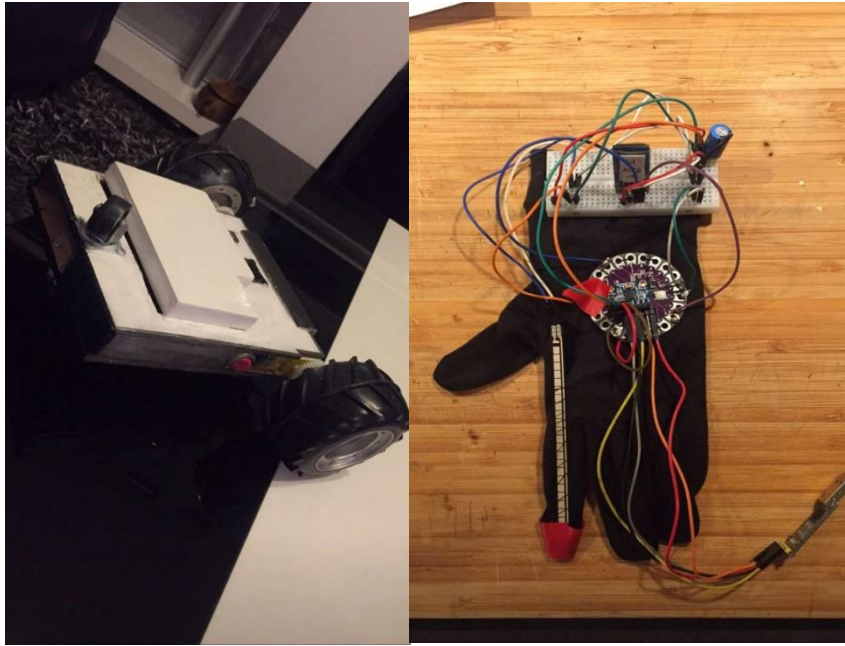


# RAPPORT FINAL



## HandcarDuino

---

GARROT Thibault

16 mars 2020

G2 Peip2

RAZANAKOTO Tsiory

Projet Arduino 2019-2020

## SOMMAIRE

### I. LE CAHIER DES CHARGES

- 1) MOTIVATIONS ET OBJECTIFS DE NOTRE PROJET
- 2) CONTRAINTES
- 3) MATERIEL UTILISE
- 4) RESULTATS ATTENDUS

### II. TACHES EFFECTUEES ET COMPARATIF DIAGRAMME DE GANTT

- 1) CONSTRUCTION DE LA VOITURE
- 2) CONSTRUCTION DU GANT

### III. COMPARATIFS PLANNING PREVISIONNEL ET REEL

### IV. CONCLUSION

---

Notre projet intitulé « HandCarduino » a pour but de commander une voiture à distance avec les mouvements de la main. Cela consiste à pouvoir piloter une voiture de la taille d'une voiture télécommandée avec un gant qui fait office de télécommande, et à cela s'ajoute aussi d'autres spécificités qu'on vous fera parvenir par la suite.

## I. CAHIER DES CHARGES

### 1) MOTIVATIONS ET OBJECTIFS DE NOTRE PROJET

On avait pour Motivation de créer qui nous amuse à tous les deux, mobile et non statique. L'idée de construire une voiture télécommandée nous convenait parfaitement ; mais bien évidemment créer et innover une nouvelle voiture télécommandée en dehors de ce qu'on a déjà fait en TP d'Arduino, et ainsi lui ajouter certaines fonctionnalités. De plus on a été séduit par les projet innovants que Mr. Masson nous a montré avec les gants intelligents, on a donc voulu allier le besoin de déplacer un objet avec l'idée futuriste d'utiliser un gant pour créer notre projet.

