

PROJETS ARDUINO 2018-2019

Maison connectée

Rapport de projet

Étudiants : Amad Salmon & Quentin Darroux - Groupe 4

Encadrant : Pascal Masson

github.com/amadsalmon/Maison-Connectee-par-Arduino

École Polytechnique de l'Université de Nice Sophia-Antipolis

1645 Route des Lucioles, 06410 Biot

SOMMAIRE

I - MOTIVATIONS & OBJECTIFS	3
POURQUOI AVONS NOUS CHOISI CE PROJET ?	
CAHIER DES CHARGES	
PLANNING INITIAL	
II - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES	4
III - PRÉSENTATION DU MATÉRIEL	6
COMPOSANTS	
ESTIMATION DU COÛT DU PROJET	
IV - RÉALISATION	8
AJOUTS EN COURS DE DÉVELOPPEMENT	
CONCEPTION MATÉRIELLE	
ÉLABORATION DE L'ALGORITHME	
DÉROULEMENT RÉEL DU PROJET	
V - PERSPECTIVES	12
BIBLIOGRAPHIE	13

I - MOTIVATIONS & OBJECTIFS

POURQUOI AVONS NOUS CHOISI CE PROJET ?

Notre première envie était de créer un objet connecté. Nous voulions imaginer un objet utile et utilisable dans la vie réelle. Nous voulions également un objet qui réponde aux besoins d'aujourd'hui et de demain. De plus, ayant en commun une passion pour la technologie et un intérêt particulier pour la domotique, c'est tout naturellement que nous avons décidé de construire une maison connectée.

CAHIER DES CHARGES

Lorsque nous avons commencé à réfléchir au projet nous sommes assez rapidement tombés d'accord pour créer une maison pratique à vivre, sécurisée, et connectée. Nous voulions qu'elle comporte les fonctionnalités principales décrites ci-dessous.

Élimination des clés de la porte d'entrée

La toute première fonctionnalité imaginée est celle permettant à l'utilisateur de ne plus dépendre de clés physiques. Ainsi, le déverrouillage et le verrouillage de la porte d'entrée de la maison se feraient de deux manières : par entrée d'un code à quatre chiffres ou bien par commande sans-fil à partir d'un smartphone.

Détection d'intrus

Une autre fonctionnalité imaginée est la détection de présence. Nous voulions que la maison puisse détecter la présence d'intrus (c'est-à-dire de personnes qui ne devraient pas se trouver là) dans la maison. En cas de présence non autorisée, une sirène d'alarme retentirait (*fig I.1*) et un système dédié aux intrusions se déclencherait (cf paragraphe suivant).



Fig I.1

Surveillance par photo/vidéo

En cas d'effraction, la maison prendrait instantanément une photo ou une vidéo de l'intrus et l'enverrait directement sur le smartphone du propriétaire de la maison.

Domotique

Afin de rendre la maison encore plus pratique à vivre, nous voulions intégrer des fonctionnalités d'automatisation des tâches, entre autres : allumage des lumières en fonction de la présence ou non d'habitants, allumage du chauffage en fonction de la température, ouverture et fermeture des volets en fonction du jour et de la nuit.



Première conception du projet (27/10/2018)

PLANNING INITIAL

Nous avions initialement prévu un planning où chacun de nous avait une ou deux tâches à réaliser par semaine et ce jusqu'à la phase finale du projet.

Tâches	Date	Semestre 3			Semestre 4					11-Mar
		13-Dec 1	20-Dec 2	Vacances	10-Jan 3	17-Jan 4	04-Feb 5	11-Feb 6	25-Feb 7	
Faire le plan de la maison										
Modélisation 3D										
Construction de la maison										
Brancher le buzzer										
Code de la sirène										
Code du détecteur de mouvements										
Brancher le détecteur de mouvements										
Assembler le verrou au moteur										
Code du moteur										
Branchement du moteur										
Installation des lumières										
Code des lumières										
Code système verrouillage										
Code écran										
Installation écran										
Code des communications Bluetooth										
Branchement Bluetooth										
Ajout de fonctionnalités supplémentaires										

PRÉSENTATION

II - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Comme dans tout projet, nous avons rencontré des nombreuses difficultés qui nous ont poussé à modifier en cours de route les fonctionnalités de notre maison.

