

RAPPORT DE PROJET

PROJET INTERDISCIPLINAIRE 2012-2013

Sujet : Construction d'une maquette de maison dont la domotique est contrôlée depuis un smartphone.



Sommaire

I.	Introduction	3
1)	Pourquoi ce projet ?	3
2)	Cahier des charges	4
II.	Présentation du sujet	5
1)	Qu'est-ce que la domotique ?	5
2)	Etude du marché de la domotique	6
III.	Analyse fonctionnelle	8
1)	Enoncé du besoin	8
2)	Les fonctions de services_	9
3)	Le diagramme SADT	10
IV.	Présentation du sujet	11
1)	Solution envisagée	11
2)	La programmation.....	13
a.	Le HTML	13
b.	Le PHP	14
c.	Le Python	15
3)	La maquette	17
a.	Présentation.....	17
b.	Construction des systèmes.....	18
c.	Conception de l'électronique	20
V.	Evolutions possibles	25
VI.	Conclusion.....	26
VII.	Carnet de bord	28

I. Introduction

1) Pourquoi ce projet ?

Nos professeurs de Science de l'Ingénieur nous ayant laissé choisir l'intitulé de notre projet de cette année, nous avons décidé de réaliser quelque chose de risqué mais qui nous semblait toutefois possible. En plus d'être dans l'ère du temps, ce sujet nous tient à cœur car il s'approche de l'idée que nous nous faisons des sujets quotidiens sur lequel travaille l'ingénieur.

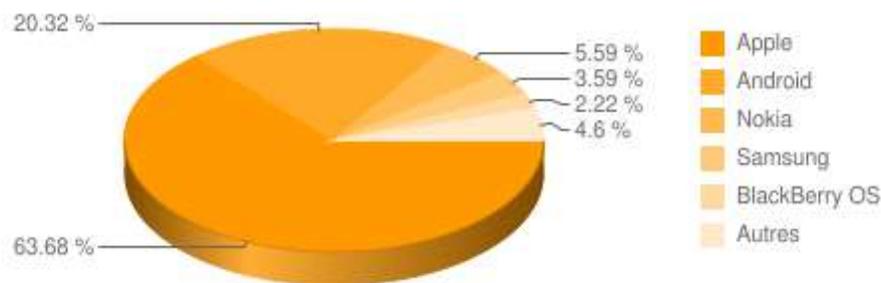
Pour mener à bien ce projet il nous a fallu réaliser beaucoup de recherches et assimiler différents langages de programmations et principes d'électricité et d'informatique. Nous nous sommes bien sûr servis de nos cours de SI des deux années passées pour tout de même avancer sur un terrain éclairé.

Donc pour répondre à la question posée, pourquoi ce projet ? Parce qu'il risque d'être intéressant et car nous le trouvons audacieux. Comment relier un simple moteur ou une simple ampoule à un smartphone situé à l'autre bout du monde ? Voici en quelques mots la problématique.

2) Cahier des charges

Le cahier des charges de notre projet est le suivant :

- Une maquette physique devra être réalisée afin d'illustrer le principe de domotique. La maquette sera à échelle réduite et ne doit pas être trop grande, moins d'un mètre cube. Celle-ci devra être construite à partir de matériaux de récupération.
- Un minimum de trois systèmes devra pouvoir être contrôlé depuis une application smartphone. Celle-ci devra être optimisée pour les systèmes d'exploitation de smartphone les plus répandus : Android de Google et iOS d'Apple.



Répartition des parts de marché des systèmes pour mobiles.

L'application devra néanmoins être utilisable sur n'importe quel appareil équipé d'un navigateur web.

- Le système global devra avoir une consommation électrique raisonnable.
- Le coût du projet doit être minime : privilégier la récupération ou l'utilisation de matériel déjà présent au lycée.
- Réaliser un site web « vitrine » du projet.

II. Présentation du sujet

1) Qu'est-ce que la domotique ?

Définitions de la Domotique

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents applicatifs de la maison (système de chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.)

En général un système domotique est un système permettant de centraliser la commande de certains éléments de la maison avec la possibilité d'effectuer des programmes horaires.

L'état actuel de la domotique

Plusieurs entreprises vendent des systèmes domotiques, certains sont plus « prêt-à-l'emploi » que d'autres mais dans tous les cas les solutions utilisées sont propriétaires et même parfois nécessitent un abonnement mensuel. Ces solutions ne sont pas évolutives et sont relativement onéreuses.

Les différentes solutions de domotiques qui existent nécessitent des travaux donc sont généralement installées lors de la construction de la maison.

Il existe aussi des solutions beaucoup plus petites qui permettent par exemple de contrôler une ampoule, une porte de garage ou encore un système de chauffage indépendamment. Ces solutions sont peu onéreuses mais non interopérables avec d'autres solutions et ont donc des fonctions limitées.

En France, le plus gros vendeur de matériel domotique est Somfy qui propose des solutions d'abonnement mensuel avec l'installation d'une « Somfy Box » qui est une sorte de serveur central de la maison.

La domotique est pourtant un marché en plein essor, malgré le fait qu'il n'existe aucun standard.

2) Etude du marché de la domotique

Nous avons effectué une étude comparative avec une grande entreprise spécialisée dans le domaine de la domotique : Somfy.



a. Qui est Somfy ?

Somfy est un groupe industriel français fondé en 1960. C'est aujourd'hui l'un des leaders mondiaux de la motorisation, de l'automatisation des ouvertures de l'habitat, du bâtiment, des systèmes d'alarmes. Somfy est présent dans quasiment tous les domaines principaux de la domotique : alarmes, appareils électroménagers, éclairages...

b. Equipements et tarifs

Pour mener à bien ses activités, Somfy commercialise de nombreux équipements pour répondre au besoin du client. Ces équipements sont alimentés grâce à un nouveau produit conçu par l'entreprise : la Somfy Box. La Somfy Box est le composant qui joue le rôle de central domotique, c'est lui qui commande et programme tous les équipements de la maison. Il a l'avantage de pouvoir commander les systèmes quel que soit le lieu où on se trouve : dans la maison à l'aide d'un ordinateur ou d'une tablette tactile, ou à l'autre bout du monde grâce à l'application installée dans un smartphone.



La Somfy Box

Les équipements commercialisés par Somfy sont les suivants :

- Portail motorisé : 399€
- Porte de garage motorisé : 199€
- Volet roulant : 179€
- Gestion de l'éclairage : 79€

- Gestion du chauffage : 149€
- Système d'alarmes : 1079€
- Somfy box : 449€

Soit un coût total proche de 2600€ pour l'installation de ces systèmes.

c. Conclusion de l'étude

A travers cette étude, nous avons pu connaître les activités de Somfy qui fabrique de nombreux produits afin de répondre à quasiment tous les besoins liés à la domotique. Cependant, la domotique n'est pas encore un domaine qui connaît un fort succès à cause du coût très élevé de l'installation de ces appareils comparé à notre projet qui implique des coûts moins importants.

De plus, il est à noter que Somfy, pour concevoir ses produits, utilise des logiciels fermés, non modifiables par le grand public, alors que les logiciels utilisés dans notre projet sont totalement open source et modifiable à souhaits.

