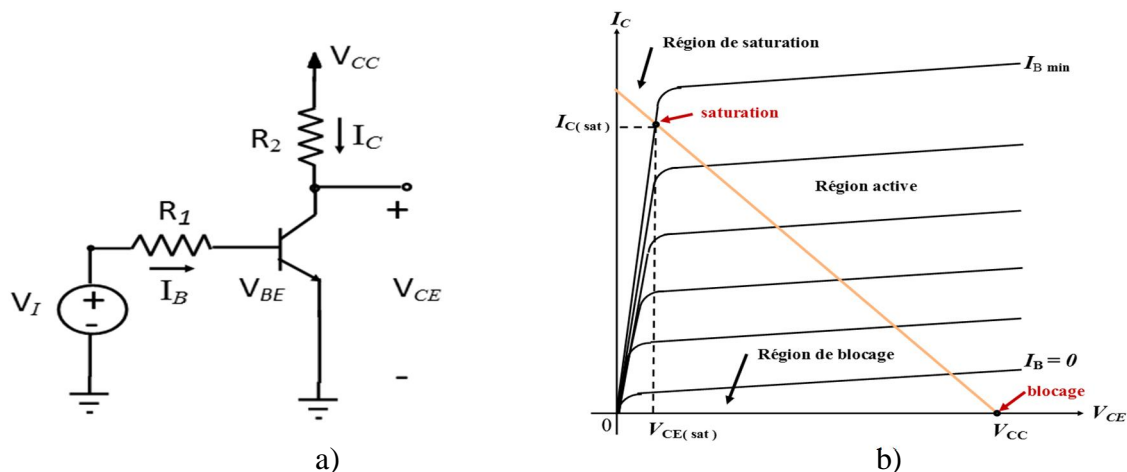


Figure 3.10 : *Commande des relais a) montage émetteur commun [16], b) Point de fonctionnement de BJT en commutation [16].*

b- Conception du circuit

On utilise des relais de 5V puisque l'alimentation qu'on a réalisée est de 5V. La bobine du relais est de l'ordre de $R_{relais}=70 \Omega$ et pour le calcul on a utilisé le transistor 2N2222 possédant les caractéristiques suivants: $V_{CE(sat)} = 0.6V$, $V_{BE} = V_{BE(sat)} = 0.4V$ et le gain minimal $\beta=75$. Le schéma du circuit est présenté à la Fig.3.11.

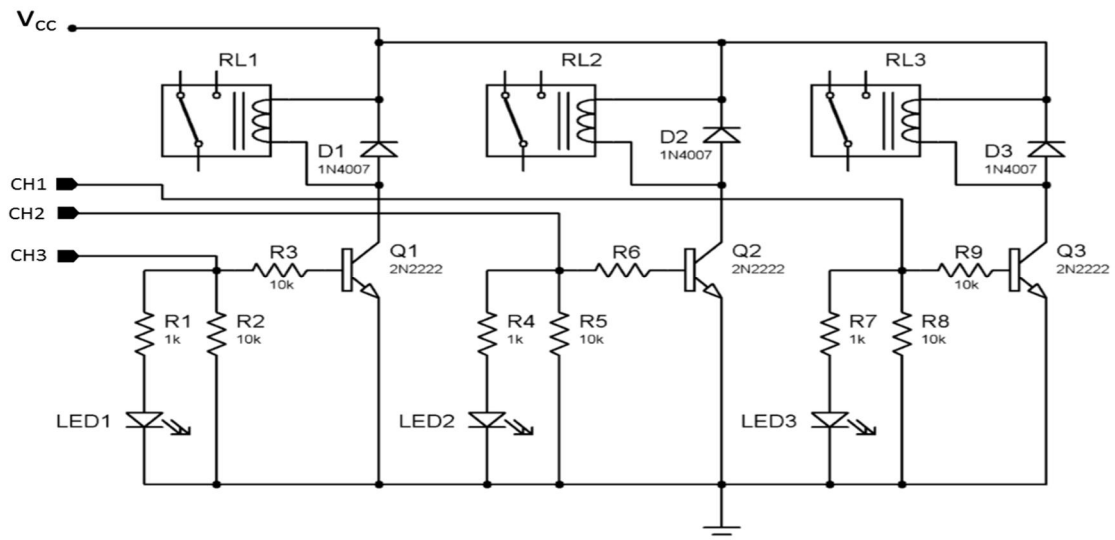
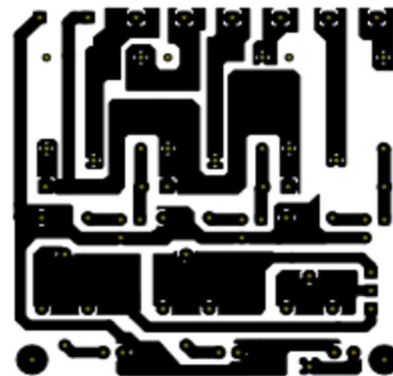