Détecteur infrarouge

C'est par exemple assez tôt que nous avons pris la décision d'abandonner une des principales fonctionnalités initiales de notre projet : celle de la détection de présence. En effet le capteur infrarouge que nous voulions utiliser pour détecter la présence d'intrus ne fonctionnait pas du tout comme nous le souhaitions. Son mode de fonctionnement nécessitait une pause de 6 secondes entre chaque détection, ce qui ne nous convenait évidemment pas, puisque pendant ce laps de temps d'inactivité, un intrus pourrait s'introduire sans être détecté. Nous avons également relevé des problèmes de fiabilité : les présences n'étaient pas toutes détectées.

Module de la caméra

Nous avons aussi dû abandonner l'idée de prendre en photo l'intrus qui essayerait de pénétrer dans la maison. En effet, la carte Arduino n'est pas assez puissante et, n'est pas conçue pour transmettre des images précises prises à partir d'une caméra grâce à un module Bluetooth ou avec une carte Wifi. Cet abandon nous a parut comme étant l'un des plus important car ce module nous paraissait essentiel pour l'aspect sécurité d'une maison connectée.

Écran LCD

L'installation de l'écran nous a énormément embêté. Tout d'abord, il nécessitait un grand nombre de pins, ce qui faisait qu'il était impossible de le tester en même temps que tous les autres modules, chose qui a ralenti notre progression. Pour régler ce premier problème, nous nous sommes procuré un pont I²C qui réduit le nombre de pins nécessaires à quatre. Le second problème, le plus important, était que l'écran n'était pas

fiable du tout : souvent il n'affichait que des rectangles noirs (*Fig. 0.2*) et rendait donc impossible l'affichage de caractères. Ce problème fut solutionné en partie par l'arrivée du pont I²C mais aussi par du bricolage de programme permettant d'arriver à un résultat convenable.

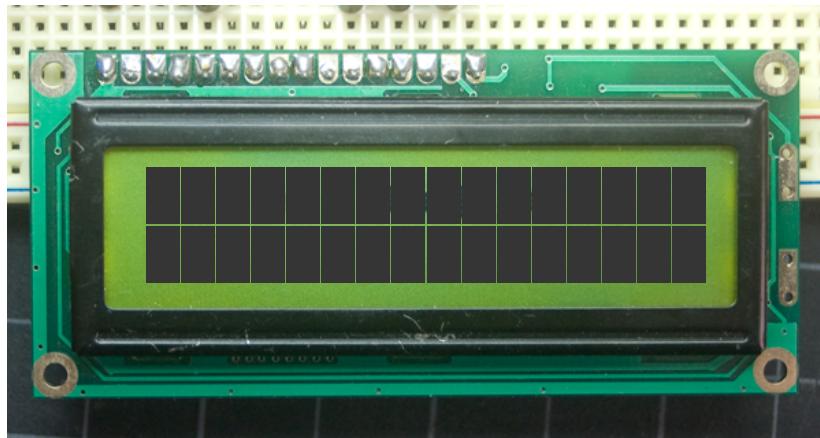


Fig. II.1

Problèmes mineurs

Bien heureusement, beaucoup de problèmes rencontrés n'étaient que mineurs et nous avons pu les régler.

Un premier problème que nous avons vite pu corriger est la consommation anormale d'énergie par le servomoteur, et ce grâce à un condensateur placé entre le 5V et le GND sur la carte Arduino.

Aussi, nous avons rencontré plusieurs autres problèmes matériels que, même plusieurs semaines après, nous n'avons pas réussi à expliquer même plusieurs semaines après, comme par exemple le fait que le servomoteur cessait aléatoirement de fonctionner, le rendant inutilisable d'une semaine à une autre.

Côté code, plusieurs erreurs d'incompatibilité sont apparues lorsqu'il a fallu utiliser la librairie Wire ainsi que lorsque nous sommes passés de la carte Arduino Uno à la carte Arduino Mega.

III - PRÉSENTATION DU MATÉRIEL

COMPOSANTS

En l'état final, notre maison comporte 9 modules plus ou moins complexes et interconnectés.

CARTE ARDUINO

Après avoir passé plusieurs semaines en travaillant sur une carte Arduino Uno, le nombre de pins limité nous a obligé à passer à une carte Arduino Mega. Non seulement cette dernière présente 54 I/O (dont 14 de PWM !) digitales, mais elle comporte aussi 16 entrées analogiques dont les ports SOA et SCL qui permettent de brancher facilement l'écran I²C (*cf. Paragraphe suivant*).

