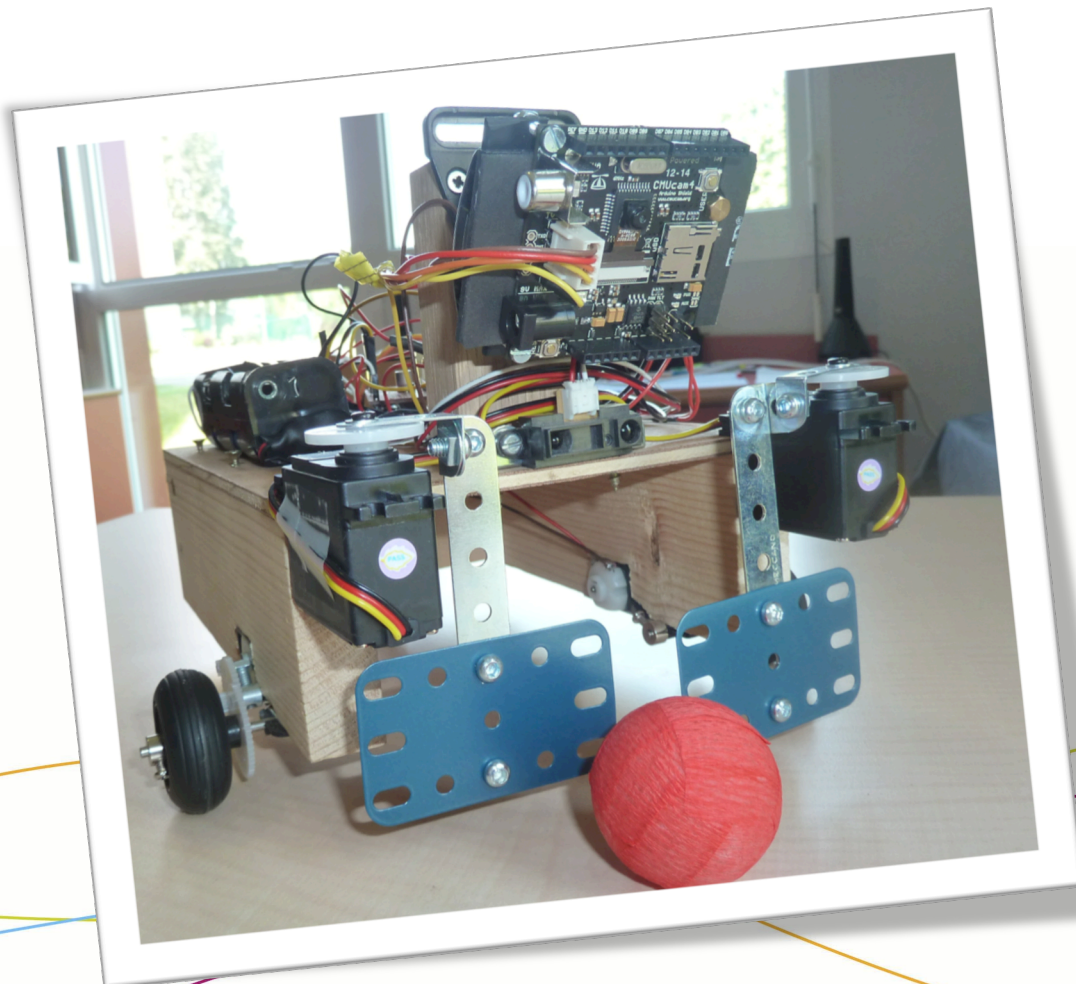


DEVELOPPEMENT DE ROBOT A BASE DE MODULE LEXTRONIC METTANT EN ŒUVRE LA PROGRAMMATION



Etudiants :

Manon ANSART

Anthony COURTIN

Bastien LAINE

Christophe CLUIZEL

Quentin DIAFERIA

Charlotte TOUCHARD

Enseignant-responsable du projet :

Mounir MESSEDI

Cette page est laissée intentionnellement vierge.

Date de remise du rapport : **17/06/2013**

Référence du projet : **STPI/P6/2013 – 05**

Intitulé du projet : **Développement de robot à base de modules Lextronic mettant en œuvre de la programmation**

Type de projet : **Expérimentation / Programmation**

Objectifs du projet :

L'objectif de ce projet est le développement d'un robot, de sa conception à sa réalisation. Il devra repérer une balle de couleur à l'aide d'une caméra, se déplacer jusqu'à elle et la ramener à un endroit prédéfini.

Cela nous permettra de découvrir le monde de la robotique en choisissant des pièces, en montant nous-mêmes un robot et en le programmant.

Mots-clefs du projet :

Robotique

Programmation

Mécanique

Conception

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	6
2. Description du projet	7
2.1. Général.....	7
2.2. Objectifs.....	7
3. Méthodologie / Organisation du travail.....	9
4. Travail réalisé et résultats	11
4.1. Conception	11
4.1.1. Châssis	11
4.1.2. Assemblage du robot.....	13
4.2. Programmation	14
4.2.1. Logique du programme.....	14
4.2.2. Sous-programmes réalisés	17
4.2.3. CMU CAM 4	17
4.2.4. Pilotage du robot et interface Homme/machine.....	18
5. Problèmes rencontrés	19
5.1. Cas de la CMU CAM 4	19
5.2. Cas du robot en général	19
5.3. Cas de la programmation	20
6. Conclusions et perspectives.....	21
7. Bibliographie.....	24

NOTATIONS, ACRONYMES

CMU CAM 4 : référence de la caméra utilisée.

Arduino : carte microcontrôleur qui gère les entrées/sorties du robot.

