



Rapport d'avancement PFE

P36 : Robots mobiles chorégraphes

Etudiant : LETELLIER Joshua

Tuteur : MERZOUKI Rochdi

Table des matières

I.	Présentation du contexte	2
II.	Structure du projet.....	3
1.	Cahier des charges.....	3
2.	Analyse de l'existant.....	4
3.	Schéma fonctionnel	6
4.	Programme et Carte électronique.....	7
III.	Présentation du robot.....	8
1.	Fonctionnement d'un robot	8
2.	Programmation.....	9
3.	Fonctionnement collectif.....	10
4.	Création de la carte électronique.....	10
IV.	Présentation du travail à poursuivre.....	12
	Conclusion	13

I. Présentation du contexte

Ce projet de fin d'étude a pour objectif de terminer un projet en collaboration avec l'association P.A.S.

L'association P.A.S monte un spectacle de danse contemporaine sur le thème du trading haute fréquence ou transactions à haute fréquence (THF).

La THF est une des catégories du « trading automatique ». Elle utilise des ordinateurs surpuissants et calculs algorithmiques pour passer une multitude d'ordres sur les marchés en un temps record (< microseconde) et prendre de vitesse tous les autres acteurs. Elle gère de plus en plus les données boursières et elle est devenue inaccessible à l'analyse humaine et bancaire traditionnelle.

De ce fait, le but du spectacle est d'essayer de rendre perceptible pour un être humain ce côté anarchique de la THF. Le spectacle s'organise en plusieurs tableaux et dans trois d'entre eux des robots mobiles seront là pour simuler des agents de la THF.

Il y a déjà eu des précédents sur ce projet, dont un stage que j'ai réalisé avec Martin Claverie durant l'été 2016 en IMA4.

Avant de commencer, il faut savoir que durant ce stage un premier prototype a été monté, testé, puis critiqué. Ce qui a permis le développement d'un nouveau prototype non monté dû au retard de l'arrivée des pièces nécessaires.

A ce jour, j'entame le projet avec toute l'étude réalisée durant le stage, ainsi qu'un prototype et toutes les pièces achetées et fabriquées pour la réalisation de 13 robots.

II. Structure du projet

1. Cahier des charges

Voici le cahier des charges du robot défini lors du stage de 2016 et resté inchangé pour le PFE:

- pouvoir effectuer des mouvements fluides
- rester dans une zone (zone non visible du public)
- recevoir des commandes d'un serveur via wifi
- éviter les autres robots
- émettre de la lumière visible du public
- coût réduit (<500 €)
- mise en route rapide et facile
- autonomie 30 min (minimum)

2. Analyse de l'existant

a. Le châssis

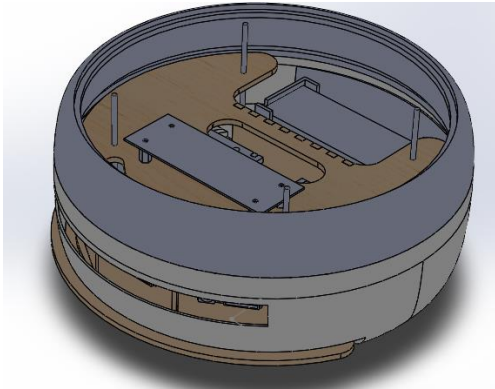


Figure 1 Premier prototype (CAO)

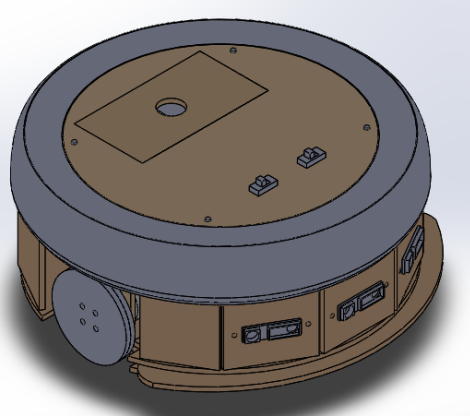


Figure 2 Dernier prototype (CAO)

Au niveau de la forme et du design, il a été fortement inspiré par le Khepera IV de la société KTeam.