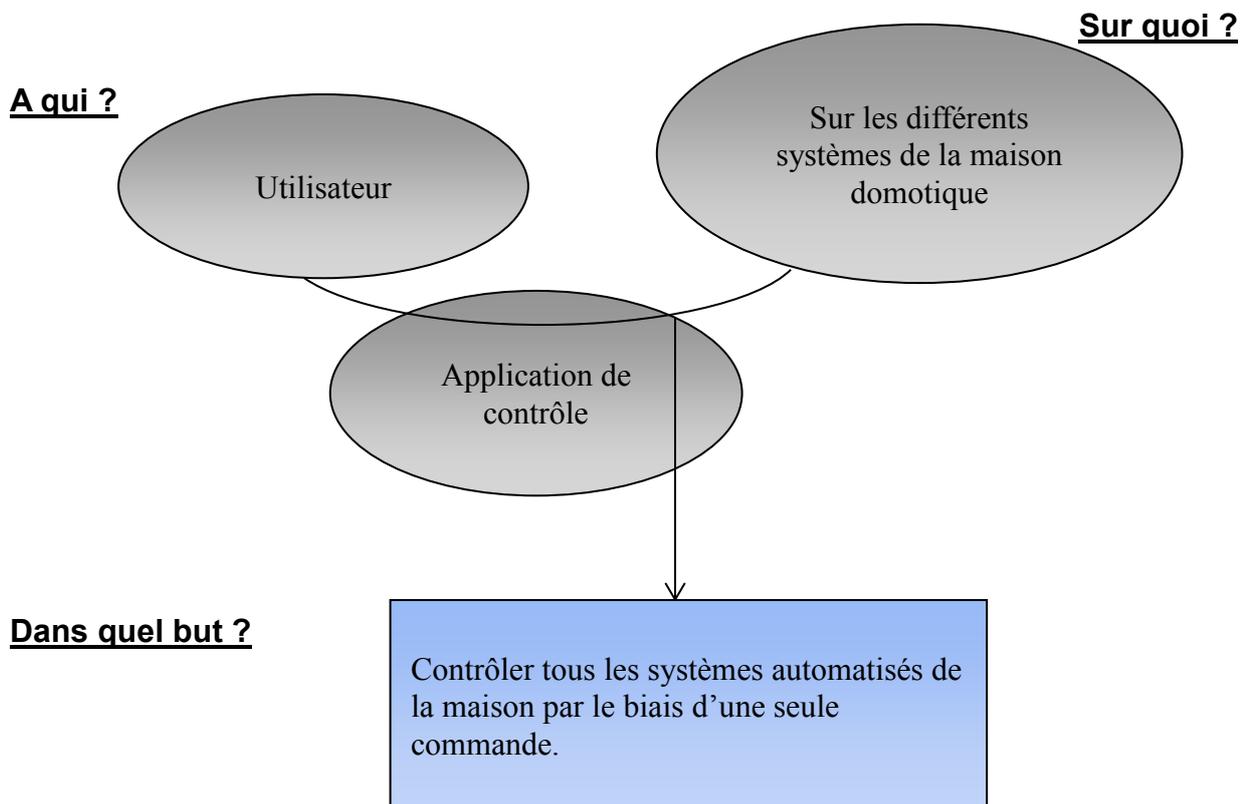
III. Analyse fonctionnelle

1) Enoncé du besoin

Pour répondre au besoin du produit, il faut répondre à trois questions fondamentales :

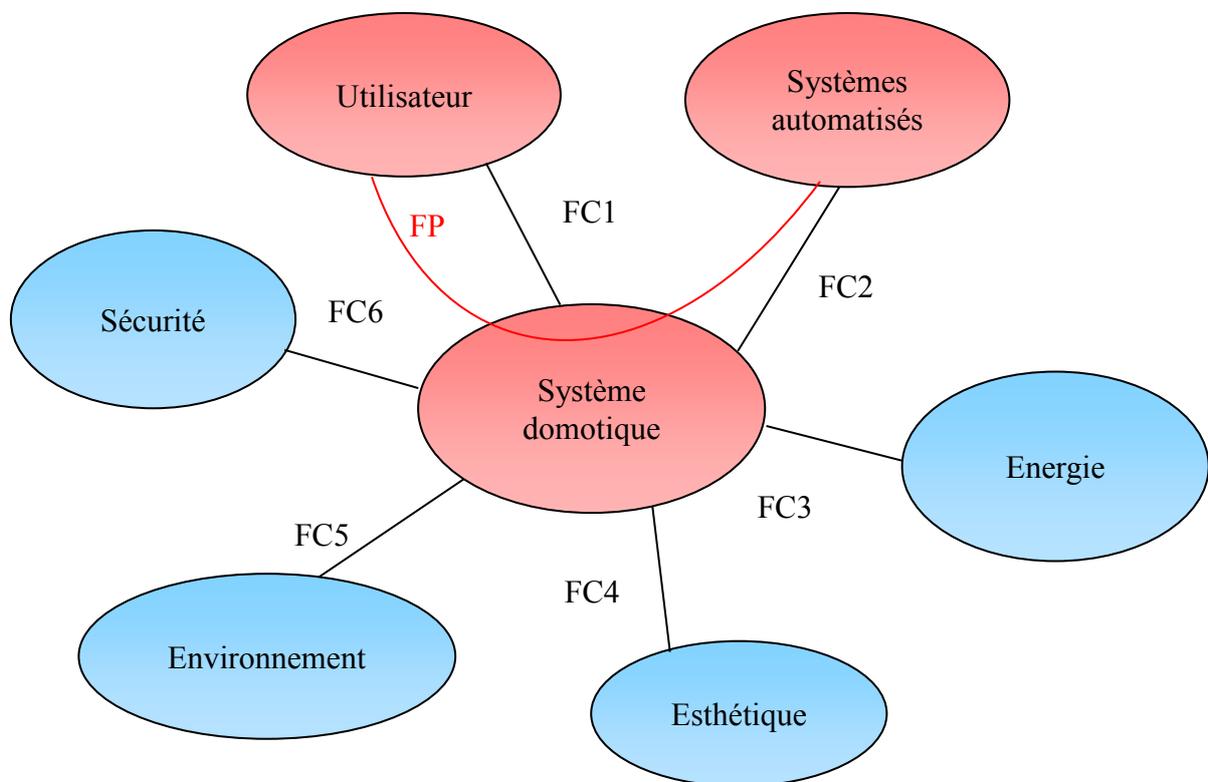
- A qui le produit rend-il service ?
- Sur quoi le produit agit-il ?
- Dans quel but le produit existe-t-il ?

Ces trois questions sont représentées dans un schéma que l'on appelle la bête à corne.



2) Les fonctions de services

Les fonctions de services désignent les relations devant exister entre le produit et les éléments de son environnement. Il existe donc des fonctions principales et des fonctions de contraintes. Ces fonctions de services sont résumées grâce à la méthode APTE (Application aux Techniques d'Entreprise) dans un graphe que l'on appelle le graphe des interactions.