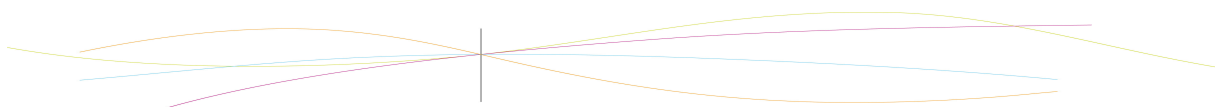
1. INTRODUCTION

Au cours de notre quatrième semestre à l'INSA de Rouen, nous avons dû choisir un projet parmi une cinquantaine d'autres dans le cadre de l'EC de P6. Il nous a été attribué un sujet sur le thème de la robotique. En effet, notre but, tout au long des séances, est de réaliser un robot à l'aide de module de Lextronic.

Ce travail est un défi, puisque certains d'entre nous ne connaissent rien au monde de la robotique et de l'électronique, et ont peu d'expérience en programmation. Il peut donc être aussi vu comme une source d'enrichissement personnel puisque nous découvrons grâce à lui un domaine des sciences qui ne nous est que partiellement connu.

Par ailleurs, il constitue une nouvelle occasion de travailler en groupe. Nous avons en effet dû nous concerter et nous organiser tout le long du projet, comme nous l'expliquerons plus tard, afin que ce travail se déroule dans les meilleures conditions possibles. De plus, avant de commencer le projet, nous ne nous connaissions pas tous. Nous avons donc découvert une nouvelle dimension du travail en équipe, puisque nous n'avions jamais été dans cette situation auparavant. Ceci s'avère être une nouvelle étape essentielle dans notre formation d'ingénieur, car nous serons amenés à renouveler ce type d'expérience dans le cadre de notre futur métier.

Après une description de notre projet, nous détaillerons la façon dont nous avons organisé notre travail. Nous expliquerons ensuite comment nous avons conçu et programmé le robot, puis nous exposerons les problèmes que nous avons rencontrés tout au long de la réalisation du projet.



2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. Général

Dès la première séance de P6, monsieur Messedi nous a proposé de choisir entre deux types de sujet. Nous avons eu le choix d'améliorer le projet sur le module GPS que des étudiants avaient tenté de finaliser l'année dernière, ou de choisir notre propre sujet et le mener à bien de A à Z.

Après plus d'une séance de réflexion, nous avons décidé de mener un projet sur un nouveau sujet.

Nous avons tout d'abord voulu faire un programme qui génère des obstacles imaginaires dans une salle, qui calcule un chemin pour aller d'un point à un autre, chemin que le robot doit parcourir. Ce sujet a été jugé trop simple, puisque cela n'impliquait presque pas de robotique à proprement parler.

Nous avons aussi eu l'idée d'essayer de créer un programme utilisable par un Smartphone qui permet de diriger le robot en temps réel (comme avec une télécommande), mais cela ne nous paraissait pas très original.

Finalement, nous avons arrêté notre choix sur un robot qui, grâce à une caméra, peut repérer un objet de couleur, aller jusqu'à lui pour le récupérer et le rapporter à un endroit prédéfini.

2.2. Objectifs

Pour mener à bien notre projet, il nous a fallu définir des objectifs à remplir.

Objectif 1 : Le robot doit repérer une balle

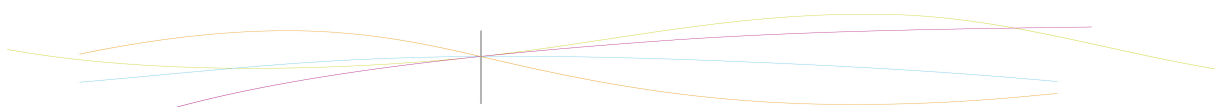
- La balle doit être d'une couleur facilement repérable
- La balle doit se trouver dans le champ de vision de la caméra
- Si la balle ne se situe pas dans le champ de vision du robot, celui-ci doit tourner sur lui-même jusqu'à ce qu'il voit la balle

Objectif 2 : La caméra doit être capable de guider le robot jusqu'à la balle

- La caméra doit prendre en compte les changements de trajectoire du robot et modifier les instructions envoyées
- La caméra doit constamment garder la balle repérée dans son champ de vision
- Il ne faut pas que la caméra ait plus d'une balle dans son champ de vision, ou alors elle doit être capable de les distinguer

Objectif 3 : Le robot doit commander l'ouverture de ses portes par les servomoteurs quand il est proche de la balle

- L'ouverture des portes ne doit pas gêner la caméra



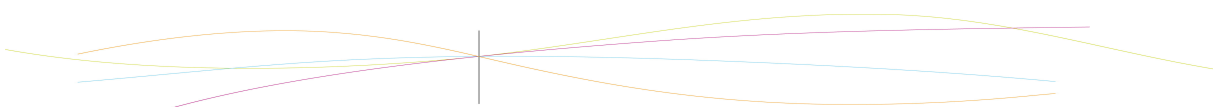
- Il faut définir quand est ce que le robot ouvre ses portes, c'est-à-dire à quelle distance de la balle

Objectif 4 : Le robot doit fermer ses portes quand la balle se situe sous le châssis

Objectif 5 : Le robot doit repérer la base et y déposer la balle

- La base doit avoir une couleur spéciale pour être repérée par la caméra
- La base ne doit pas être trop loin de la position du robot pour que la caméra la repère
- Sur la base, le robot doit ouvrir ses portes et reculer pour y laisser la balle