D'une part comme premier objectif, c'est d'arriver à déplacer la voiture avec les différents mouvements de la main, pour cela on utilise donc un gant comme télécommande à distance. A chaque mouvement de la voiture est associé une inclinaison de la main (on vous expliquera par la suite comment on procédera pour traduire ces inclinaisons avec l'Arduino) : . Une inclinaison vers le bas => la voiture avance

. Une inclinaison vers le haut => la voiture recule

Respectivement avec une  
inclinaison haut ou bas

. Une inclinaison vers la droite => la voiture tourne à droite

. Une inclinaison vers la gauche => la voiture tourne à gauche

D'autre part à cela s'ajoute un deuxième objectif, qui était de retourner la voiture grâce à un piston ou vérin, ou un système à ressort. Cette option est actionnée à l'aide d'une flexion d'un doigt. Donc pour ajouter encore plus de fonctionnalités à la voiture on profite de l'idée des flexions des doigts pour ajouter d'autres options amusantes à notre voiture en dehors de la propulsion par piston ou vérin.

### 2) CONTRAINTES

- 1) Contrôler une voiture avec des commandes gestuelles à distance.
- 2) Adapter la gestuelle aux mouvements de la voiture.
- 3) Déplacer la voiture en autonomie (alimentation interne à la voiture).
- 4) Faire le projet avec une limite de temps.
- 5) Gérer les communications entre la voiture et le gant.
- 6) Renverser la voiture (vérin, propulseur, piston, ressort).
- 7) Faire face aux éventuels problèmes techniques.
- 8) Construire et designer la voiture pour qu'elle soit adaptée à nos besoins (rouler à l'endroit et à l'envers).
- 9) Faire marcher tous les composants ensemble.

### 3) LE MATERIEL

- Carte Arduino UNO (pour la voiture) / carte Lilypad (pour le gant)
- Gant
- Résistances flexibles (pour la flexion des doigts)
- 2 breadboards
- 2 accéléromètres GY-521 (pour mesurer les angles d'inclinaisons pour la voiture/le gant).
- 2 roues
- 2 moteurs 6-12V

- 2 roues folles
- Contrôleur de moteur L298N
- Piles
- Support piles
- 2 modules Bluetooth (HC-05 et HC-06)
- Fils de connexion
- Châssis/support de voiture (à construire)

Donc avant tout pour construire notre voiture, on devait réfléchir à comment on allait disposer les différents composants et comment on allait établir le corps de notre voiture, en faisant en sortes que lorsque notre voiture se retourne, c'était comme si elle était resté dans sa position de départ. Pour cela on a donc pris des roues d'un diamètre plutôt conséquent comparées aux roues qu'on avait pu voir en TP d'Arduino, pour avoir la même distance de part et d'autre du centre de l'axe de la roue, et cela avec deux plaques en bois respectivement fixée au-dessus et en-dessous des deux moteurs CC ( à courant continu) axé dans chaque roue, et bien sûr on a découpé la planche du dessus au centre au cas où les composants n'entreraient pas en hauteur entre les deux plaques et qu'on puisse y avoir accès en cas de modification du circuit. De plus on utilise donc deux petites roulettes respectivement fixée au-dessus et en-dessous des plaques en bois d'un diamètre inférieur ou égal au rayon de nos deux roues. Donc concernant la conception du corps de la voiture on a dû réfléchir stratégiquement et intelligemment, et cela avec un matériau léger et peu coûteux. Cette partie de la conception fait partie d'une de nos contraintes de départ.

Concernant partie composants, on utilise deux Cartes Arduino : Une Uno (sur la voiture) et un Lilypad (sur le gant), pour pouvoir téléverser les programmes, pourquoi le Lilypad ? car c'est une carte conçu pour les projets de textile électronique et elle est compatible avec l'accéléromètre; Deux modules Bluetooth : Un HC-05 et HC-06 pour établir la communication Radiofréquence à distance entre le voiture et le gant ; Deux accéléromètres GY-521 (un sur la voiture et l'autre sur le gant), d'une part pour détecter lorsque la voiture est retournée ou à l'endroit, et d'autre part pour détecter les différents mouvements de la mains sur 3 axes (X,Y,Z) : à savoir le GY-521 est composée d'un accéléromètre sur 3 axes et d'un gyroscope sur 3 axes, on peut donc calculer les valeurs de vitesses de rotations, et d'accélérations sur les 3 axes ; on utilise aussi des flex-sensor (résistances flexibles) pour traduire les flexions des doigts sur le gant ; des fils de connexion ; 2 plaques de connexions (une sur la voiture et une autre sur le gant) ; un gant ; un adaptateur USB to TL pour le Lilypad car sinon on ne peut pas téléverser les programmes depuis l'ordinateur ; une plaque pour des piles 6V et une pile 9V.