FP : Faire fonctionner les systèmes automatisés commandés par l'utilisateur

FC1 : Permettre à l'utilisateur de commander à distance

FC2 : Adapter les différents systèmes au sein de la maison

FC3 : A une consommation électrique raisonnée

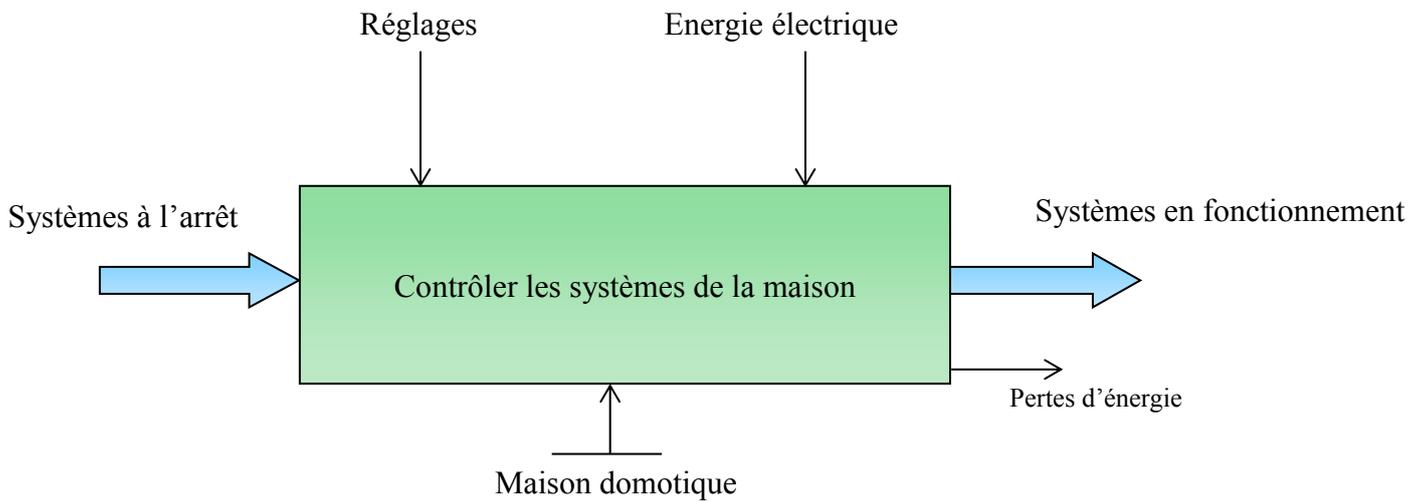
FC4 : Ne doit pas dégrader l'esthétisme de la maison

FC5 : S'adapter aux conditions environnementales

FC6 : Assurer la sécurité des habitants

3) Le SADT

La méthode du S.A.D.T (Structured Analysis and Design Technique) permet de gérer la matière d'œuvre entrante et la matière d'œuvre sortante du système. Ce graphe met donc en évidence la matière d'œuvre, les données de contrôle et les pertes du système.



IV. Présentation de notre projet

1) Solution envisagée

Nous avons vu que la problématique globale est « Comment relier un simple moteur ou une simple ampoule à un smartphone situé à l'autre bout du monde ? ». Pour répondre à celle-ci nous allons avoir besoin d'un intermédiaire. Après diverses recherches nous avons déniché l'élément qui nous manquait ; celui-ci se nomme Raspberry Pi.



Le Raspberry Pi, élément central de notre projet.

Le Raspberry Pi est un mini-ordinateur de la taille d'une carte de crédit disposant d'un processeur avec une architecture ARM (différente de nos PC classiques x86-64) cadencé à 700Mhz. Il dispose aussi de 512Mio de mémoire vive, dispose d'une sortie HDMI et le stockage de masse se fait sur une carte mémoire SD (du type appareil photo). Tout cela en fait donc un véritable petit ordinateur ne coûtant que 35€ et disposant d'un système d'exploitation Linux. Ce mini-pc conviendra donc parfaitement à nos besoins, en effet il est parfaitement capable d'héberger l'application ainsi que les différents programmes nécessaires à son fonctionnement.

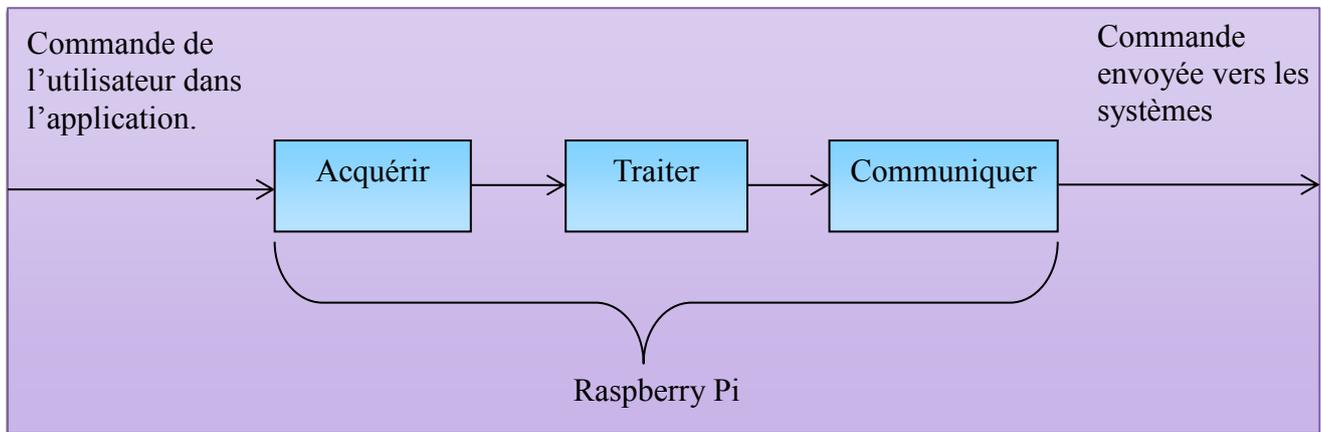
Cette plateforme dispose aussi de ports appelés GPIO (Global Purpose Input Output) et vont nous permettre d'actionner différents composants comme des relais ou de lire l'état de différents capteurs.

C'est donc un véritable ordinateur que nous pouvons relier à internet à l'aide d'un port Ethernet RJ45.

Le défi est de réussir à créer une application capable de contrôler les ports logiques du Raspberry Pi.

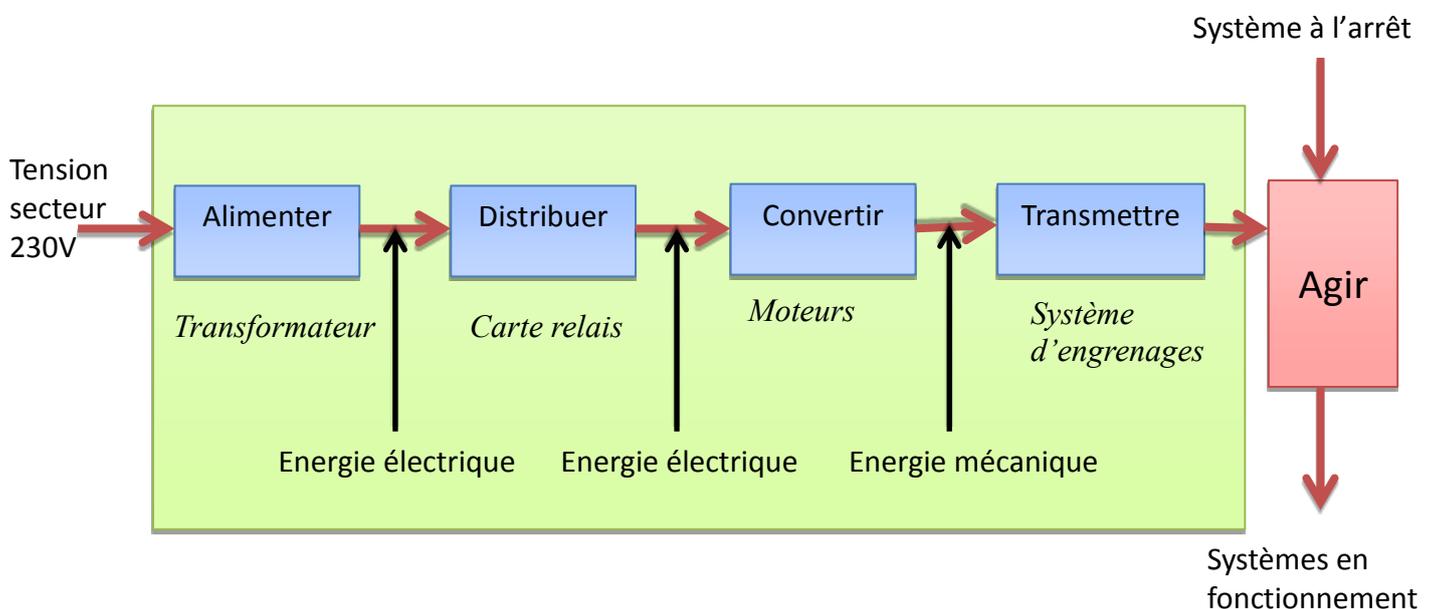
Chaîne d'information :