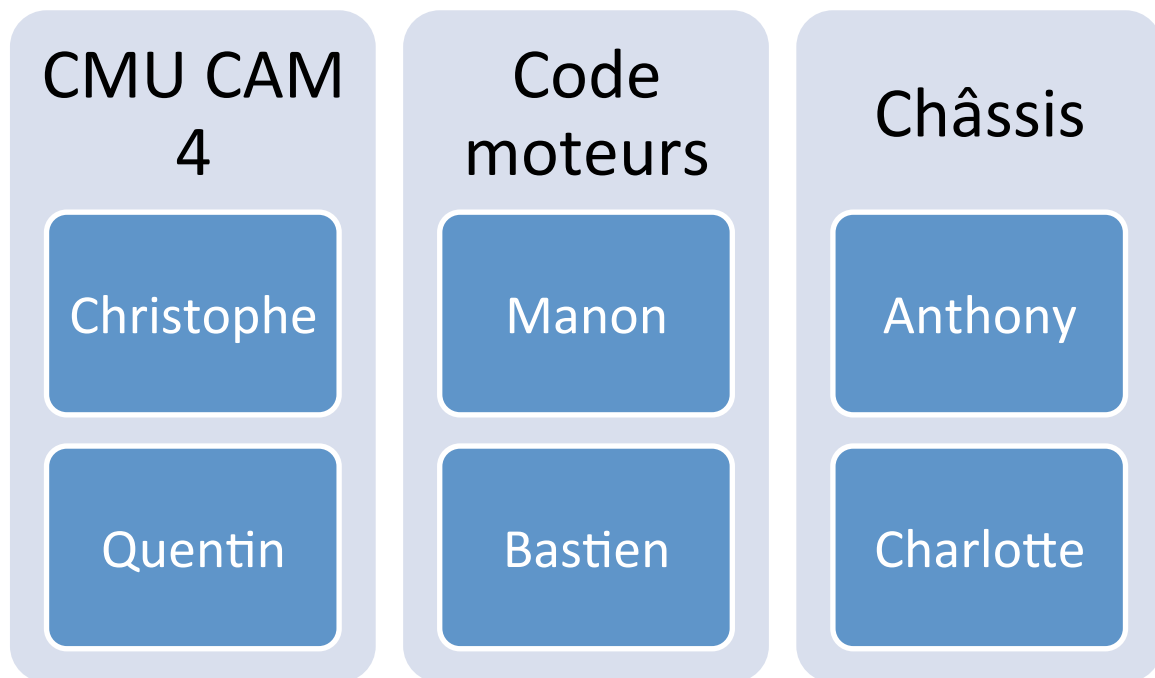
Objectif Secondaire : Pilotage du robot à l'aide du clavier



3. METHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

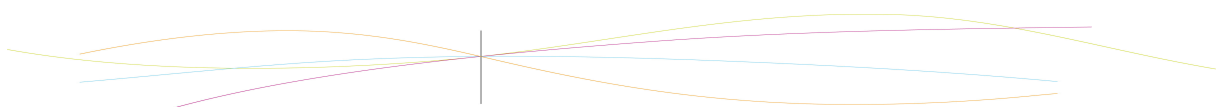
Pour être efficaces et répartir au mieux la charge de travail, nous avons décidé dès la troisième semaine de diviser notre groupe de projet de P6 en sous-groupes.

Ainsi Christophe et Quentin se sont chargés d'étudier et de programmer la caméra CMU CAM 4. Manon et Bastien se sont occupés de réaliser l'écriture du code permettant de faire fonctionner les moteurs qui font avancer le robot. Le châssis a été confectionné par Anthony et Charlotte. Pour ce qui est de l'électronique, c'est principalement Christophe qui s'est chargé de raccorder tous les composants entre eux.

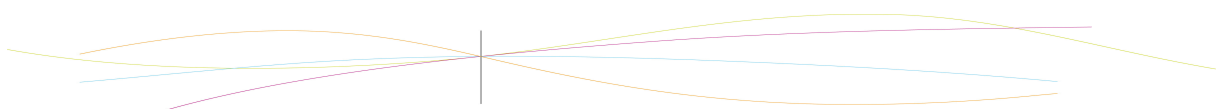


Voici le planning résumant ce que nous avons fait à chaque séance :

Séance 1 6/02/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Constitution du groupe ➤ Choix du sujet : un logiciel génère un chemin, crée un fichier utilisable par un robot qui parcourt le chemin tracé ➤ Création d'une page Facebook et d'un dossier DropBox pour faciliter la communication
Séance 2 13/02/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modification du sujet : robot qui détecte des objets de couleur avec une webcam et qui est capable d'aller les ramasser ➤ Constitution d'une liste d'éléments nécessaires à la fabrication du robot ➤ Recherche de ces éléments sur le site LEXTRONIC
Séance 3 6/03/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Démontage d'un robot équipé de pièces utilisables pour la construction de notre robot ➤ Téléchargement du logiciel compatible avec la carte Arduino ➤ Tests effectués sur la carte avec une LED et un capteur infra-rouge ➤ Répartition en sous-groupes de travail
Séance 4 13/03/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Annulée (neige)



Séance 5 20/03/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Décision de la forme générale du châssis (type boîte à chaussures à l'envers), choix de la position des différents éléments du robot sur le châssis (roues, servo moteurs, moteurs, cartes...) ➤ Découverte des fonctions de la carte Arduino et de la caméra
Séance 6 27/03/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prise des mesures et détermination de la position des roues et des moteurs sur le nouveau châssis ➤ Tests des moteurs sur le châssis de l'ancien robot ➤ Commande de nouveaux servomoteurs (rupture de stock pour les anciens)
Séance 7 10/03/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test du châssis avec les moteurs (rouler droit, tourner à droite et à gauche) ➤ Rédaction du rapport
Séance 8 07/05/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test sur la CMU CAM 4, sans succès ➤ Rédaction du rapport
Séance 9 15/05/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tests pour faire fonctionner la CMU CAM 4 ➤ Tests sur les capteurs IR : ils ne fonctionnent pas ou mal ➤ Rédaction du rapport
Séance 10 22/05/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pose des servomoteurs sur le châssis ➤ Essais sur les servomoteurs ➤ Pose des « portes » à l'avant du robot
Séance 11 29/05/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Test sur le robot (avancer, reculer, ouvrir les portes) commandé en direct par l'ordinateur ➤ Test d'un programme qui fonctionne sur la CMU CAM 4 : reconnaissance d'objets rouges.
Séance 12 05/06/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rédaction du rapport ➤ Soudures sur le robot ➤ Tests de reconnaissance de couleur sur la CMU CAM 4
Séance 13 12/06/13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tests finaux dans l'amphithéâtre où aura lieu la présentation ➤ Préparation de la soutenance



4. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

4.1. Conception

4.1.1. Châssis

Pour construire notre robot, nous avons utilisé les éléments du robot d'un ancien projet, c'est-à-dire les moteurs, les roues et la bille d'appui (ballcaster).