#### 4) RESULTATS ATTENDUS

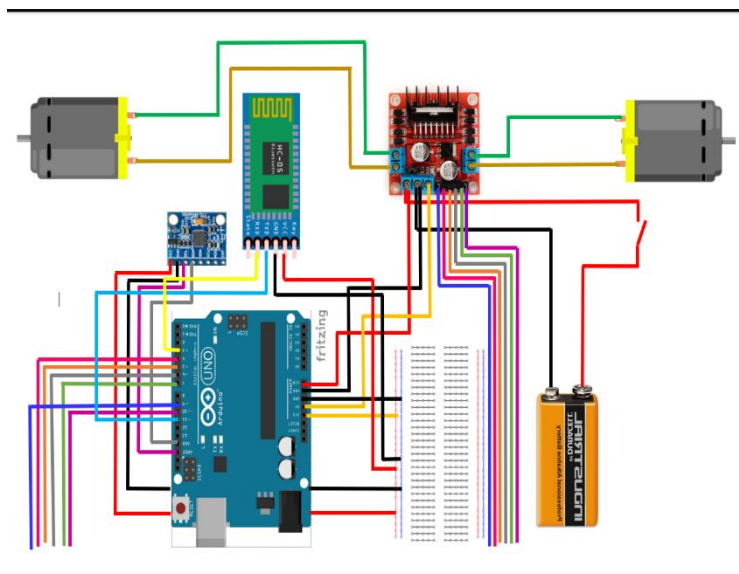
- Construction d'une voiture respectant les contraintes imposées.
- Fabrication du gant
- Pilotage de la voiture à l'aide du gant par communications Bluetooth
- Avoir un système simple d'utilisation

### I. TACHES REALISEES ET COMPARATIF DIAGRAMME DE GANT

#### 1) CONSTRUCTION DE LA VOITURE (+SCHEMA)

La construction de la voiture était la première étape de notre projet. Nous avons donc déterminé les dimensions de la voiture en fonction de la taille et de la disposition de chaque composant. Afin de respecter une de nos principales contraintes, à savoir pouvoir retourner la voiture, nous avons pris deux planches en bois que l'on a découpé, et nous avons mis tous nos composants dont les moteurs, entre ces deux planches. De cette manière les roues sont symétriques par rapport aux châssis de la voiture, ce qui permet de rouler aussi à l'envers.

Pour la disposition des composants, nous les avons fixés sur les planches en bois soit avec des vis ou du scotch double face. Pour accéder aux branchements de la voiture, nous avons fait un découpage central sur la planche en bois du dessus. Tsiory a ensuite rajouté une pièce en bois avec du scotch double face pour la finition. Nous avons réalisé un schéma qui détaille nos branchements.



→ Le schéma de la voiture n'est pas si différent de celui qu'on a vu en Cours, nous avons rajouté un accéléromètre branché aux sorties SDA et SCL. La seule particularité de notre branchement est qu'on relie notre pile 9V au module L298N (Pont en H) à l'entrée 12V et au GND, mais ce module a aussi besoin du 5V pour fonctionner, donc on renvoi le 12V et le GND du L298N vers le Vin et le GND de la carte Arduino qui reconverti le 12V en 5V et le renvoi vers le module. Si on ne procédait pas de la sorte on aurait eu des courts-circuits et on grillerait certains composants. Et on relie ensuite à la plaque de connexion le 5V et le GND de l'Arduino, pour

alimenter les autres composants comme le module HC-06 et l'accéléromètre.

Concernant le branchement des sorties ENA, ENB, IN1, IN2, IN3, IN4 du L298N il est classique comme celui qu'on a vu en TP d'Arduino à condition que les sorties ENA et ENB soient sur des sorties PWM pour pouvoir faire varier les vitesses des moteurs.