Figure 3. 11 : Schéma du module à relais.

Les entrées CH1, CH2 et CH3 reçoivent des commandes logiques venant de l'Arduino.



a)



b)

Figure 3. 12 : Module à relais a) le circuit réalisé, b) PCB du circuit.

III - 2 - 3 Commande portier sécurisé

Notre système permet de sécuriser les points sensibles d'un domicile (porte d'entrée, salon) pour dissuader les intrus.

a- But et matériels utilisés

L'idée est de réaliser une porte qui ouvre automatiquement tout en permettant d'éviter l'intrusion dans la maison. Il est donc nécessaire que la commande d'ouverture de la porte soit électronique. Ainsi on a utilisé :

- un clavier matrice 4*4 pour entrer le code de validation d'accès à la porte principale
- un Ecran LCD 16 colonne et 2 ligne pour afficher des messages texte, comme message d'erreur ou pour visualiser le code introduit.
- un servo moteur pour simuler la commande ouverture et fermeture de la porte
- un BUZZER comme signal d'alerte lorsque le code introduit dans le système est faux.
- et un détecteur PIR pour détecter le mouvement à la porte et d'activer le système.

b- Le clavier matrice

Puisque le microcontrôleur de l'Arduino est de 8 bits, il peut remplacer le décodeur de clavier TTL type 74C922. Il dispose également de fonctions additionnelles comme l'anti-rebond et l'anti-répétition des touches. L'anti-rebond peut-être réalisé par une attente (temporisation logicielle ou par Timer) qui permet, au contact d'une touche, de se stabiliser et d'atteindre sa position finale.

L'utilisation d'un clavier matriciel est basée sur une matrice ligne et colonne comme illustré dans la Fig.3.13.

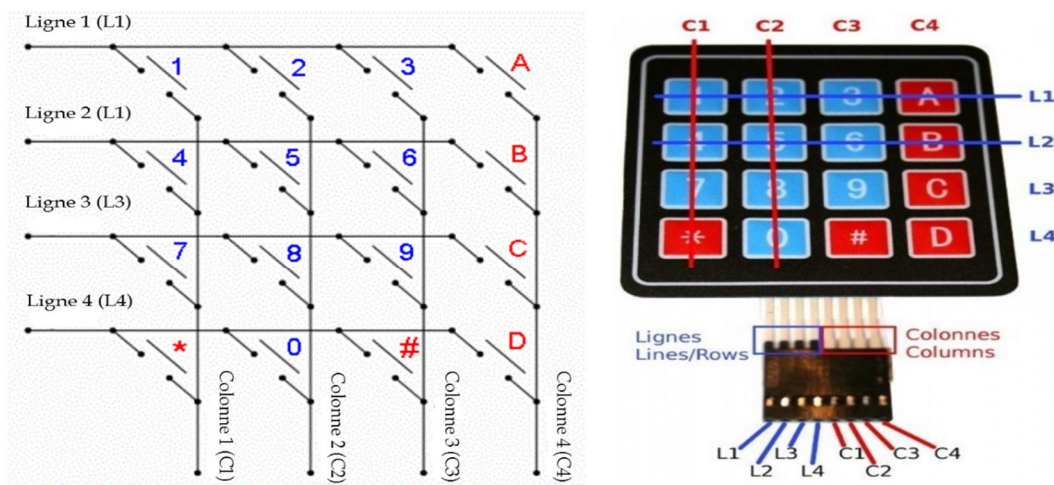


Figure 3. 13 : Principe de fonctionnement d'un clavier matrice.