Après avoir déterminé exactement les objectifs que devait réaliser notre robot, il a fallu définir la forme qu'il allait prendre.

Pour pouvoir récupérer une balle et l'apporter autre part, il nous a paru évident que le robot devait avoir une « cage » ou un emplacement assez grand pour la recevoir. Nous avons tout d'abord pensé à construire un robot constitué d'une plaque et d'une boîte à l'avant, avec un système d'ouverture et de fermeture pour y faire rentrer la balle et éviter qu'elle ne ressorte. Cependant, cette version du robot rendait plus petit l'angle de vue de la CMU CAM 4. Nous avons donc eu l'idée de placer la « cage », c'est-à-dire l'emplacement qui accueille la balle, non pas devant le robot mais dessous. La balle utilisée étant une balle de ping-pong, et non pas un ballon de football par exemple, la hauteur du robot ne serait pas disproportionnée par rapport à sa largeur et sa longueur. De plus, cette nouvelle version de la forme de notre robot permettra à la CMU CAM 4 d'être plus en hauteur, cela agrandissant son angle de vision.

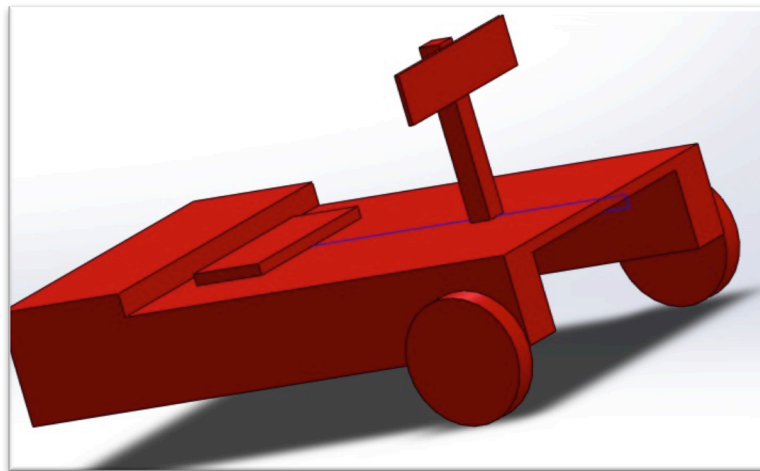


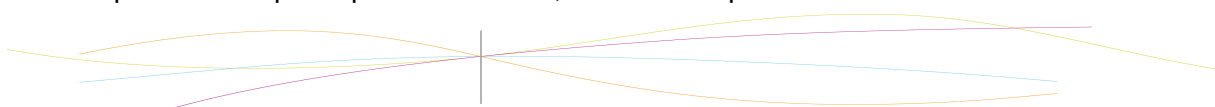
Figure 1 : aperçu du châssis de nous avons imaginé

Pour définir les mesures du robot, nous nous sommes basés sur le fait qu'il devait pouvoir récupérer plusieurs balles à la suite, et donc en contenir plusieurs à la fois.

Il fallait qu'une balle puisse tenir dessous, donc que la hauteur du robot soit plus grande que le diamètre d'une balle, c'est-à-dire supérieure à 4 cm. Nous avons donc décidé qu'une hauteur de 6 cm pour le robot était raisonnable.

Pour ce qui est de la largeur, nous n'avons pas réellement de contraintes, si ce n'est que le robot devait être stable, donc pas trop étroit, et que les différentes cartes devaient pouvoir être fixées sur le dessus. De plus, le robot devait être assez large pour qu'une balle de ping pong passe en dessous. Une largeur de 15 cm était donc tout à fait acceptable.

Par ailleurs, pour définir la longueur du robot, nous avons dû tenir compte du fait que le robot pouvait récupérer plusieurs balles, mais aussi que nous devons installer sur le robot



plusieurs cartes, ainsi qu'un système pour l'alimenter en électricité. Nous avons donc décidé que sa longueur serait de 20 cm.

Finalement, nous avons voulu définir précisément la largeur des parois du robot, qui est de 2 cm. En effet, cette dimension est celle des moteurs. Nous avons l'intention de les encastrer dans le châssis afin de limiter au maximum les modifications sur le système moteurs-roues que nous avons récupéré sur autre robot.

En ce qui concerne la réalisation du châssis, il nous fallait un matériau qui puisse répondre à nos attentes : être facile à manipuler dans le but de pouvoir percer les trous nécessaires à la fixation des différents composants électroniques du robot, mais aussi être suffisamment léger pour que les deux moteurs puissent tracter l'ensemble. C'est pourquoi le bois nous est apparu comme la solution la plus simple à mettre en place, ce dernier répondant à tous nos critères.

Une fois la conception globale faite, nous avons commencé à tailler les morceaux de bois constituant le châssis. Il nous a fallu aussi fabriquer certaines pièces permettant de fixer l'ensemble. Par exemple, pour les roues, nous avons dû faire des éléments empêchant ces dernières de bouger lorsque le robot se déplace, comme l'objet cerclé de rouge sur l'image ci-dessous.