Pour les matériaux, une grande partie du châssis est fabriqué en bois car, grâce au Fabricarium, nous avons accès à une découpeuse laser. De plus, le bois est une matière avec laquelle il est très facile de travailler. En plus du bois, certaines parties sont réalisées à l'imprimante 3D telle que le diffuseur de lumière placé en couronne sur le haut du robot.

Entre les deux prototypes, les plus grandes différences s'observent sur les dimensions du robot et la quantité de pièces de bois, difficilement observables avec des images.

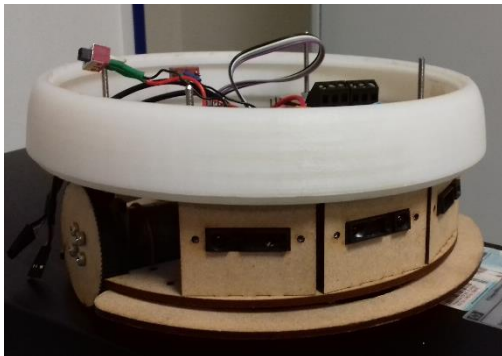


Figure 3 Premier prototype (réel)



Figure 4 Dernier prototype (en cours de montage)

b. Motorisation

Système classique à deux moteurs à courant continu et motoréducteur couplés à un driver moteur permet d'avoir une grande plage de vitesse disponible.

c. Capteurs

Plusieurs types de capteurs sont utilisés :

- Capteurs télémétriques Sharp : 3 capteurs disposés à l'avant du robot afin d'observer les obstacles.
- Capteur à effet Hall : disposé en dessous du robot de manière à capter le franchissement de la zone défini avec une bande magnétique.
- 2 Micro-rupteurs : placés derrière une pièce amovible disposée à l'avant du robot, comme un pare-choc, permet d'éviter des situations problématiques en cas de collisions.

d. Commande

Le choix s'est porté sur une carte Teensy 3.2. Pour le même prix qu'une arduino UNO, on a moins d'encombrement et plus de vitesse (fonctionne à 90Mhz). De plus, la version 3.2 possède une sortie 3.3V régulée à 250mA ce qui nous permet d'alimenter une carte de communication Wifi de type ESP-8266-01.