La correspondance entre les touches clavier et les codes HEXA et ASCII sont présenté en Annexe.

c- Le HC SR 501

Ce module est doté d'un capteur PIR (Passive InfraRed) qui peut détecter une source infrarouge placée dans son champ de capture. Il détecte les variations des ondes infrarouges et ainsi il détecte le mouvement. Dans le cas de notre capteur, il est en fait divisé en deux parties différentes reliées ensemble afin de détecter une variation lors qu'une des moitiés capte plus qu'une autre. On a ainsi un relevé d'une différence, et non plus d'une valeur simple.

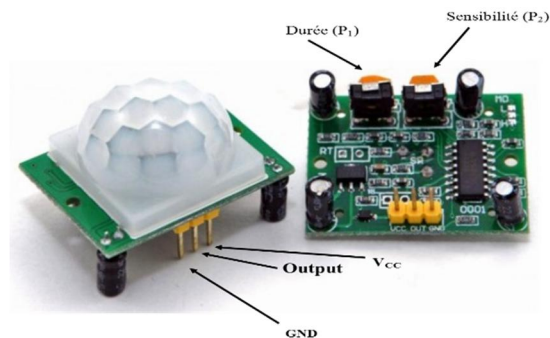


Figure 3. 14 : le HC SR 501.

Tableau III : Spécifications technique du HC SR 501

Vcc	4,5 à 20 V
Consommation statique	50 μ A
Sortie	High 3.3 V / Low 0V (Détection ou non)
Délais	5 à 200 (ajustable par P1)
Temps mort	0.2 S
Déclenchement	L sans répétition, H répétition possible, valeur H par défaut.
Portée de détection	<120°, 7 m (ajustable par P2)
Température de fonctionnement	-15°C à +70 °C.

Nous pouvons ainsi exploiter cette notion pour utiliser le module dans notre projet pour détecter le mouvement.

d- Présentation du servomoteur

Les servomoteurs sont des actionneurs. Très utilisés en modélisme et dans l'industrie. Ils ont comme caractéristique principale leur « couple », c'est-à-dire la force de rotation qu'ils peuvent exercer. Plus un servomoteur aura de couple et plus il pourra actionner des « membres » lourds comme déplacer un bras qui porte une charge. On va se servir d'un servomoteur de type **Tower Pro** pour simuler l'ouverture et fermeture de la porte. La figure 3.15 représente le servomoteur utilisé, et le tableau qui suit indique ses propres caractéristiques.

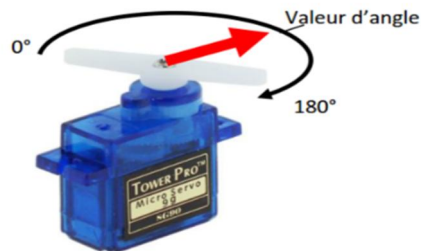


Figure 3. 15 : Servomoteur.

Tableau IV : Spécifications techniques du Servomoteur

Type	TowerPro SG90
Vcc	4.8V - 6V
Poids	9g
Vitesse	0.12 sec/60° sous 4.8V
Couple	1.2Kg/cm sous 4.8V
Largeur d'impulsion	500-2400 μ s

e- Organigramme

L'ensemble des dispositifs cités précédemment permettent de sécuriser la porte d'entrée de la maison en cas d'intrusion ou mauvaise manipulation du système. On va procéder comme l'indique l'organigramme de la Fig.3.16, pour les vérifications.