Nous avons ensuite rassemblé les éléments principaux du châssis pour définir leurs places sur ce dernier. Dans un premier temps nous avons choisi de placer les roues sous le châssis et d'utiliser un système composé d'engrenages pour que le robot avance à une vitesse suffisante. L'utilisation du bois nous a permis d'encastrer les moteurs directement dans le châssis.

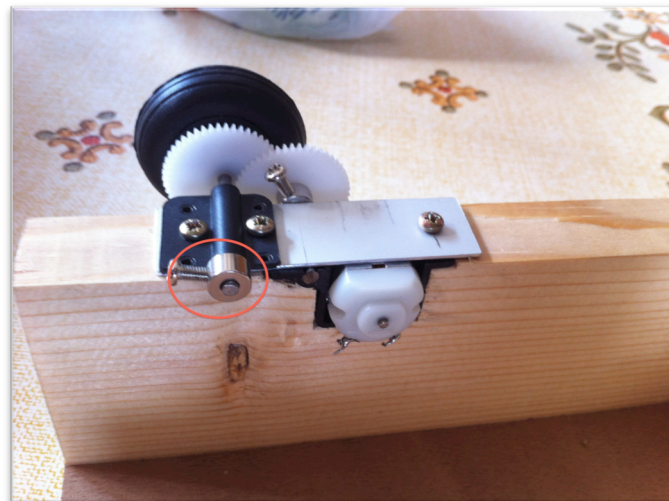
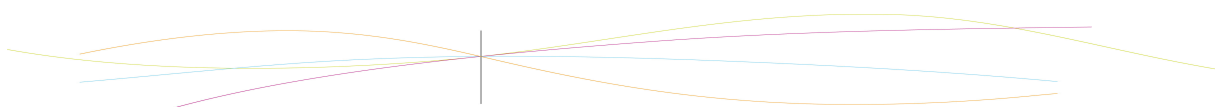


Figure 2 : fixation des roues et des moteurs

Lorsque l'assemblage des pièces de bois fût fini, nous devons placer la bille d'appui à l'arrière du châssis afin que celui-ci soit le plus stable possible mais aussi facile à diriger.



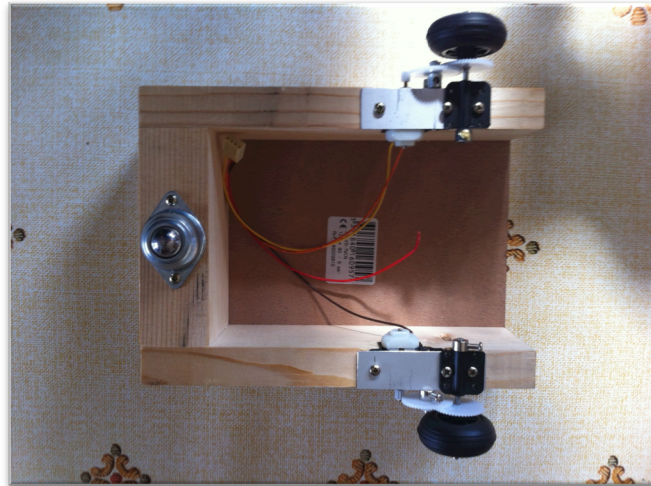


Figure 3 : vue du châssis de dessous

La CMU CAM 4 devant être placée en hauteur par rapport au reste du corps du robot et inclinée suivant un angle défini à la suite de plusieurs tests, nous avons fabriqué une sorte de « mât », là encore le bois nous a permis d'intégrer facilement cet élément au reste du robot. De plus, nous avons recyclé un vieux support de GPS inutilisé afin de fixer la CMU CAM 4 à l'ensemble du « mât ». Grâce à ceci, il est possible de l'orienter dans la direction voulue et avec l'angle déterminé.

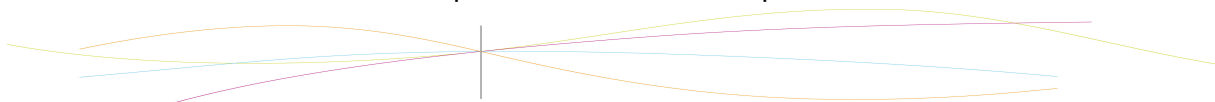


Figure 4: mât

Pour finir, nous avons fabriqué les portes du robot à l'aide de Mécanos pour ensuite les placer sur les servomoteurs. Grâce aux Mécanos, les portes sont légères. Les servomoteurs peuvent ainsi les ouvrir facilement et rapidement.

4.1.2. Assemblage du robot

Le corps du châssis étant fini, il ne nous restait plus qu'à disposer les différents composants. Nous avons tout d'abord fixé la carte Arduino à l'arrière afin que celle-ci soit facilement accessible pour pouvoir alimenter le robot en électricité. La caméra, quant à elle, est située à l'avant du robot. Elle peut ainsi facilement repérer les balles. Par la suite, nous



avons placé les servomoteurs couplés des portes devant le châssis afin que ces derniers puissent empêcher les balles de sortir. Nous avons aussi placé des capteurs infrarouges dans le but de détecter les obstacles pour que le robot puisse les éviter. L'ensemble des composants électroniques a été relié à l'aide de fils électriques.