e. Lumière

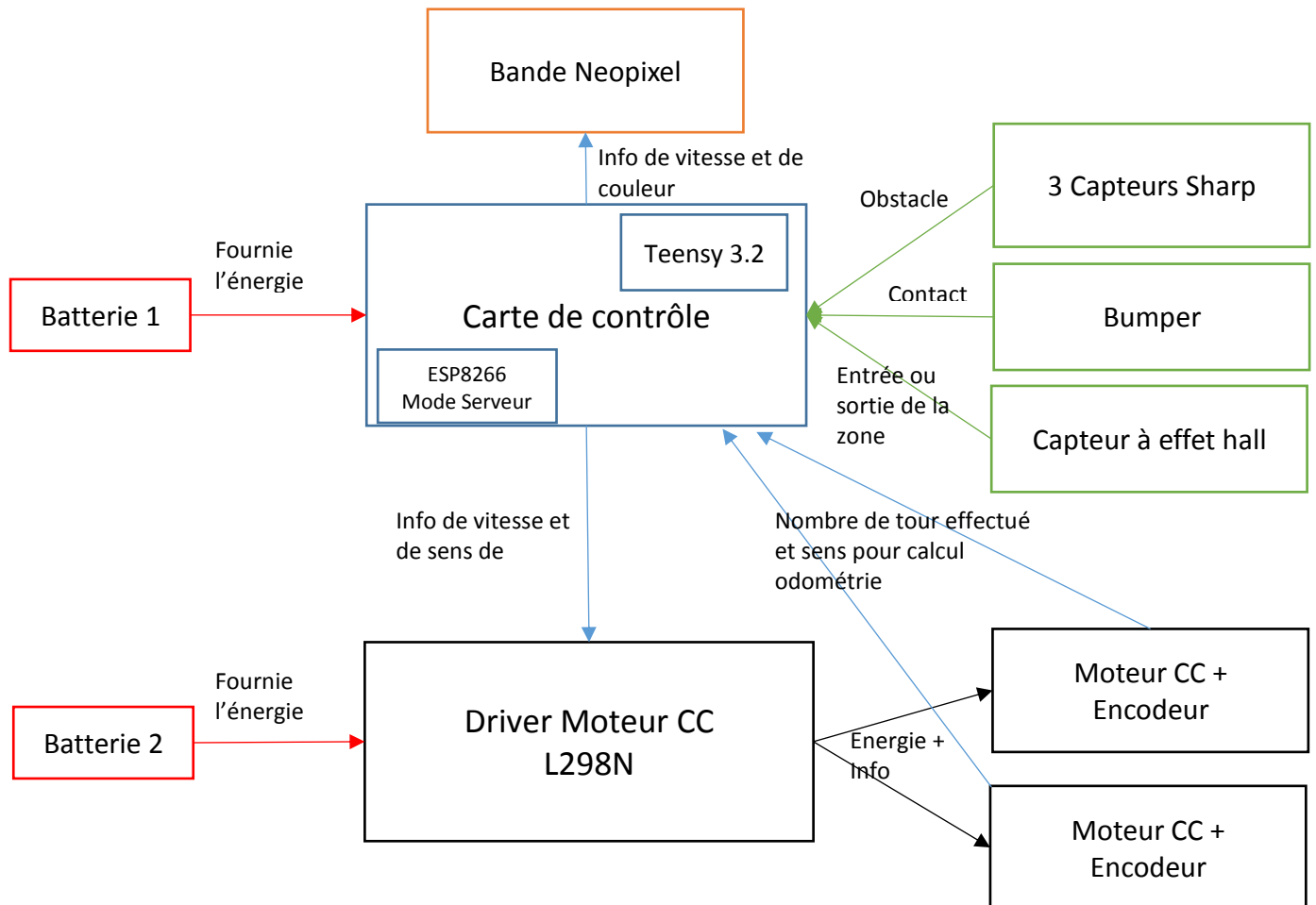
Un composant énormément utilisé en spectacle : la bande néopixel.

f. Batterie

Batterie de technologie LiPo de capacité 2600mAh et 7.4V de tension afin de subvenir au besoin d'un spectacle.

3. Schéma fonctionnel

En comparant le cahier des charges avec les éléments présents sur le robot, j'en ai déduis le schéma fonctionnel suivant :

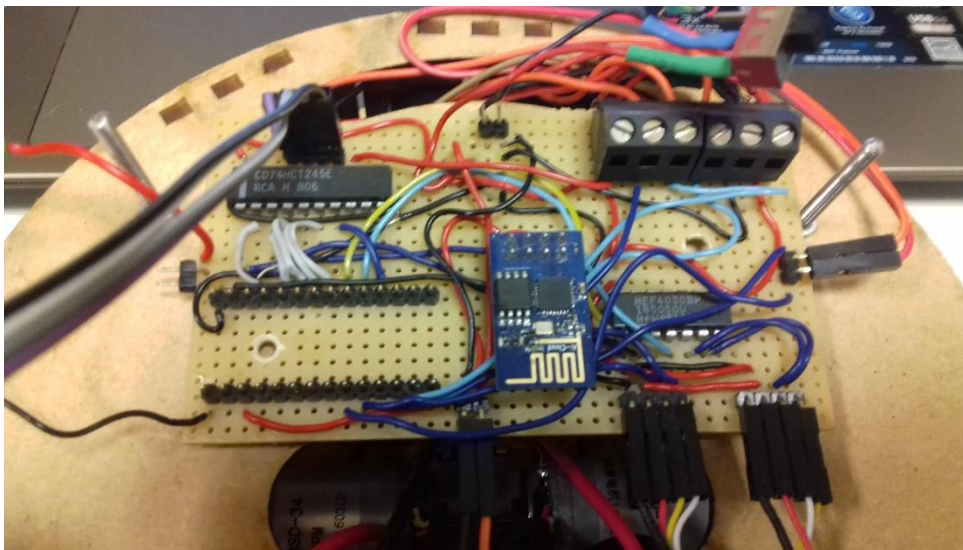


4. Programme et Carte électronique

Pour ce début de projet, j'ai dû faire face à plusieurs problèmes. Tout d'abord, celui de transmission, car aucun compte-rendu ou rapport n'a été fait à la fin du stage. De plus, le seul programme que j'ai pu récupérer, n'avait aucun commentaire. N'ayant aucune explication, j'ai passé énormément de temps pour reprendre en main le projet.