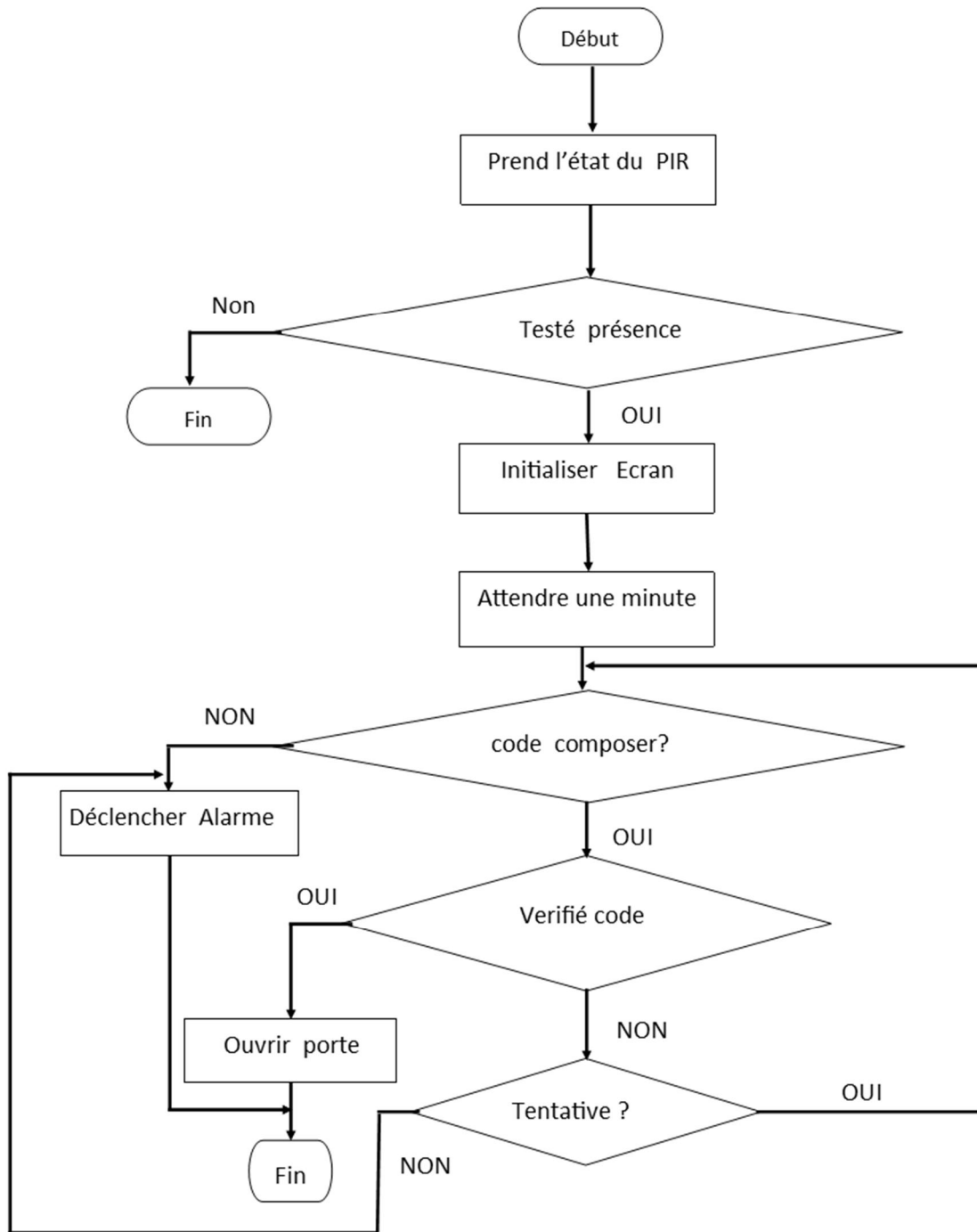


Figure 3. 16 : Organigramme pour la sécurisation de la porte.

III - 2 - 4 Système de commande des éclairages et des appareils

On peut concevoir différents scénarios permettant de commander divers appareils électriques d'une maison que ce soit lumière ou d'autres. Il faut utiliser un capteur, de module

ultrason et d'un interrupteur, pour commander ces appareil en récupérant leur état grâce à Arduino.

a- Commande par ULTRASON

On utilise le capteur HC-SR04 pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une mesures de haute précision et stables. La lumière du soleil n'influence pas son fonctionnement de même pour les matériaux sombres.

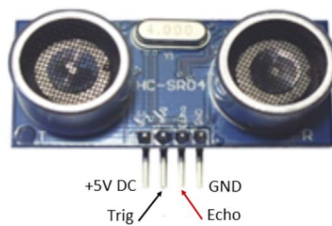


Figure 3. 17 : Photo du HC-SR04.

Les caractéristiques techniques de ce capteur sont indiquées dans le Tableau V.

Tableau V : Spécification technique de la HC-SR04

V _{CC}	5V
Courant de fonctionnement	15mA
Courant de repos	< 2mA
Angle de mesure efficace	15°
Plage de mesure	2cm-400cm
Précisions	3mm
Longueur d'impulsion	10μS
Fréquence des ultrasons	40kHz

Pour calculer la distance en cm de l'objet détaché, on utilisera la formule suivante.

$$d = \frac{V * t}{2}$$

t : temps entre l'émission et réception
d: distance entre la source et l'obstacle
V: Vitesse de déplacement des ultrasons dans l'air.

b- Capteur de luminosité

Pour la réalisation du capteur, on a utilisé une résistance de 100 kΩ et d'une photorésistance alimentée à une tension $V_{cc} = 5V$. Ainsi en fonction de la luminosité, la résistivité varie et crée alors une variation de la tension de sortie. Chaque degré de luminosité correspondra à une tension sur l'entrée analogique de l'Arduino pour être interprété.