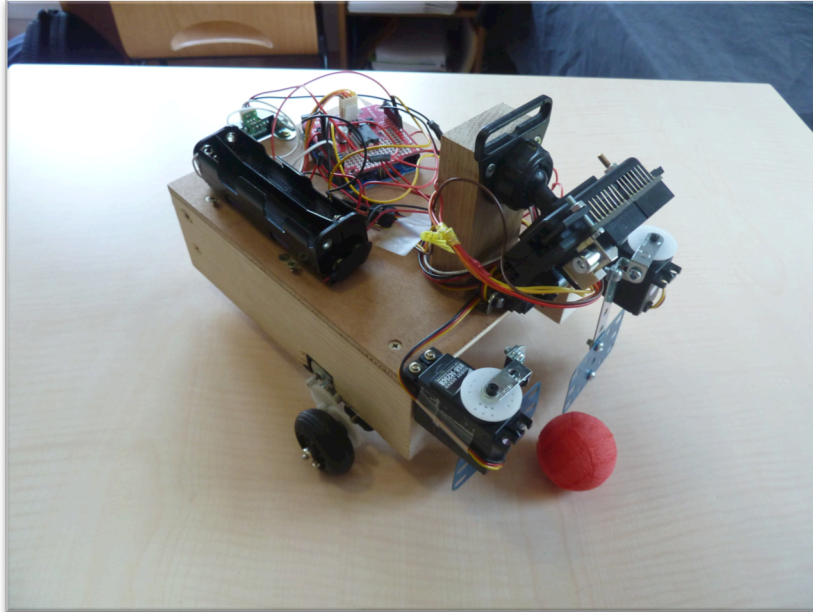


Figure 5 : vue d'ensemble du robot fini

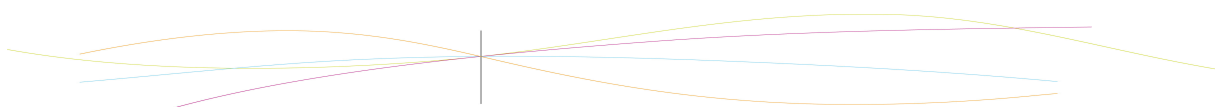
4.2. Programmation

4.2.1. Logique du programme

Afin de réaliser le programme permettant au robot d'aller chercher les balles, nous nous sommes tout d'abord réunis pour réfléchir à la logique du robot et différencier différentes étapes dans le processus de recherche de balle. Pour aller chercher une balle d'une couleur donnée, le robot tourne tout d'abord sur lui-même (nous avons décidé arbitrairement qu'il tournerait vers la droite) jusqu'à ce que la balle entre dans le champ de vision de la caméra.

Le robot ouvre alors ses portes puis avance en direction de la balle, suivant une trajectoire en ligne plus ou moins droite. Les moteurs faisant tourner chaque roue sont légèrement différents, ils ne tournent donc pas toujours à la même vitesse. De ce fait, le robot ne peut pas avancer totalement en ligne droite, il tourne légèrement, soit à droite, soit à gauche. Afin d'éviter ce problème, la position de la balle est régulièrement vérifiée et la trajectoire du robot est modifiée en conséquence : lorsque la balle se trouve trop à droite du champ de vision du robot, celui-ci tourne à droite, et de même il tourne à gauche si nécessaire. De cette manière, nous pouvons être sûrs que le robot se dirige bien en direction de la balle, sans se décaler.

Lorsque la balle quitte le champ de vision du robot, celui-ci considère qu'elle est trop proche de lui pour entrer dans son champ de vision, il avance donc suffisamment pour faire entrer la balle dans l'emplacement prévu, puis ferme ses portes afin que la balle ne sorte pas. Il cherche alors une nouvelle balle.



Le diagramme ci-dessous permet de visualiser chacune de ces étapes et le fonctionnement général du robot.

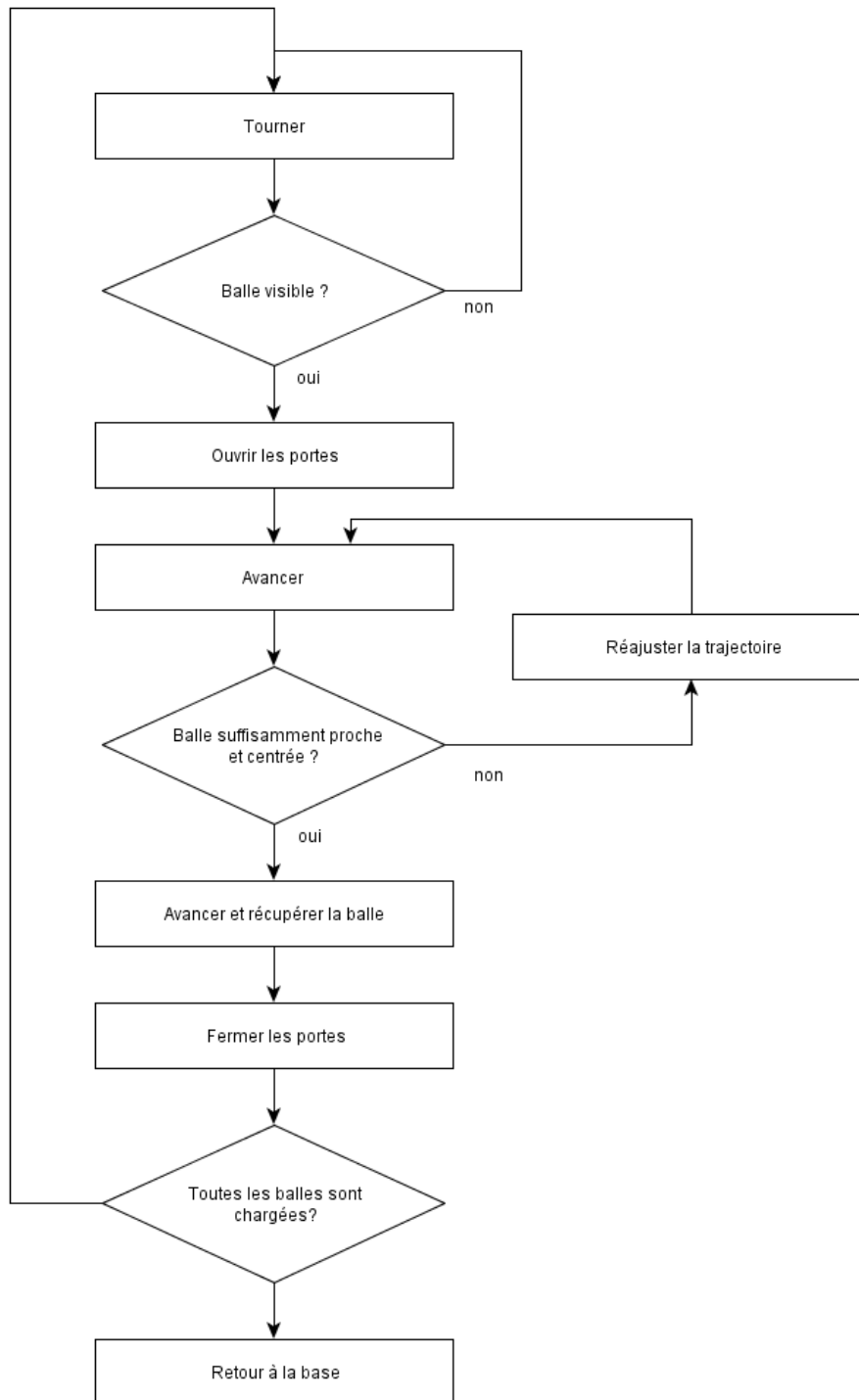
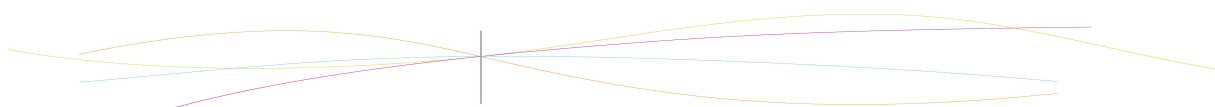