Ensuite, j'ai rencontré un problème au niveau du prototype. Je n'ai retrouvé aucun schéma électronique que ce soit fait main ou par ordinateur, et la carte a été réalisée sur une plaque à bande ce qui rend sa lecture compliquée (voir image X et X).

C'est avec ces éléments, que j'ai repris le projet.

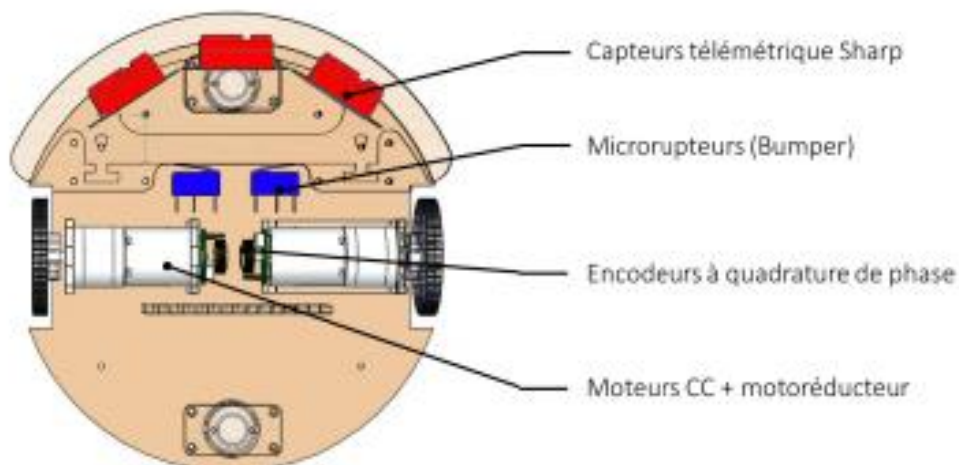


III. Présentation du robot

Après avoir analysé ce premier prototype, j'ai commencé par reprendre en main chaque capteur et chaque actionneur, afin de visualiser comment faire fonctionner mes robots. J'ai donc entamé la programmation, puis la réalisation de la carte électronique.

1. Fonctionnement d'un robot

Pour avoir un aperçu de l'environnement dans lequel il évolue et pouvoir interagir avec lui, le robot a besoin d'actionneurs et de capteurs.



Comme nous pouvons le voir ci-dessus, le robot possède :