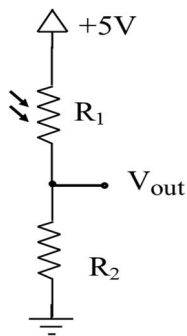


Figure 3. 18 : Schéma du capteur de luminosité.

L'expression de la sortie V_{out} s'exprime par :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

c- Commande matériels

Grâce à l'état logique d'un bouton poussoir ou depuis la centrale, on peut activé ou désactivé un appareil domotique (Fig.3.19).

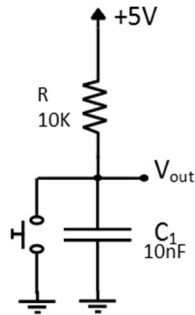


Figure 3. 19 : Bouton.

III - 2 - 5 Wifi ESP8266

L'ESP8266 est un petit module Wifi qui permet à l'origine l'interfaçage en série avec d'autres périphériques et donc de faire de l'UART vers Wifi. Le module peut être flashé pour mettre son propre firmware. On est direct en TCP/IP classique pour nos applications. Le module a pour chiffrement Wifi. (WPA/WPA2) et il possède des pins de contrôle d'entrée et de sortie de données ou GPIOs. En plus, sa portée semble tout à fait correcte et on pourra donc installer un module partout où le signal Wifi peut être capté n'importe où dans la maison.



Figure 3. 20 : ESP8266.

III - 3 INTERFACE

III - 3 - 1 Interface Web

Pour notre site Web, les pages sont générées dynamiquement à la demande. Le contenu est obtenu en combinant l'utilisation d'un langage de scripts, de programmation PHP, une base de données MySQL et d'un serveur local.

La partie Web du projet offre une interface de supervision et de monitoring des capteurs. En effet, il ne suffisait pas de réussir à envoyer des données en Wifi par le biais des capteurs, il fallait aussi pouvoir récupérer et stocker ces informations en vue d'un potentiel traitement. On a donc décidé de récupérer ces informations dans une base de données qui serait gérée par une plateforme Web.

III - 3 - 2 Présentation de l'interface Web

Pour accéder à notre application web, l'utilisateur a besoin de se logger. Seuls les utilisateurs enregistrés dans la base de données peuvent faire le login (Fig.3.21) et ensuite rediriger dans la partie principale du site web (Fig.3.22). Dans cette dernière, on trouve le menu avec les différents états des appareils ainsi que leurs consommations énergétiques. On peut également commander de là les appareils en question.