### Problèmes rencontrés : 1- La fixation des roues

Pour réussir notre projet, qui est de pouvoir piloter la voiture, à l'endroit ou à l'envers, nous avons dû prendre des roues avec un diamètre conséquent. Nous avons récupéré des roues d'une voiture télécommandée de Tsiory. Mais les axes des deux moteurs que nous avons n'étaient pas compatible avec les trous d'axes des roues (le trou étant bien trop large. Il a fallu tester différentes techniques pour pouvoir les fixer, et ceci a été un de nos plus grand problème. Les roues ne tenaient pas assez bien sur l'axe et se décrocher très souvent.

1<sup>er</sup> essai :

Nous avons utilisé du plastique qui se ramolli en le chauffant, pour en mettre dans les trous d'axe et ensuite mettre l'axe, pour qu'une fois le plastique refroidi, le tout puisse tenir. Après plusieurs essais, nous avons abandonné l'idée car ce n'était pas assez solide.

2<sup>eme</sup> essai :

Tsiory a eu l'idée de garder les courroies de sa voiture télécommandée, pour avoir un trou d'axe plus petit. On a donc élargi un minimum le trou pour qu'il puisse être de même taille que l'axe. Juste en les fixant, cela ne suffisait pas et les roues n'étaient pas fixe. Nous avons donc utilisé de la colle forte pour les coller. C'est la méthode qui aujourd'hui fonctionne le mieux, même si ceci entraîne quelques frottements sur une des roues qui nous pose encore soucis.

### 2- La puissance des moteurs.

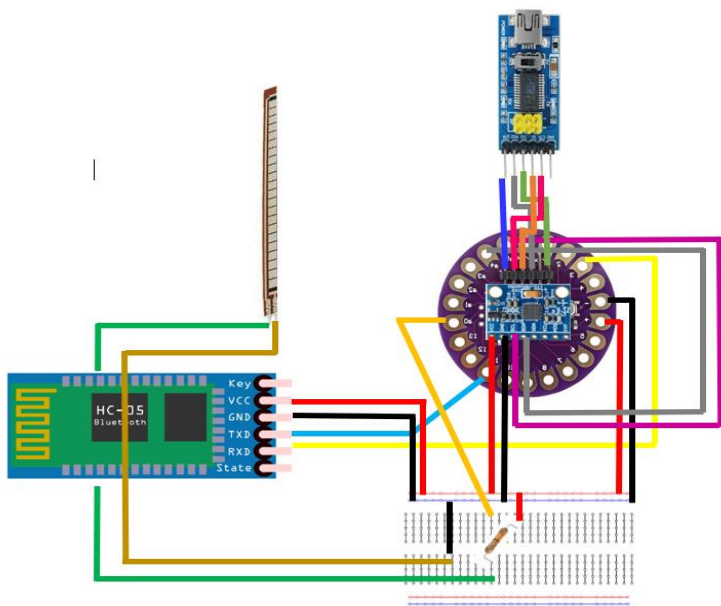
Au début, nous avons alimenté nos moteurs avec du 6V ( $4 \times 1.5V$ ), et on connectait directement les 6V au L298N. En réalité, le L298N possède un régulateur de tension, et il transformait le 6V en 5V. La puissance des moteurs était trop insuffisante par rapport au poids et à la taille des roues, donc nos roues ne bougeaient pas.

Avec Mr Masson, nous avons trouvé une 1ère solution, qui consiste à enlever le cavalier du L298N (le régulateur de tension) pour récupérer directement le 6V. Le L298N doit aussi récupérer du 5V pour pouvoir fonctionner. Nous avons donc amené le 6V à la carte Arduino UNO qui le convertit en 5V, pour ensuite la renvoyer au L298N et ainsi parer le problème. Avec cette méthode, les moteurs tournaient, mais avec peu de puissance.

Nous avons donc remplacé les piles 6V par une pile 9V (avec un ampérage suffisant), en gardant le même montage que précédemment. Cette dernière solution est la plus intéressante de toute car nous avons maintenant une puissance suffisante pour faire avancer la voiture.

## 2) CONSTRUCTION DU GANT (+SCHEMA)

Pour réaliser notre gant intelligent, nous avons cousu sur un gant en tissu nos composants, à savoir les résistances flexibles et la carte lilypad, l'accéléromètre étant collé sur la lilypad. De plus nous avons disposé une breadboard pour nous permettre de faire nos branchements. Au final, la réalisation du gant était plutôt simple et efficace pour continuer notre projet.