Figure 6 : fonctionnement du robot



Le diagramme ci-dessous permet de visualiser le processus suivi par le robot pour ramener les balles vers la base.

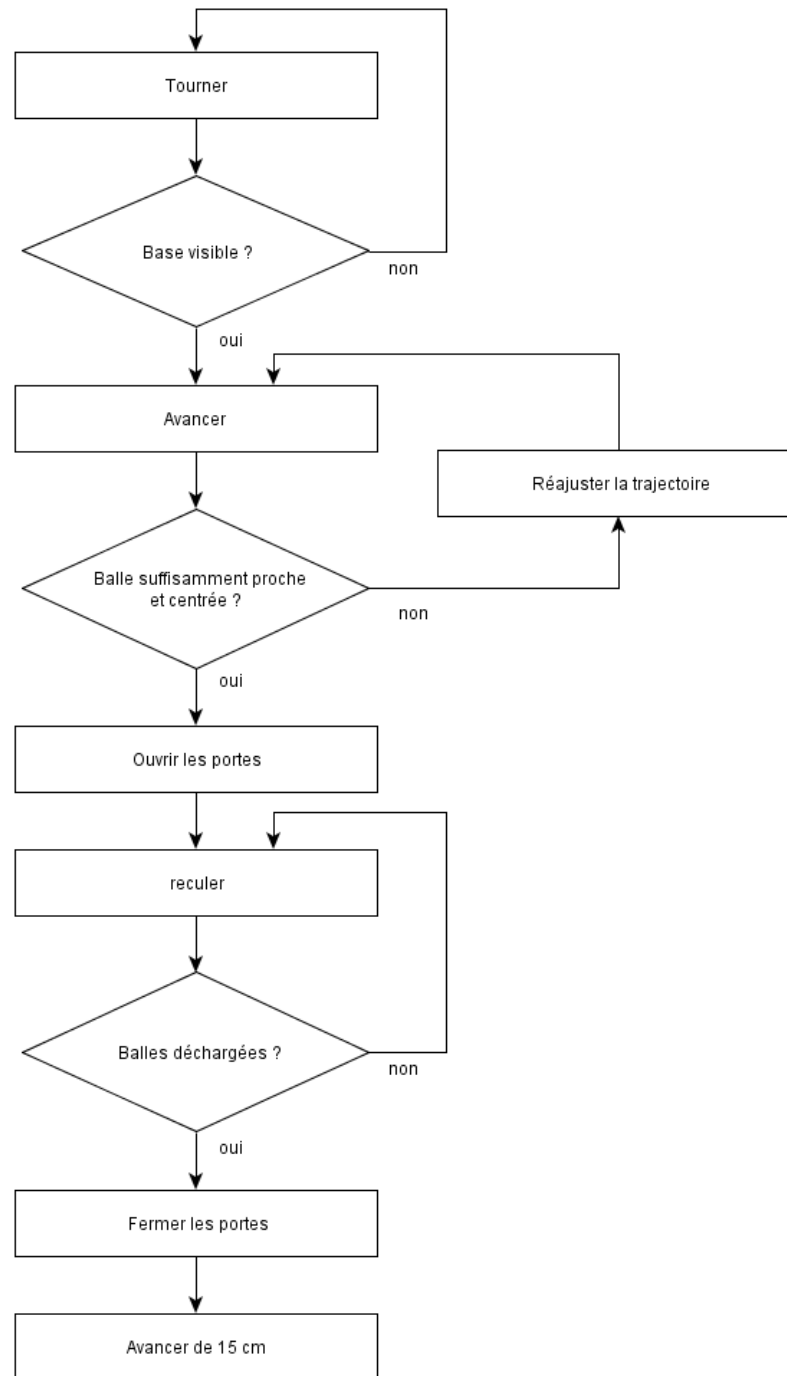
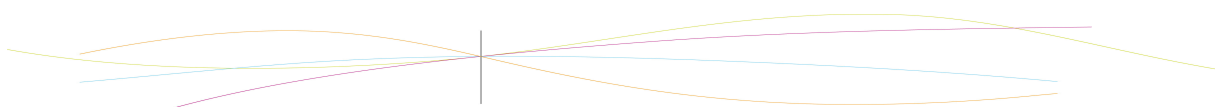


Figure 7 : fonctionnement du robot (suite)

Pour fonctionner, ce programme utilise des sous-programmes gérant la CMU CAM 4, qui seront traités dans la sous-partie suivante, et des sous-programmes gérant les fonctions de base du robot, c'est-à-dire avancer, tourner, s'arrêter et ouvrir les bras.