La chaîne d'information représente la transmission de l'information dans les différents composants électroniques du système. On voit bien que le Raspberry Pi est omniprésent sur cette chaîne.



Chaîne d'énergie :

La chaîne d'énergie met en scène les flux énergétiques qui se produisent au cours d'un cycle de fonctionnement de l'ensemble des systèmes de la maison.



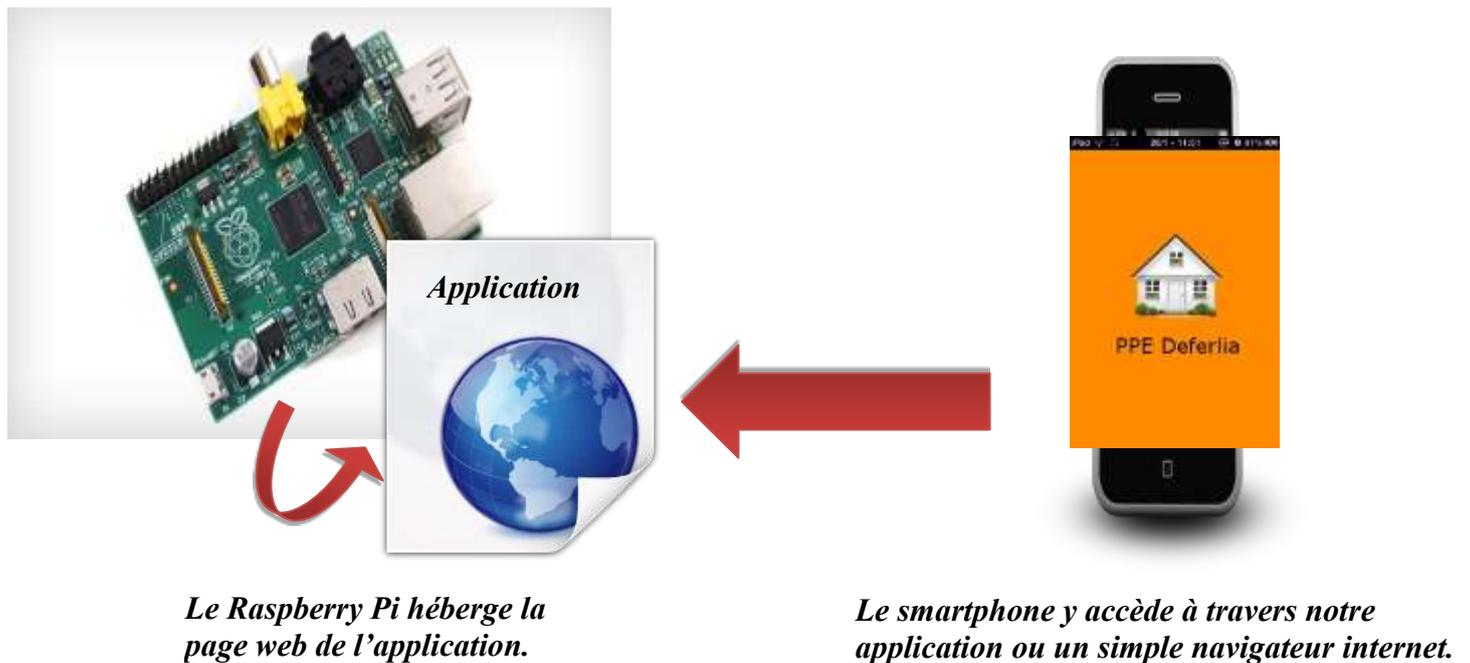
Grâce à cette chaîne d'énergie, nous avons déjà une idée des composants que nous allons installer ; un transformateur pour adapter le courant du secteur, des relais, des moteurs et un système d'engrenage.

2) La programmation

Ayant pour contrainte de réaliser une application utilisable par n'importe quel appareil, il nous est apparu plus simple de réaliser une page web que nous intégrerons dans une application vide, prête à recevoir du contenu de la part du Raspberry Pi.

Nous avons réalisé ce type d'application pour les Smartphones Apple et Android qui sont les deux grands géants du marché actuel.

Schéma de fonctionnement de l'application :



Pour que cela fonctionne nous devons donc réaliser un page web. Pour cela, nous avons utilisé le langage HTML qui permet de créer rapidement un site internet. Nous utiliserons également le langage PHP qui permet de créer de sites web de façon plus avancée.

a. Le HTML

L'Hypertext Markup Language, abrégé HTML, est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie, et des programmes informatiques.

On peut programmer en HTML avec un simple éditeur de texte, mais nous avons utilisé le logiciel Notepad++ qui propose des fonctionnalités intéressantes.

Le HTML permet de remplir le contenu des pages. Celui-ci va permettre en effet d'écrire telle phrase dans tel paragraphe, ou encore quels liens notre site va afficher, en utilisant des balises. Celles-ci se présentent sous cette forme :

`<balise> </balise>`

La première sert à indiquer le début de la balise tandis que l'autre marque sa fin. Certaines balises sont obligatoires comme la balise `<html>` que l'on commence en tout début de document et qui se termine à la fin de celui-ci.

Voilà quelques balises, parmi les plus utilisées :

- `Titre du lien` sert à faire un lien vers une autre page.
- `<div id="nom du bloc"> Contenu du bloc</div>` permet de créer un bloc pouvant contenir des informations
- `<p> Contenu du paragraphe </p>` est utilisé pour créer un paragraphe différent qui sera séparé des autres par un retour à la ligne
- `
` est une balise spéciale qui peut être utilisée sans avoir de balise de début, et dont le but est de faire un retour à la ligne.

La structure générale d'un document HTML est la suivante :



Le HTML est souvent utilisé conjointement avec des langages de programmation (JavaScript) et des formats de présentation (CSS), ceux-ci peuvent être directement intégrés dans un document HTML au moyen de balises spéciales.