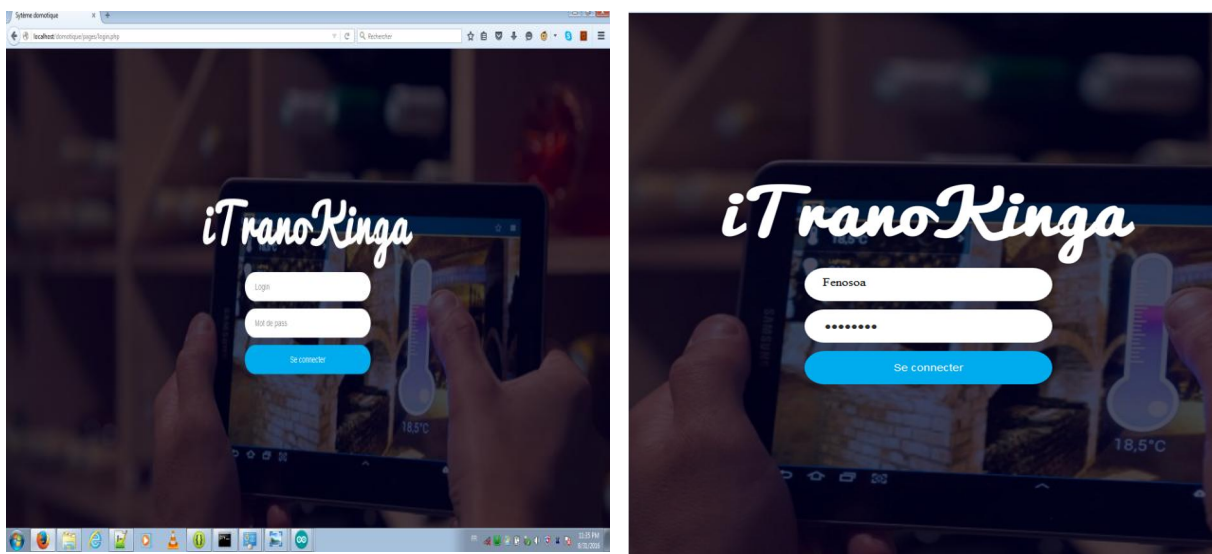


Figure 3. 21 : Page de Login pour l'interface Web.

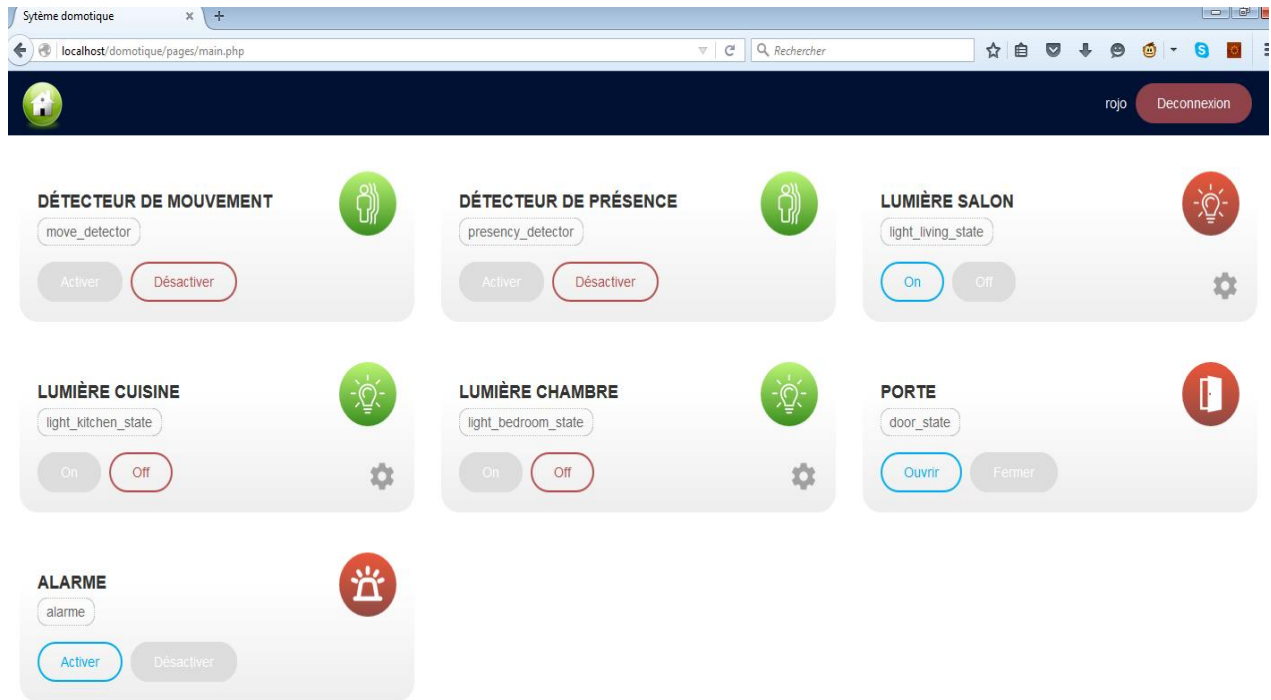


Figure 3. 22 : Page principale pour l'interface Web.

Au cours de ce chapitre, nous avons décrit toutes les étapes nécessaires de l'implémentation de notre maquette domotique y compris la présentation de l'environnement logiciel, la réalisation des circuits électronique, de l'interface Web afin d'aboutir à son fonctionnement. Notre système offre une perspective à l'utilisateur sur la manière dont telle technologie pourrait fonctionner et de piloter son réseau domotique afin d'assurer le bon fonctionnement du système.