PIÈCES ESSENTIELLES

Keypad

Nous utilisons un digicode 3x4 qui présente 10 chiffres, 4 lettres, et 2 symboles, ce qui nous permet d'utiliser le keypad pour le code d'entrée mais aussi pour la sonnette et comme bouton de verrouillage du système.

Bouton

Un bouton à l'intérieur de la maison permet à l'habitant de verrouiller ou de déverrouiller la porte de l'intérieur, ce qui est indispensable étant donné qu'il ne possède pas de clé.

Moteur

Nous avons choisi un servomoteur 180° comme serrure pour la porte d'entrée de la maison.

INDICATEURS

Écran LCD avec pont I²C

L'écran LCD sert à indiquer à l'utilisateur à l'extérieur de la porte d'entrée quoi faire : attendre le déverrouillage de la porte, saisir le code, etc... Afin de réduire le nombre de pins nécessaires à l'écran, nous avons utilisé en fin de projet un pont I²C (*fig III.1*) qui ne nécessite que deux I/O.

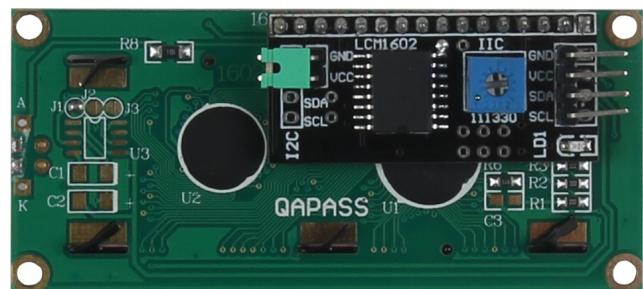


Fig III.1 : Écran avec pont I²C

BUZZER

Le buzzer sert de sirène d'alarme qui s'active au bout de 3 échecs du mot de passe. Aussi, elle émet des sons lorsque le mot de passe entré est erroné ou bien lorsqu'un invité se présente est appuie sur la sonnette.

LED RGB

Afin d'indiquer de manière simple l'état du système à l'utilisateur, nous utilisons un code couleur :

- Rouge si le mot de passe entré est erroné
- Rouge clignotant si un intrus se présente

- Orange lorsque le système attend une identification
- Vert lorsque le système est déverrouillé

Cette fonctionnalité est prise en charge par une LED RGB placée à l'extérieur de la maison à côté de l'écran LCD.

Bande de LED RGB

Située à l'intérieur de la maison, cette bande de 4 LED RGB représente un chauffage autonome. Elle nécessite la librairie Neopixel.

LED

Deux LED classiques sont encastrées dans la paroi intérieur de la maison, et fonctionnent comme éclairage intérieur.

COMMUNICATIONS RF

Choix du module sélectionné

Pour les communications RF avec l'Arduino, nous avons choisi d'utiliser un module de transmission Bluetooth. Le modèle sélectionné est le HC-06. Nous avons décidé des actions qui seront disponibles à l'exécution à distance via Bluetooth :

- Déverrouillage & verrouillage de la porte par téléphone
- Allumage d'un chauffage
- Réglage de la luminosité de l'éclairage intérieur

MONTAGE COMPLET

Voici le schéma de montage complet (*fig III.2*). Le logiciel qui nous a permis de faire ce schéma¹ n'a cependant pas tous les composants que nous avons utilisé (en particulier le keypad 3x4) et ne permet pas de choisir les connexions entre les composants de manière libre, ce qui fait que certains branchements sur ce montage ne sont pas indispensables et ne sont pas présents dans notre projet.