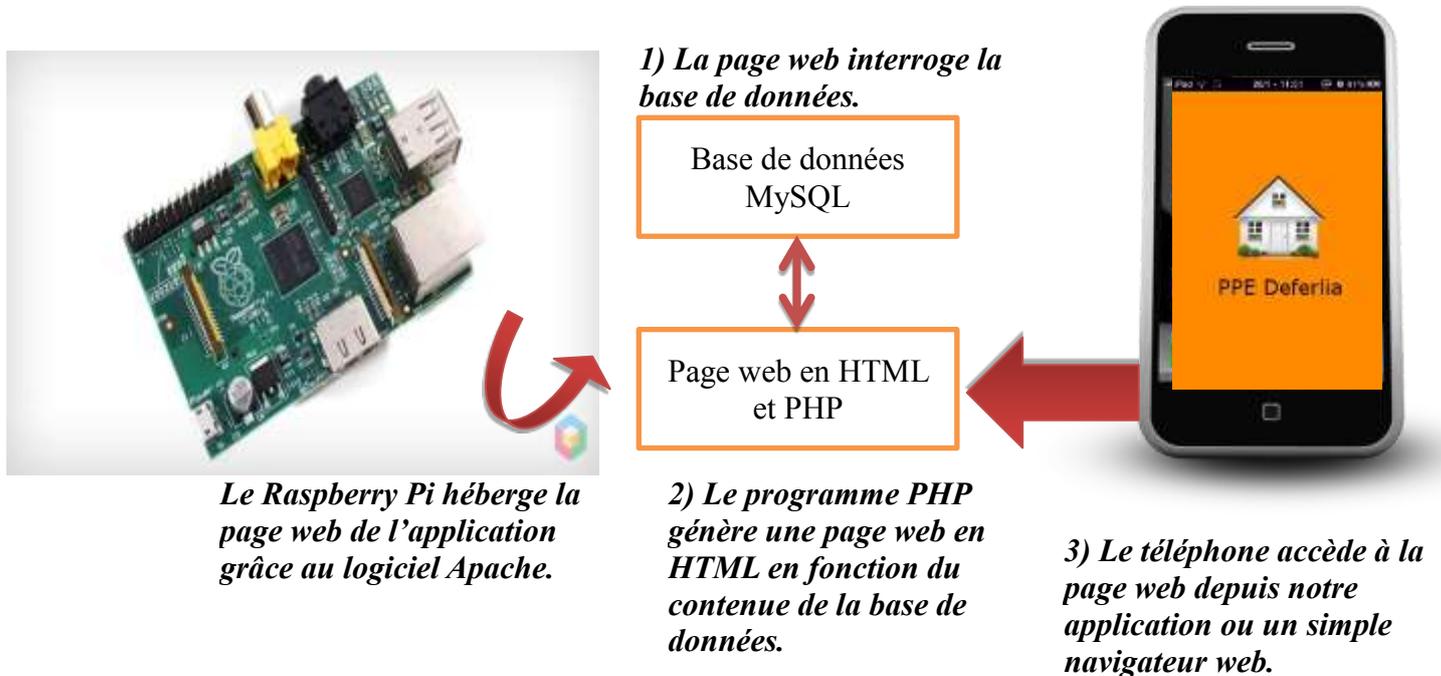
b. Le PHP

PHP Hypertext Preprocessor, plus connu sous son sigle PHP, est un langage de programmation compilé à la volée, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP (protocole internet, dans notre cas le logiciel utilisé se nomme Apache).

Dans notre projet, le PHP est utilisé conjointement avec une base de données qui stocke l'état de chacun des systèmes de la maison mais également les mots de passes des utilisateurs.

Le logiciel de base de données utilisé est MySQL et son extension phpMyAdmin qui nous permet d'administrer le système sans écran, le tout à distance.

Schéma d'explication de fonctionnement de l'application :



Nous sommes donc parvenus à faire le lien entre le Raspberry Pi et le smartphone.

Maintenant il s'agit d'établir un lien entre le serveur web qui héberge notre application et les éléments extérieurs comme des relais ou des capteurs.

Pour cela nous avons développé un petit script qui contacte la base de données toute les 3 secondes et vérifie qu'aucun ordre n'a été donné. Si un ordre est donné, le script envoie une commande au port logique correspondant, ce qui actionne par exemple l'allumage d'une ampoule dans la maison.

Ce script est développé en langage Python.

c. Le Python

Python est un langage de programmation objet (un objet représente un concept, une idée ou toute entité du monde physique, comme une voiture, une personne ou encore une page d'un livre).

Le langage Python est placé sous une licence libre et fonctionne sur la plupart des plateformes informatiques, de Windows à Unix en passant par Linux, Mac OS, ou encore Android, iOS. Il est conçu pour optimiser la productivité des programmeurs en offrant des outils de haut niveau et une syntaxe simple à utiliser.

Il est également apprécié par les pédagogues qui y trouvent un langage où la syntaxe,

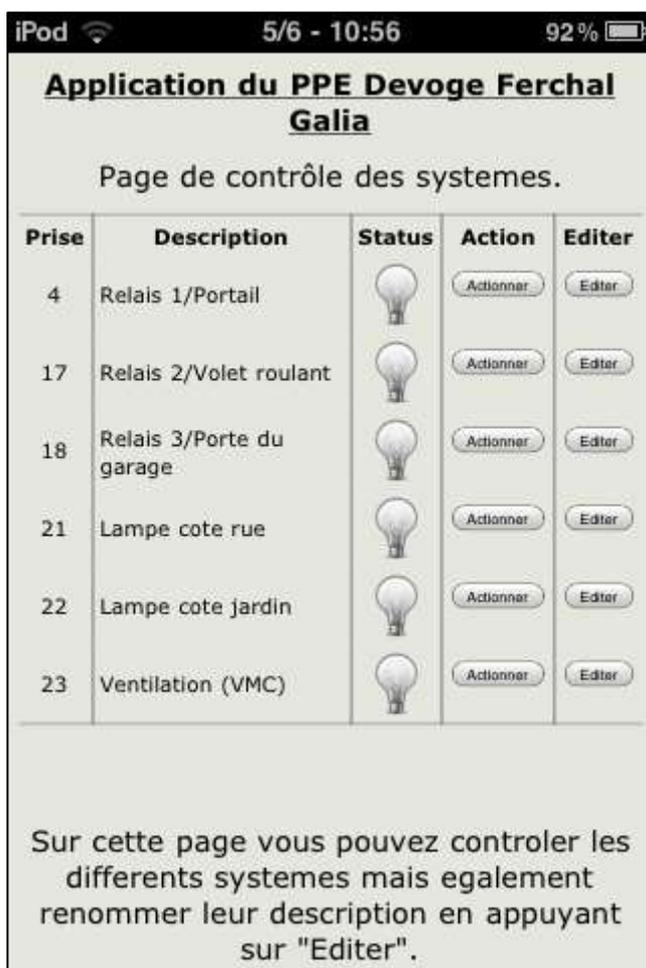
clairement séparée des mécanismes de bas niveau, permet une initiation plus aisée aux concepts de base de la programmation.