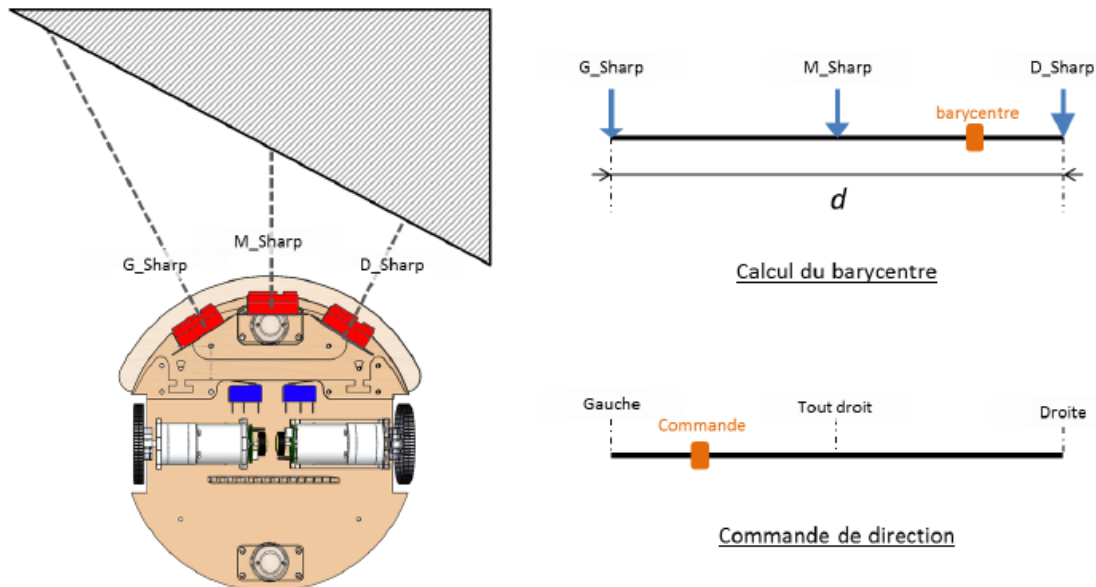
- 3 capteurs télémétriques Sharp
- 2 microrupteurs utilisés pour la détection de collision
- 2 encodeurs à quadrature de phase
- 2 moteurs CC + motoréducteurs
- Un capteur à effet hall pour la détection de zone
- Bande LED néopixels

Les moteurs sont régulés en vitesse en boucle fermée grâce aux encodeurs à quadrature de phases. Ceci offre une résolution de 512 impulsions pour 1 tour de roue. Le robot peut atteindre une vitesse maximum de 57 cm/sec (~ 2 km/h) et minimum de 5mm/sec.

La commande des moteurs se fait via PWM (Pulse Width Modulation) permettant de modifier la tension moyenne et donc la vitesse. On passe par un driver moteur pour avoir la puissance requise.

2. Programmation

Pour commencer, j'ai développé un programme d'exploration. Celui-ci utilise en entrée les données des capteurs Sharp et donne en sortie une commande de direction.



Les capteurs Sharp donnent une valeur entre 0 (pas d'obstacle) et 500 (obstacle < 1cm) [varie avec la luminosité]. Il nous faut maintenant traiter ces données pour en sortir une commande de direction.

Pour cela, j'ai décidé de faire une analogie avec une balance où chaque donnée des capteurs serait un poids sur celle-ci. En calculant le point d'équilibre, c'est-à-dire le barycentre, on peut en déduire une commande de direction. Cette commande est le contraire du barycentre. Autrement dit, si le barycentre se trouve à droite, il faut tourner à gauche.

L'avantage de cette technique est que le robot peut réaliser des virages plus ou moins serrés en fonction de l'environnement. On peut régler ce paramètre en augmentant la variable (imaginaire) de distance qui correspond à la longueur de la balance.

3. Fonctionnement collectif

A terme, chaque robot sera connecté par Wifi à un ordinateur, qui par l'utilisation du logiciel PureData, permettra de modifier certaines variables et ainsi modifier la trajectoire ou la vitesse du robot, de même que la couleur ou l'intensité de la couleur de la bande neopixel.

Pour le moment, j'ai un problème avec mes modules ESP8266. Malgré la bonne connexion entre la teensy et le module par port série, lors de l'utilisation des commandes Hayes (AT), j'ai bien une réponse lors des commandes AT (working) ou AT+GMR (version) mais lors d'une commande AT+CWLAP (list access point) ou AT+CWLAP (join access point) je récupère toujours la réponse ERROR.

Je suis actuellement en train de chercher une solution afin de palier à ce problème qui m'empêche d'avancer pour le développement du programme final.

4. Création de la carte de commande

Le développement de la carte électronique rassemblant tous les éléments du robot a pris une semaine, et deux autres pour la perfectionner et la produire. J'ai développé la carte en partant des premiers essais que j'avais déjà réalisés au début du PFE sur chaque élément. J'ai dessiné mon schéma sur papier puis sur le logiciel Kicad. Durant le stage, j'avais déjà défini la taille maximum de la carte et le placement des fixations, j'ai donc placé mes composants en conséquence. La carte est composée de la teensy 3.2, du module wifi esp8266, d'un stepdown 5V 2.5A pour alimenter la teensy et les capteurs, et enfin des connecteurs vers les batteries, les capteurs et le driver moteur.