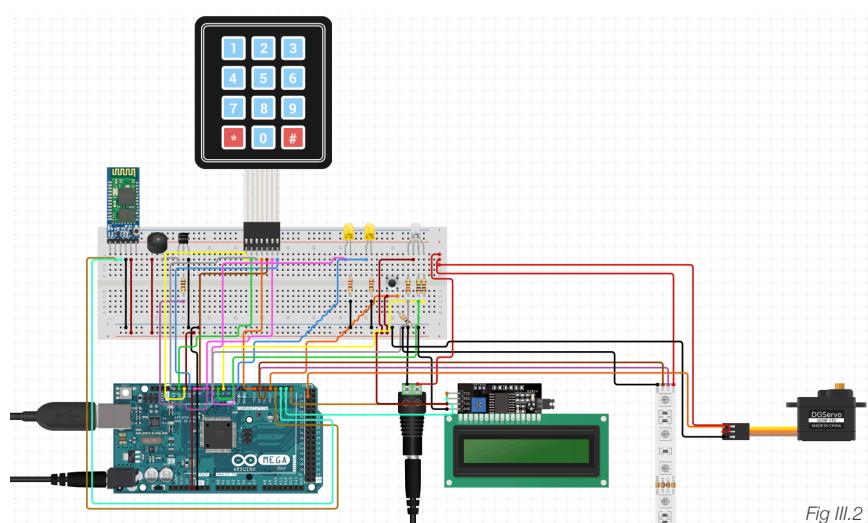


Fig III.2

¹ circuitio.io

ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

Ayant en tête la possibilité d'une application du projet dans la réalité, nous avons réalisé une estimation du coût total des installations. En comptant tous les composants utilisés, le coût total de ce projet serait de 100€. Évidemment, ce chiffre n'est pas très représentatif de la réalité, puisqu'il utilise des composants probablement inutilisables dans la vie réelle et qu'il inclut à plus de 30% le coût des murs (celui des planches en bois). Il faudrait aussi compter le coût de découpe laser des planches de bois au laboratoire de fabrication qui, au grand public, s'élèveraient à environ 50€.

Description	Quantité	Prix à l'unité	Coût
Arduino MEGA	1	€ 35	€ 35
Carte Bluetooth	1	€ 4	€ 4
Servomoteur	1	€ 5	€ 5
Bande LED	4	€ 0,2	€ 1
LED RGB	1	€ 0,1	€ 0,1
Écran LCD & pont I ² C	1	€ 9	€ 9
Keypad	1	€ 5	€ 5
Câbles	1	€ 5	€ 5
Bouton	1	€ 2	€ 2
Planches de bois 8 mm	6	€ 5	€ 30
Planches de bois 5mm	1	€ 4	€ 4
Total			€ 100

(estimation basée sur les prix moyens d'achat sur Internet)

IV - RÉALISATION

AJOUTS EN COURS DE DÉVELOPPEMENT

Durant le développement du projet, nous avons petit à petit affiné nos objectifs et revu le fonctionnement global de la maison, notamment à cause des nouveaux besoins que l'on découvrait au fur et à mesure des tests effectués. C'est notamment le cas de l'ajout du bouton à l'intérieur de la maison qui sert à verrouiller et déverrouiller la porte d'entrée, du chauffage autonome, ou encore des LED d'éclairage intérieur réglables en luminosité par Bluetooth.

Un autre ajout effectué est celui d'une fonctionnalité innovante : en fin de projet nous avons pensé à ajouter une sonnette accessible aux malentendants. En effet, lorsqu'un invité se présente à la porte d'entrée et appuie sur la sonnette (bouton D du keypad), non seulement le son de la sonnette retentit, mais les lumières

intérieures de la maison clignotent 3 fois, afin que les malentendants puissent être avertis de la présence de cet invité.

CONCEPTION MATÉRIELLE

Matériellement parlant, notre projet a nécessité beaucoup d'investissement. C'est donc plus d'une quinzaine heures de travail au laboratoire de fabrication SoFAB pour construire la maquette de la maison à partir de janvier 2019. Pour nous donner une idée du rendu final, la première étape de la conception matérielle fut la modélisation 3D de la maquette (*fig IV.4*). Par la suite, nous avons découpé les planches de bois à la découpeuse laser, ce qui a nécessité de d'abord dessiner les traits de découpe sur ordinateur (*Fig. IV.1 & IV.2*). C'est un long travail car cela demande beaucoup de mesures à faire et beaucoup de précision, mais le rendu en vaut la peine puisque ce sont des découpes nettes et précises au millimètres que nous obtenons (*Fig. IV.3*).