➤ Autre logiciel utilisé :

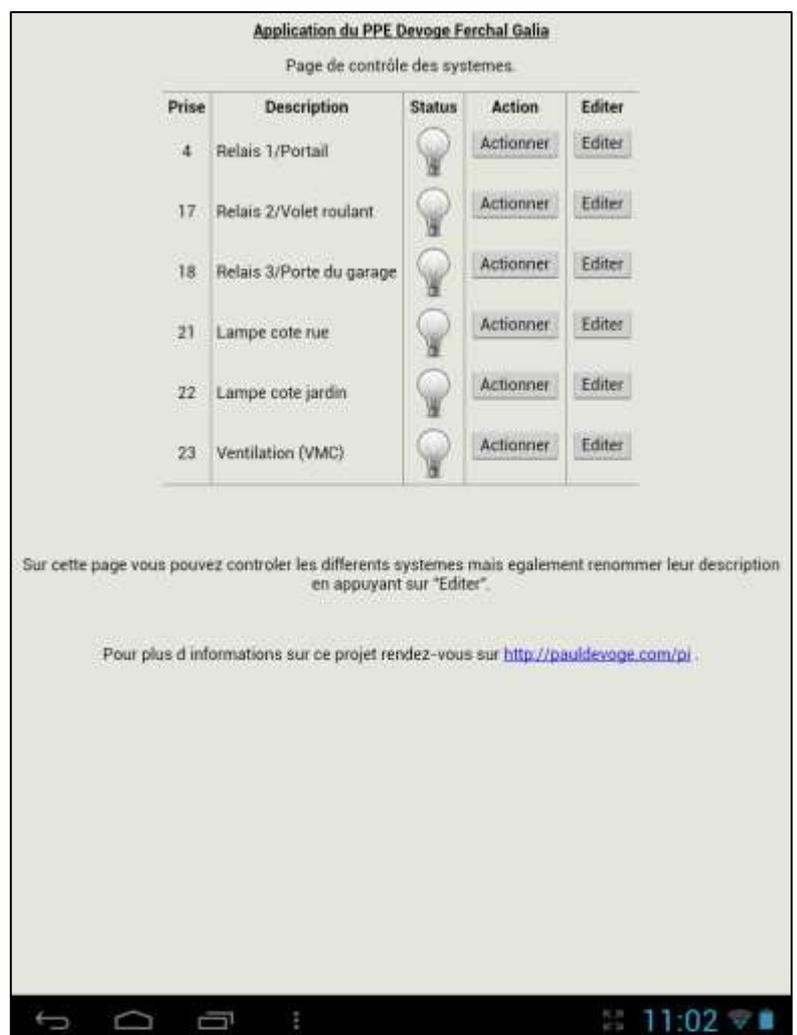
Nous avons également utilisé le logiciel DynDNS qui permet d'attribuer une URL fixe à un ordinateur pour pouvoir y accéder de n'importe où dans le monde. Cela rend notre projet capable d'être contrôlé depuis n'importe quel endroit du globe.

Lorsque qu'un utilisateur donne un ordre depuis son téléphone, le programme PHP stocke cet ordre dans la base de données. Le script python qui surveille la base de données y trouve cet ordre puis l'exécute en alimentant la bobine d'un relais par exemple.

Et voici notre application :



Application iPhone



Application tablette Android



Icone de l'application

3) La Maquette

a. Présentation

Le cahier des charges de notre projet inclut la réalisation d'une maquette pour illustrer le fonctionnement de l'application.

➤ Etape 1 : Support

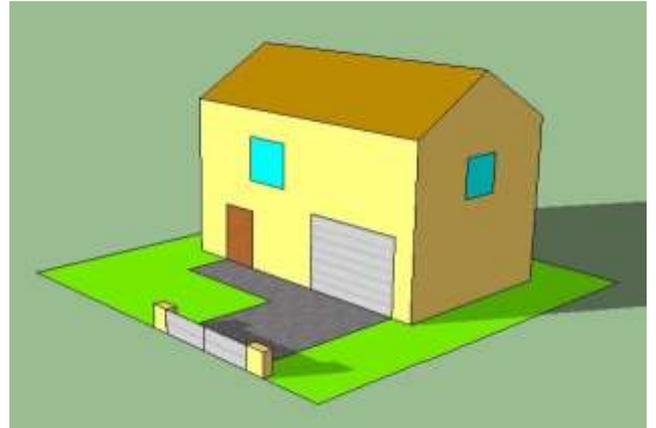
Le support de la maison est une planche en bois de dimensions 70*60cm. Ce support est surélevé grâce à quatre pieds en bois.

➤ Etape 2 : Murs de la maison

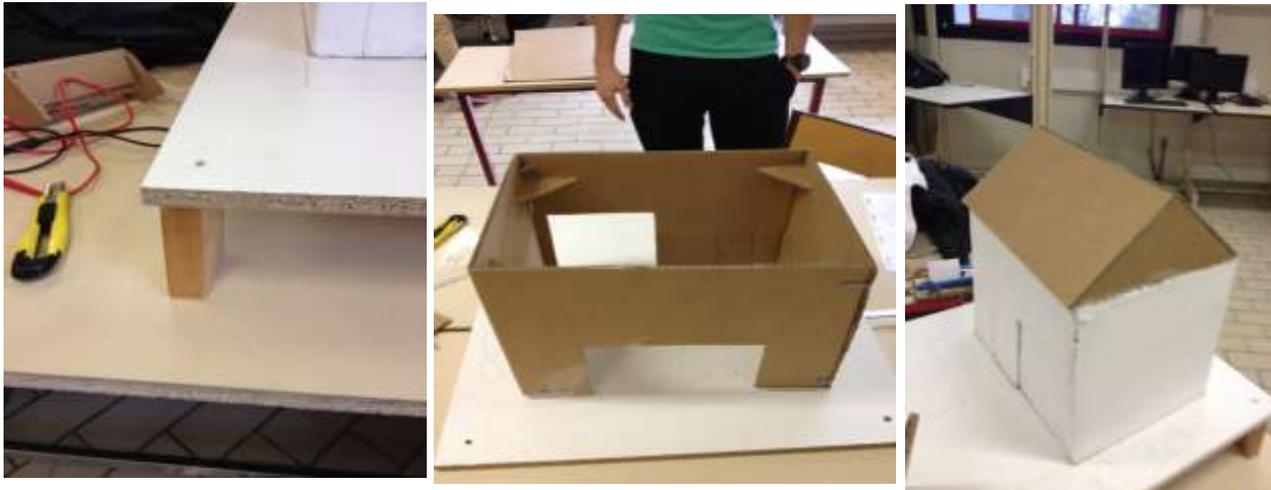
La maison est construite en carton, elle est renforcée avec des équerres et des fils de fer.

➤ Etape 3 : Toit de la maison

Le toit est aussi en carton, son utilité est uniquement esthétique.



Modélisation de la maison sur le logiciel Google Sketchup.



Photos des trois étapes présentées ci-dessus.

➤ Etape 4 : Décoration de la maison

Concernant l'aspect esthétique de la maquette, nous avons utilisé de la peinture en bombe pour peindre les murs et le toit. Nous avons également fixé de la moquette verte pour simuler une pelouse.



b. Construction des systèmes de la maison

Le cahier des charges impose un minimum de trois systèmes contrôlables. Nous avons choisi d'en construire cinq.