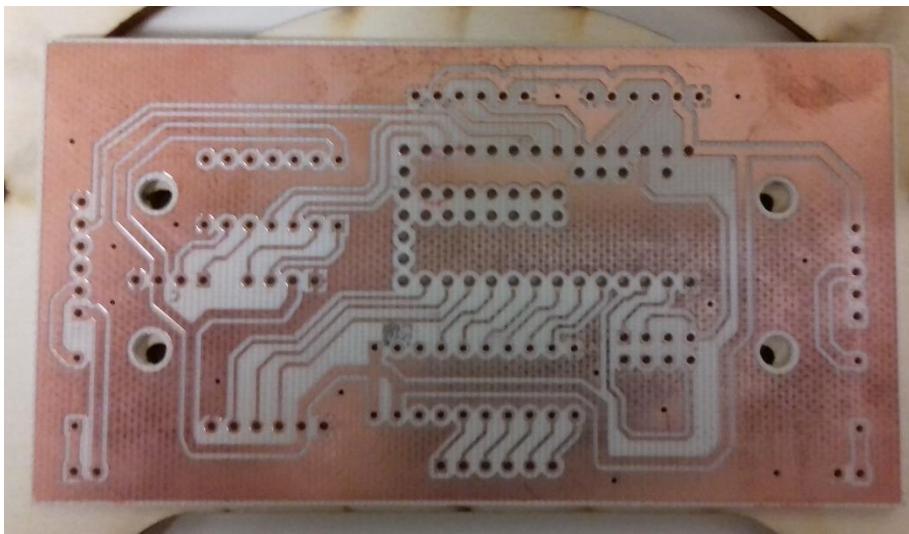


Figure 5 Carte de contrôle (en cours de montage)

IV. Présentation du travail à poursuivre

Le planning d'origine est le suivant :

♀	• Mise en marche du prototype	23/10/17	31/10/17
	• Analyse de la carte électronique	25/10/17	27/10/17
	• Analyse du programme	23/10/17	25/10/17
	• Analyse des schémas électroniques	23/10/17	26/10/17
	• Mise en marche	30/10/17	31/10/17
♀	• Mise en place du nouveau robot	02/11/17	08/12/17
	• Essais des différents composants	02/11/17	10/11/17
	• Conception de la carte de contrôle	13/11/17	17/11/17
	• Création et montage de la carte	15/11/17	21/11/17
	• Assemblage du robot	22/11/17	22/11/17
	• Programmation du robot	23/11/17	08/12/17
	• Tests	27/11/17	08/12/17
♀	• Confirmation du fonctionnement	11/12/17	20/12/17
	• Montage d'un deuxième robot	11/12/17	11/12/17
	• Tests	12/12/17	20/12/17
	• Soutenance de mi-projet	21/12/17	22/12/17
♀	• Préparation du spectacle	08/01/18	22/02/18
	• Montage des 13 Robots	08/01/18	19/01/18
	• Tests des robots en coopération	22/01/18	26/01/18
	• Préparation d'une chorégraphie	08/01/18	31/01/18
	• Test sur scène	01/02/18	22/02/18
	• Soutenance Finale	22/02/18	23/02/18

Je suis actuellement à l'étape de montage, et je suis bloqué pour la programmation, j'ai donc beaucoup de retard par rapport à mon planning prévisionnel. Pour la suite du projet, je dois trouver une solution pour mon problème avec les modules Wifi afin de pouvoir réaliser le programme final et ainsi poursuivre avec des tests. Si les tests sont concluants, je pourrai monter les autres robots et faire des tests sur scène (prévu pour février).

Conclusion

La construction finale du robot est bien entamée malgré des retards important, je m'inquiète néanmoins sur sa reproduction en 12 autres exemplaires dans le temps qu'il me reste, de plus le problème avec les modules Wifi est un pas important à franchir pour pouvoir terminer.