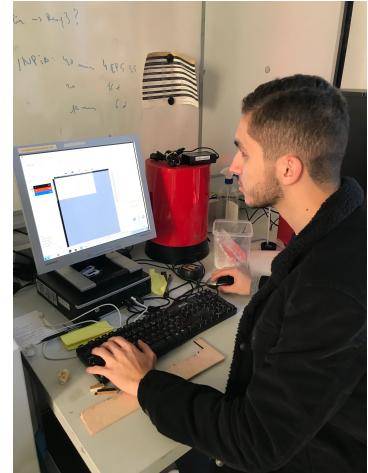


Fig. IV.1

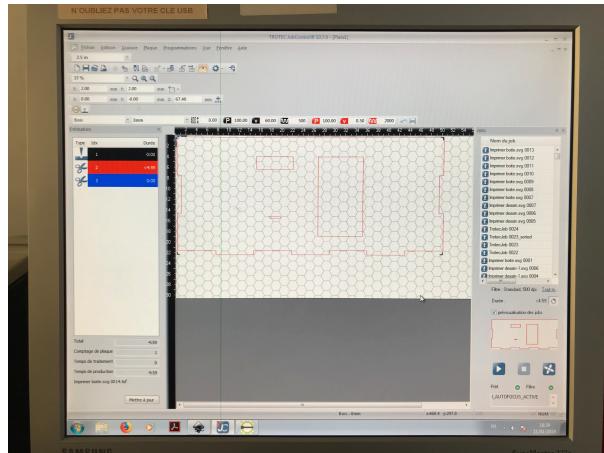


Fig. IV.2



Fig. IV.3

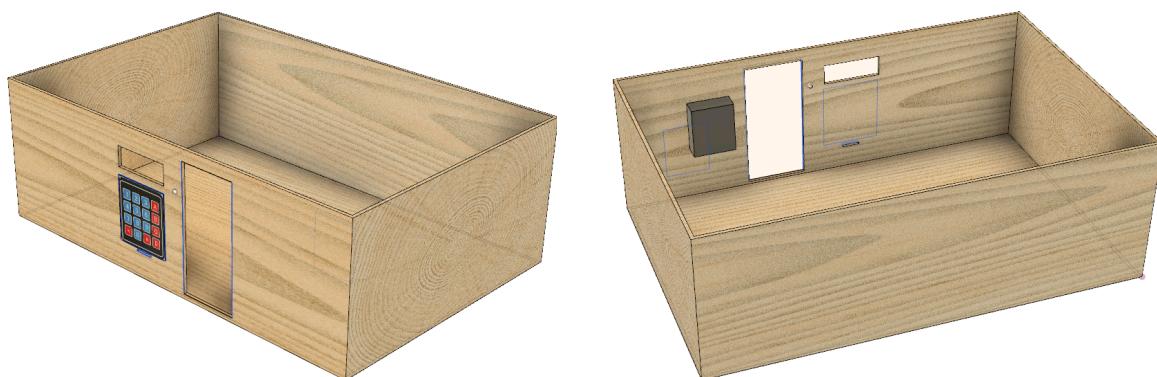


Fig IV.4 : Première modélisation 3D du projet (01/01/2019)

ÉLABORATION DE L'ALGORITHME

Au fur et à mesure de l'ajout des différents modules du projet, nous avons été confrontés à un problème majeur quant à la conception algorithmique. En effet nous avions besoin d'intégrer le code de chaque module à un seul et même programme, alors que Arduino fait tourner en boucle une seule fonction, le `void loop()`. Pour pallier à ce problème, nous avons imaginé trois « variables d'état » (*Attente d'identification*, *Intrusion*, *Permission accordée*) qui sont en permanence mises à jour en fonction de l'état du système et qui, à chaque tour de boucle `loop()`, dirigent le programme vers le comportement adéquat.

Par défaut, la boucle entre dans « Attente d'identification » et attend donc que l'utilisateur tape quelque chose sur le clavier. Mais lors de l'intégration du Bluetooth et du bouton intérieur, nous avons du revoir cet algorithme afin de donner la priorité aux commandes venant de ces deux nouveaux éléments. En conséquence, à chaque tour de `loop()`, le programme vérifie tout d'abord si une commande Bluetooth a été donnée ou si le bouton intérieur a été enclenché.

Voici un diagramme simplifié du fonctionnement de notre programme (fig. IV.4).