→ Concernant le schéma du gant on dispose le Lilypad au centre du gant avec l'adaptateur USB to TL pour pouvoir téléverser les programmes depuis l'ordinateur.

Ensuite on relie les broches de notre module HC-05 aux sorties PWM de la carte ; de même pour l'accéléromètre GY-521 mais sur 2 sorties particulières : SDA et SCL.

Pour le flex-sensor on a un branchement particulier en série avec une résistance de 10kohms pour pouvoir récupérer les valeurs de la tension aux bornes de la résistance flexible.

Puis on relie les 5V et les GND ensemble sur une plaque de connexions.

### Problème rencontré : 1- Téléversement sur la carte lilypad

Nous avons commandé la carte lilypad pour le gant. Contrairement aux cartes Arduino UNO, celle-ci ne possède pas de ports USB. Mr Masson nous a donc passé un composant FTDI qui nous permet d'avoir une connexion USB sur la carte lilypad. Le composant FTDI possède un pilote qui apparemment n'était pas à jour. Nous avons dû rechercher sur le site FTDI comment faire fonctionner ce composant. Malgré les explications un peu vagues que nous avons trouvées, nous avons réussi à téléverser nos programmes.

### 2- Programmes du gant et de la voiture

La réalisation de notre projet passe forcément par l'automatisation de certaines choses, et donc par la programmation informatique.

Nous avons réalisé deux programmes Arduino, un qui traite les données du gant, téléversé sur la lilypad, et l'autre pour la carte Arduino Uno de la voiture.

Nos programmes sont assez simples à comprendre.

Le programme du gant récupère les données de l'accéléromètre (la valeur des angles d'inclinaisons de la main) et ceux de la résistance flexible pour le doigt.

Le code permet alors de tester chaque condition des mouvements de la main.

Une variable récupère alors un caractère associé à la condition valide pour ensuite l'envoyer par le module Bluetooth au module de la voiture.

Le programme de la voiture récupère donc les données du module Bluetooth, et de l'accéléromètre de la voiture. Il établit lui aussi les différentes conditions à valider pour effectuer les mouvements de la voiture. Chaque condition modifie alors les réglages des moteurs.

### 3- Communication Bluetooth

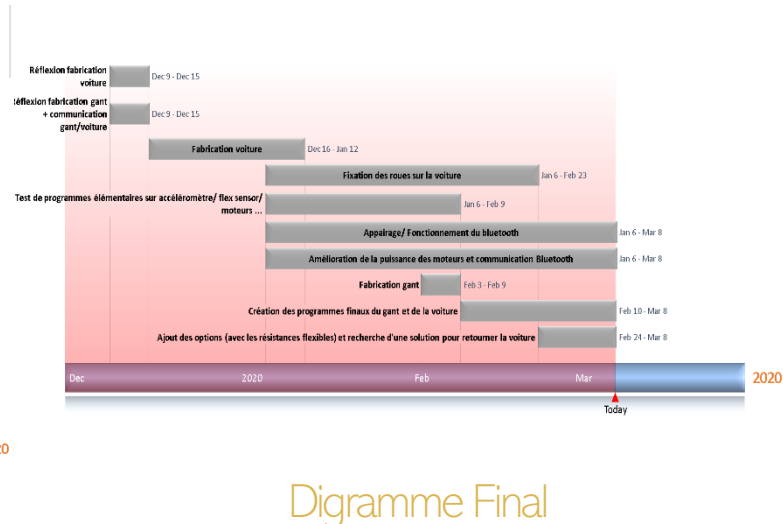
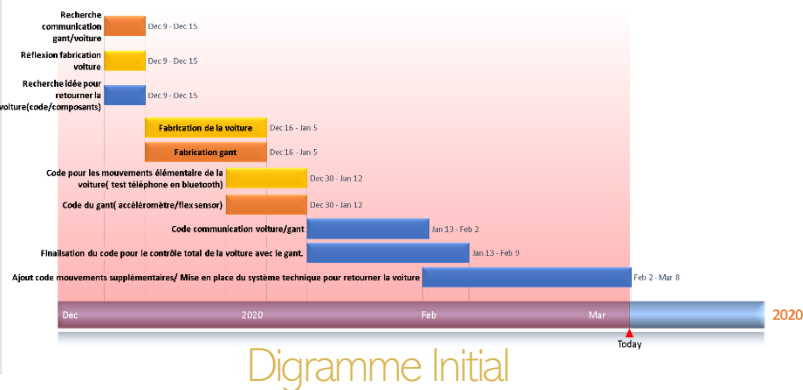
Nous avons choisi d'effectuer la communication entre le gant et la voiture par Bluetooth. Les deux modules nécessaires pour effectuer la connexion Bluetooth sont le HC-06 (module esclave) et le HC-05 (module maître). Le module HC-05 peut aussi se configurer en esclave s'il doit établir une connexion avec un autre module HC-05. Une connexion Bluetooth ne se fait qu'entre un module esclave et maître. En suivant le cours de Mr Masson, nous avons défini la vitesse de communication à 38400 bauds sur les deux modules, et paramétré chaque module (Nom du module, mot de passe, version ...).