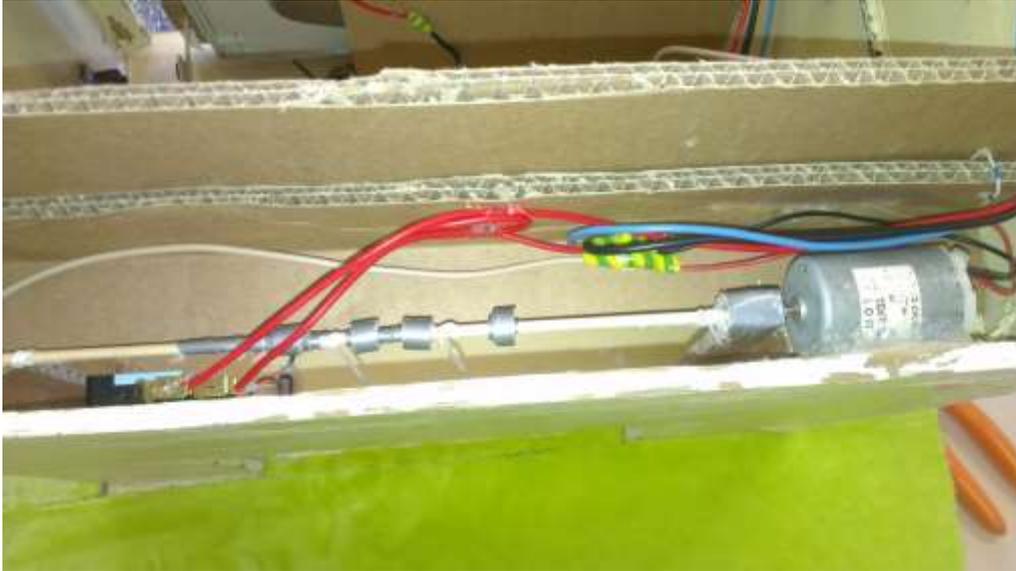
➤ Système n°1 : Le Portail

Le portail est l'unique entrée dans la propriété. Celui-ci est entraîné par deux axes rotatifs reliés à un moteur. Ce système possède deux capteurs de position pour détecter si le portail est ouvert ou fermé.



➤ Système n°2 : Volet roulant

Le volet roulant est constitué d'une planche en pvc installée dans la maison le long du mur arrière. La planche est reliée à un câble qui va s'enrouler autour d'un treuil et soulever le volet.



➤ Système n°3 : Porte de garage

La porte de garage permet d'accéder au garage avec un véhicule. La porte s'ouvre en translatant sur le côté. Le mouvement est assuré grâce à la platine d'un lecteur de CD de récupération.



➤ Système n°4 : Ventilation mécanique contrôlée (VMC)

La VMC permet de renouveler l'air à l'intérieur de l'habitat. Nous avons installé deux ventilateurs d'ordinateur pour modéliser celle-ci.



➤ Système n°5 : Eclairage extérieur

Un éclairage extérieur est utile de nuit pour illuminer une zone. Nous avons placé une diode et sa résistance sur les deux murs principaux pour au final avoir une lampe côté rue et une lampe côté jardin.

c. Conception de la partie électronique

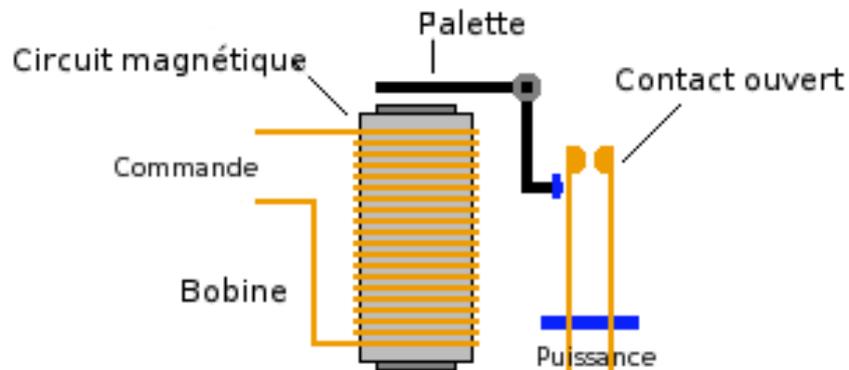
Nous avons vu précédemment que notre projet nécessite l'utilisation d'un mini-ordinateur. Nous allons voir dans cette partie comment nous l'avons intégré à la maison et relié aux différents systèmes.

➤ La carte relais

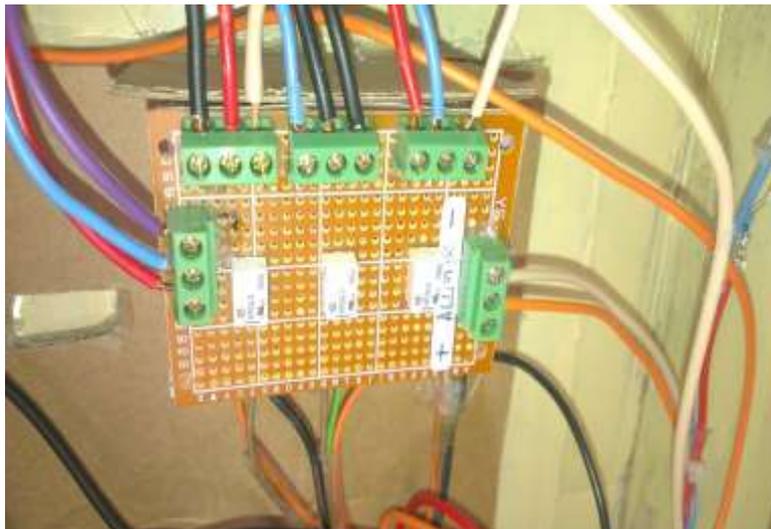
La carte relais est un circuit que nous avons réalisé, il est composé de trois relais. Un relais électromécanique est un organe électrotechnique permettant la commutation de liaisons électriques.

Le relais est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance d'un appareil électrique et permet, entre autres, un isolement galvanique (le courant ne peut

circuler directement entre les deux circuits) entre la partie commande et la partie puissance. Un relais est composé principalement d'un électroaimant, qui lorsqu'il est alimenté, transmet une information à un système de commutation électrique : les contacts.



Le système de commutation peut être composé d'un ou plusieurs interrupteurs simples effets appelés contacts normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NC). Les bobines des relais sont alimentées directement par le Raspberry Pi.



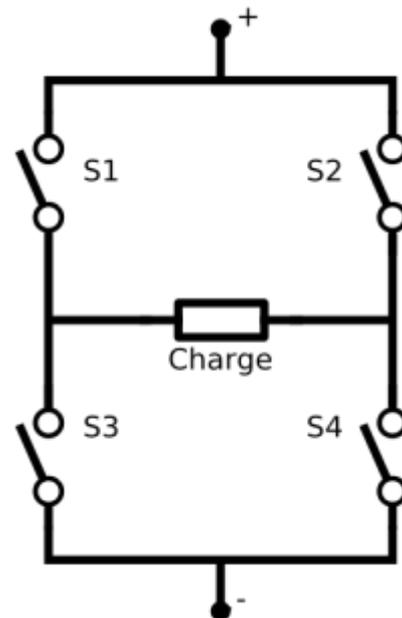
Carte sur laquelle les trois relais et des borniers de connections sont soudés.

Les relais de cette carte sont des 2RT composés chacun d'une bobine et de deux contacts NO et de deux contact NC. Ce type de relais peut être câblé comme un pont en H, donc permet d'échanger la polarité aux bornes des moteurs et donc de changer leur sens de rotation.