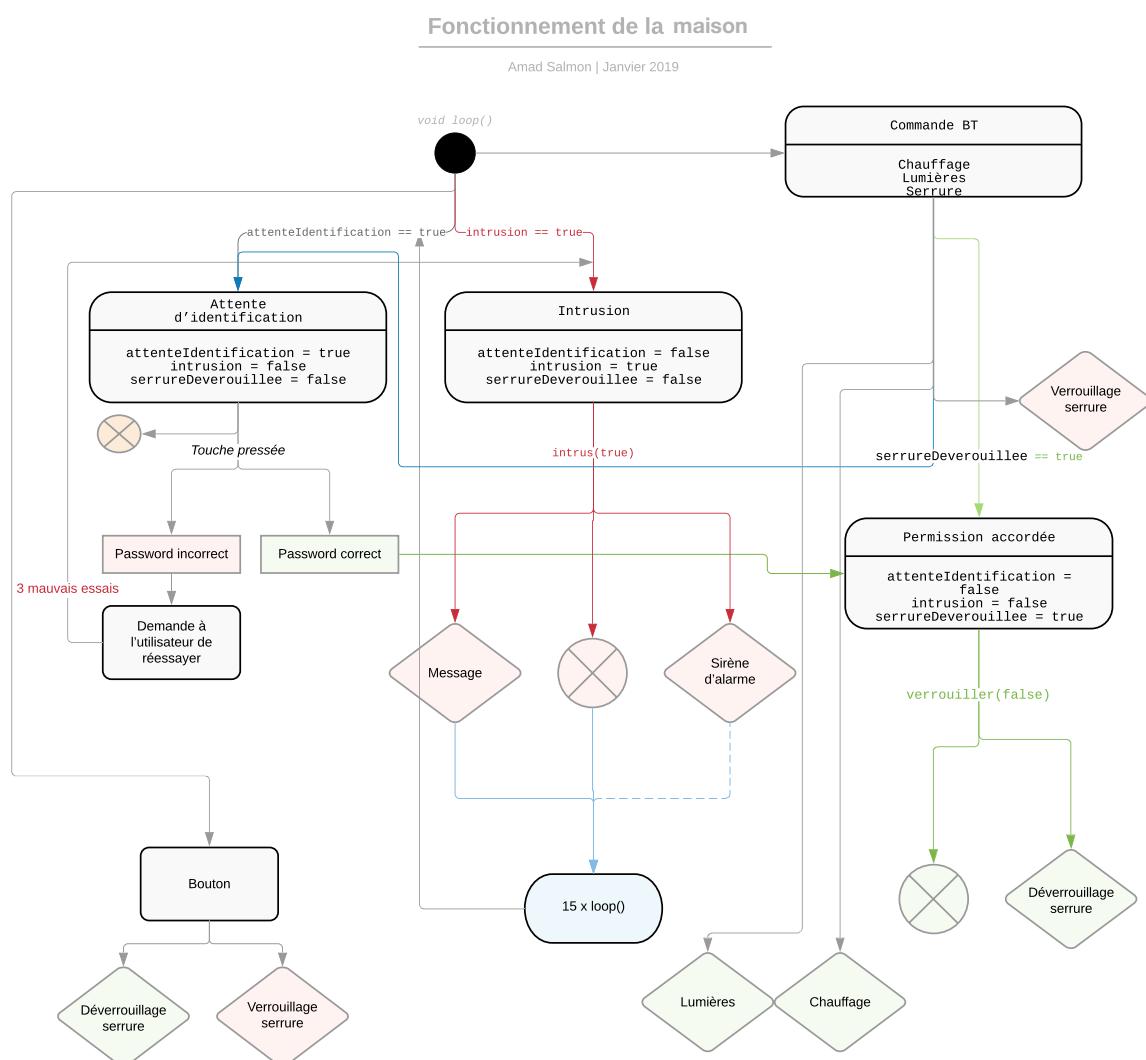
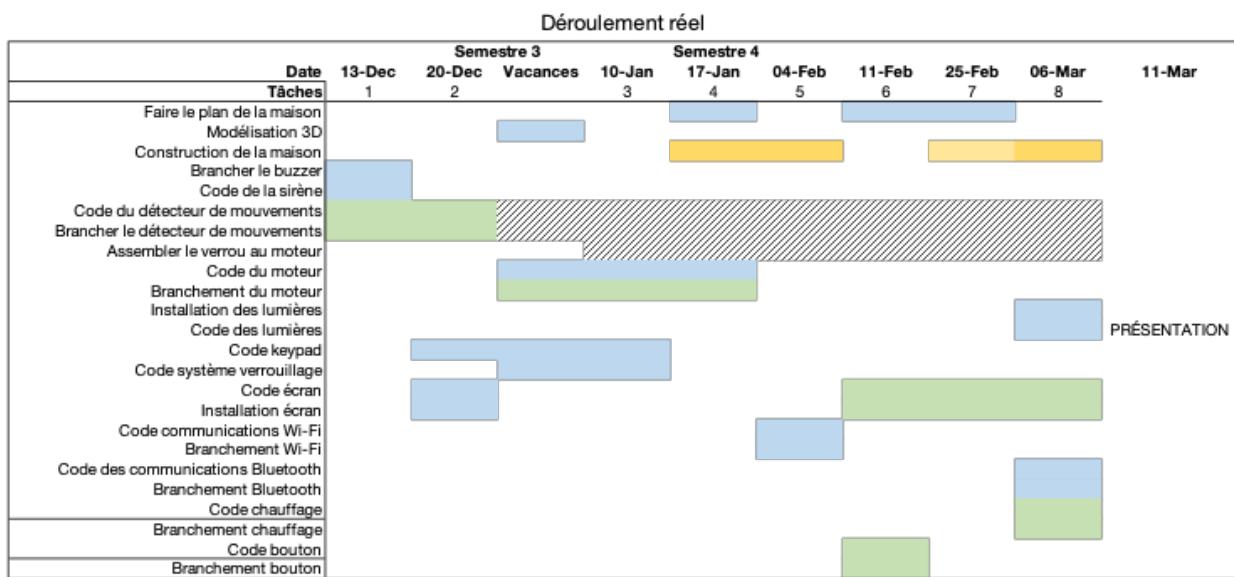