1. Concernant l'initialisation des modules Bluetooth, on a rencontré des problèmes pour recevoir les commandes AT sur le HC-05 car ce n'est pas forcément la même vitesse de communication que pour le HC-06.
2. Et à défaut les commandes AT pour le HC-05 sont plus spécifiques comparées au HC-06.
3. Pour le HC-06 on ne recevait pas tout le temps les commandes AT (1 fois sur 2), une fois car on avait grillé un module, et la deuxième fois car on n'avait pas mis la bonne vitesse de communication.
4. On n'arrivait pas à obtenir la liste des adresses des modules esclaves sur le HC-05 (AT+INQM), car il fallait initialiser la bibliothèque SPP avec la commande « AT+INIT ».
5. La commande AT+PAIR ne répondait qu'une fois toutes les 6 tentatives.
6. Concernant l'envoi des caractères du module HC-05 vers le HC-06, on s'est rendu compte qu'il fallait impérativement que les deux modules aient la même vitesse de communication de 38400 bauds pour avoir une liaison stable et sans interruption, car on avait modifié la vitesse de communication du HC-05 à 9600 bauds comme l'HC-06, mais les caractères envoyés ne s'affichaient pas sur le moniteur du HC-06. On a dû donc recommencer toutes les initialisations et l'appairage des modules une deuxième fois pour avoir une communication optimale.
7. Pour l'envoi des caractères on utilise non un « BT.write() » mais un « BT.println() ».

## II. COMPARATIF DES PLANNINGS PREVISIONNEL ET REEL



On se rend bien compte que notre diagramme final est bien plus différent que celui de base car on a passé beaucoup plus de temps sur certains points que l'on a pas pu anticiper que d'autres.



#### IV. CONCLUSION

Afin de conclure notre projet, nous a demandé du temps et surtout de réflexion pour construire notre voiture et notre gant, et établir la connexion Bluetooth entre les deux modules. En effet, d'une part cela nous a permis de prendre en maturité quant à la gestion de l'organisation et la résolution des problèmes rencontrés. Apprendre à travailler en binôme est un des points important car plus tard en tant qu'ingénieur on sera amené à travailler à plusieurs et partager son savoir au service du bien commun. De plus ce projet, nous a fait comprendre qu'il fallait d'une manière s'émanciper de l'aide du professeur et apprendre à résoudre nos problèmes de façon autonome, passer du temps dessus et faire les recherches nécessaires pour rectifier le problème car plus tard on aura pas tout le temps la possibilité d'avoir l'aide de notre patron pour nous épauler en cas de problème.

D'autres part, un projet de la sorte, nous fais prendre conscience bien que nous sommes en 2<sup>ème</sup> année de cycle d'ingénieur, qu'on est capable de réaliser des projets plus ou moins complexes avec une documentation appropriée et un support pédagogique indispensable, qu'il faut aussi rendre un projet dans un délais déterminé, comment apprendre à le vendre sur le marché de l'ingénierie et respecter les exigences du maître d'ouvrage. Ceci est un premier pas vers le métier d'ingénieur.