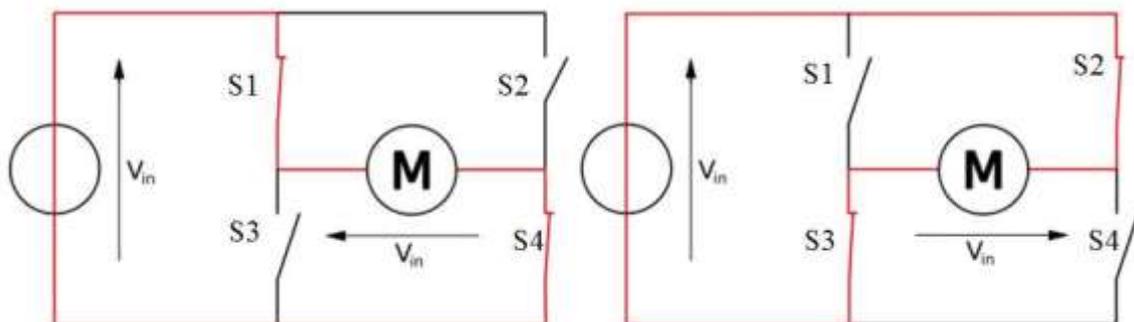
Le pont en H permet de contrôler la polarité de la tension aux bornes du moteur, ou de ne le

soumettre à aucune tension (moteur arrêté). Les commutateurs sont actionnés deux par deux soit S1-S4 ou S2-S3 pour faire tourner le moteur (charge) dans un sens ou dans l'autre.

S1	S2	S3	S4	Résultat
✓	✗	✗	✓	Courant positif à travers le moteur.
✗	✓	✓	✗	Courant négatif à travers le moteur.

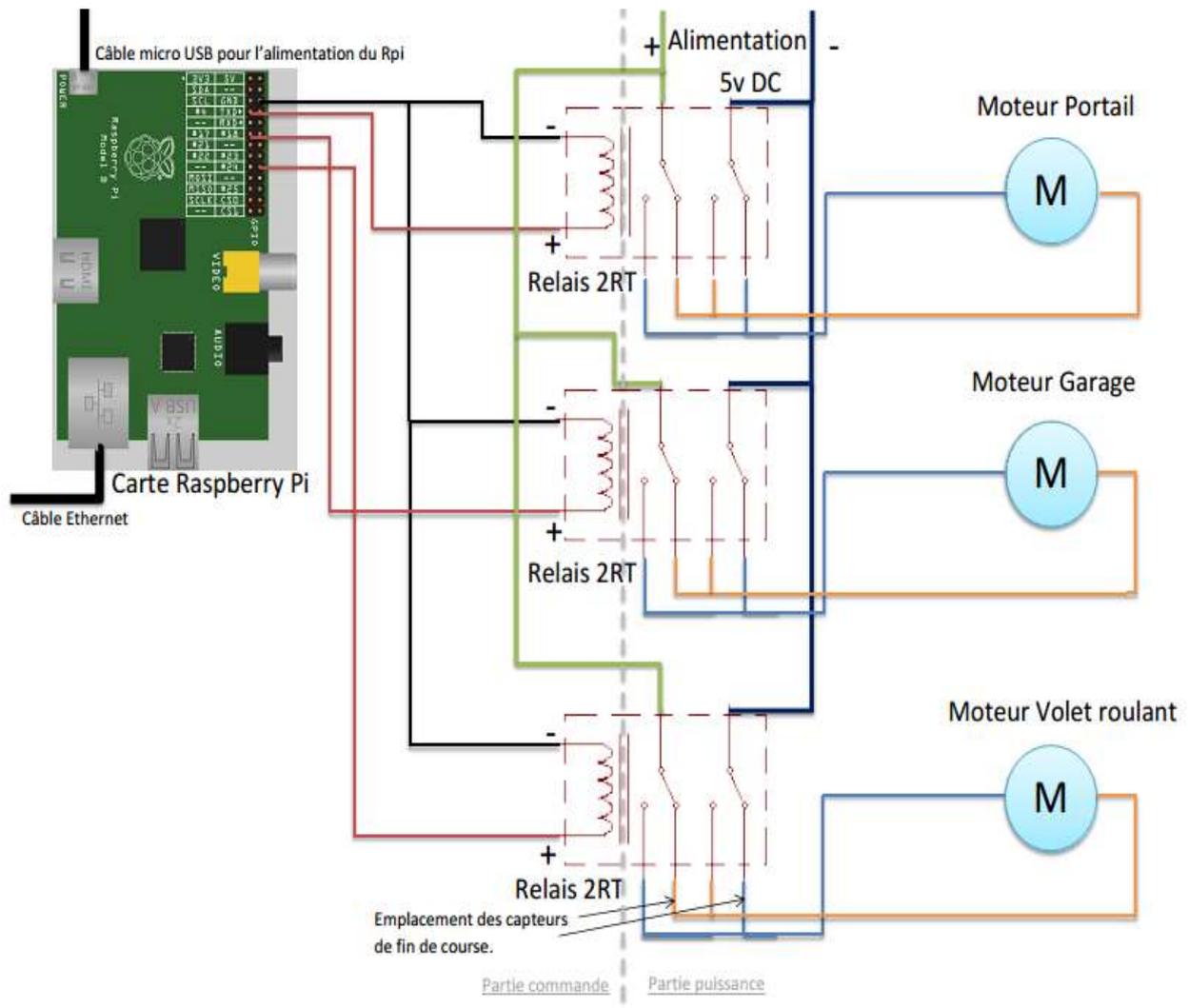


Le moteur tourne dans le sens des aiguilles d'une montre avec S1-S4 et dans le sens inverse avec S2-S4.



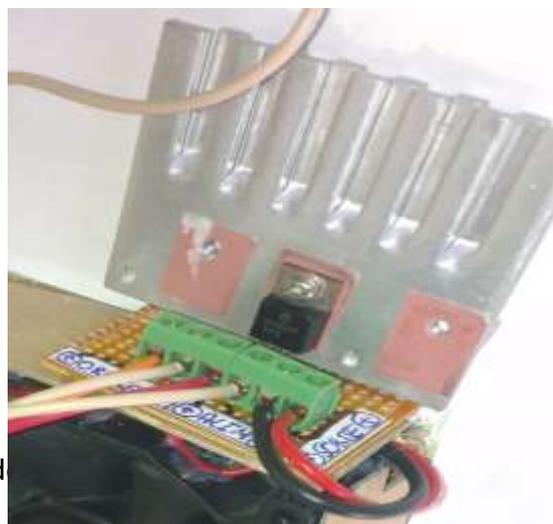
Ce montage permet donc simplement d'inverser le sens de rotation de nos moteurs et donc par exemple d'ouvrir puis fermer le portail.

Schéma électrique des systèmes nécessitant un pont en H :



➤ Le transistor

Dans la maquette, un transistor a été placé afin d'alimenter les ventilateurs du système de VMC avec une tension de +12V alors que le Raspberry Pi ne délivre que +1,5V.



➤ Les capteurs de position

Transistor et son radiateur

Un capteur de position permet de savoir si un élément matériel se trouve actuellement à un

endroit donné. Nos capteurs sont des boutons poussoirs câblés en NC (c'est-à-dire qu'ils sont passants s'ils ne sont pas actionnés).

Un dernier problème persistait ; la connexion internet du lycée étant protégée, nous ne pouvions pas y brancher le Raspberry Pi. Nous avons donc décidé de réaliser nous-même notre propre réseau Wifi à l'aide d'un ancien routeur Wifi.

➤ Le routeur Wifi

Un routeur Wifi permet de créer un point d'accès à internet pour des périphériques mobiles. Le nôtre est une box ADSL relié au Raspberry Pi par un câble Ethernet RJ45.