Fig. IV.5 : diagramme détaillant le fonctionnement du programme

DÉROULEMENT RÉEL DU PROJET

Évidemment, le développement du projet s'est déroulé très différemment de ce qui était d'abord prévu dans le planning initial. Ceci est du à plusieurs facteurs. Tout d'abord, l'abandon de plusieurs modules importants a déréglé le planning initial, de même que l'ajout de nouvelles fonctionnalités. Aussi, lorsque l'un deux nous deux avait une difficulté, l'autre venait souvent à son aide, ce qui retardait le progrès de ce dernier.



 Par Quentin


 Par Amad


 Travail commun


Rendu de la maquette au cours de la dernière semaine

V - PERSPECTIVES

Pour conclure, nous pouvons dire avec certitude que ce projet fut très intéressant à réaliser. Ça a été pour nous deux la première fois que nous avons eu à nous mettre dans un processus de création avancée, où l'on part de zéro. On a du d'abord trouver un idée, puis le développer en faisant face à des difficultés ce qui nous a appris à toujours réévaluer notre progression. Il y a parfois eu des moments de frustration lorsque survenaient des problèmes que l'on n'arrivait pas à résoudre, ou lorsqu'il nous était impossible de respecter nos envies initiales, comme par exemple pour l'abandon de la caméra.

Cette expérience nous a permis de comprendre les difficultés que l'on peut avoir lors de la réalisation d'un projet, et qu'il peut être difficile de respecter un planning donné. Nous avons été poussés à travailler dans un environnement que l'on ne connaissait pas, ce qui est très bénéfique puisque cela nous a permis d'apprendre à rechercher par nous-même des solutions aux problèmes rencontrés.

Nous sommes fiers du travail que nous avons fourni afin de pouvoir finir le projet à 100% en temps et en heure tout en étant capables d'ajouter des dernières fonctionnalités durant la dernière semaine.

Avec quelques semaines supplémentaires et si nous avions accès à tout le matériel nécessaire, nous aurions aimé intégrer davantage de modules connectés, comme par exemple des volets roulants sur les fenêtres qui s'ouvrent en fonction de l'ensoleillement extérieur.



Merci à M. Pascal Masson, professeur d'électronique, pour son aide précieuse tout le long du développement du projet.

Merci à M. Marc Forner, manager du laboratoire de fabrication SoFAB, qui nous a attentivement guidé dans la fabrication de notre maquette.

BIBLIOGRAPHIE

(liens cliquables après téléchargement de ce fichier PDF)

Principales ressources utilisées

Cours sur les communications RF

Cours sur les moteurs

Support Adafruit (Keypad, buzzer, ruban LED)

Support pour l'utilisation du pont I2C de l'écran LDC

Modèle de rapport

Aides ponctuelles

CircuitBasics (Keypad)

HowToMechatronics (LED RGB, PWM)

Outil de création des murs de la maison

Conception

circuito.io Pour les schémas de montage des circuits

Carrefour numérique Générateur de boîtes