4.2.2. *Sous-programmes réalisés*

Pour intégrer notre programme réalisé en « langage humain », nous avons dû apprendre un langage dérivé du C++, le langage de programmation utilisé par la carte Arduino.

Une fois les fonctions réalisées dans ce langage, nous avons réalisé des classes de manière à simplifier le code :

- la classe servomoteur qui permettra l'ouverture ou la fermeture de la porte avant du robot.
- La classe moteurs, qui gère l'avancée, les tournants et l'arrêt du déplacement du robot.
- La classe capteur InfraRouge qui détectera la présence ou l'absence d'un obstacle devant le moteur mentionné.

Arduino intègre directement une librairie de servomoteurs, mais les nôtres ne convenaient pas à cette librairie : en effet, il suffit de « mentionner » un angle à un servomoteur classique pour qu'il s'y rende, tandis que pour nos servomoteurs, c'était le temps d'alimentation qui définissait l'angle. Nous avons donc été dans l'obligation de réaliser cette classe, la librairie ne nous convenant pas.

De même, les capteurs ne retournant pas la distance de manière linéaire, il nous a été obligatoire de faire une approximation par partie de la courbe de manière à avoir un seuil de tension correspondant environ à la distance que nous souhaitions contrôler.

Finalement, une fois le code implémenté en C++, il nous a été obligatoire de faire des derniers réglages, prenant en compte la « réalité » du code. Cela allait de l'inertie du robot, nous forçant à couper les moteurs plus tôt que nous le planifions, jusqu'à la vitesse du robot, trop élevée pour les captures vidéo.

Pour ce dernier problème, nous avons décidé de faire avancer le robot par saccades, plutôt que de manière continue comme précédemment.

Pour finir avec ces réglages pratiques, nous avons aussi dû réadapter les valeurs contenues dans le programme, telles que les durées de pause du programme, les valeurs des couleurs ou encore les distances des capteurs IR.

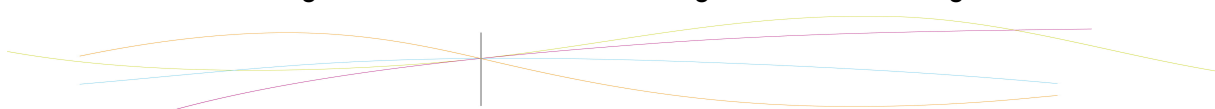
4.2.3. *CMU CAM 4*

Afin de détecter les balles de couleur et la base, nous avons donc utilisé un module de reconnaissance vidéo CMUCam4, relié à la carte Arduino. Afin de réussir à l'utiliser correctement, nous avons grandement utilisé Internet, et notamment la documentation de cette mini-caméra.

Celle-ci fonctionne de la façon suivante, en deux étapes.

La première étape, l'initialisation de la CMUCam4, consiste à faire les différents réglages nécessaires au bon fonctionnement de la caméra. Il s'agit de désactiver divers modes qui, dans notre cas, ne sont pas utiles, le gain automatique et la balance des blancs automatique, et d'activer le poll mode, qui permet d'augmenter les performances du robot en envoyant moins d'informations à la carte Arduino.

Nous faisons également en sorte de faire clignoter la diode rouge de la CMUCam4



pendant cinq secondes afin de savoir à quel moment le robot est opérationnel à 100%.

Ensuite, la seconde étape est le programme en lui-même de la CMUCam4. Nous avons donc créé une fonction, nommée `couleurDetectee`, qui permet de savoir si la couleur recherchée est vue ou non par la caméra.

Celle-ci fonctionne de la façon suivante.

On fournit à la fonction six valeurs qui correspondent à une plage de couleur, c'est-à-dire des quantités minimales et maximales de rouge, vert et bleu, afin de déterminer la couleur qui doit être recherchée par la caméra. Une fois ces valeurs fournies, on peut commencer à "traquer" la couleur.

Lorsque le nombre de pixels de cette couleur repéré par la caméra est supérieur à 1 et que le niveau de confiance, ou densité des pixels repérés, est supérieur à 40, on renvoie un booléen valant VRAI. Sinon, on renvoie FAUX.

La CMUCam4 nous permet également de récupérer les coordonnées du barycentre des pixels repérés : on les stocke donc dans deux variables `x` et `y`, qui sont utilisées par la carte Arduino pour réajuster la trajectoire du robot.

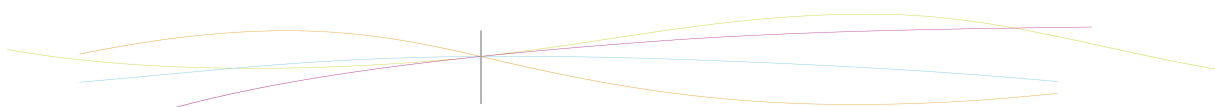
4.2.4. Pilotage du robot et interface Homme/machine

Au début du projet, nous avons eu un problème majeur au niveau de la CMU CAM 4, rendant celle-ci inutilisable. La CMU est à la base de notre projet et sans elle, le robot ne pouvait plus se contrôler seul. Pour pallier à cette difficulté, nous avons opté pour un nouvel objectif de projet, c'est-à-dire le pilotage du robot à l'aide d'un clavier d'ordinateur.

Pour cela, une interface homme/machine a été créée pour pouvoir communiquer avec le robot à l'aide d'un câble par le port USB. Il a donc fallu mettre en place le système de communication et créer un programme qui fonctionne en parallèle avec celui embarqué dans la carte Arduino. Pour créer cette interface, nous avons utilisé le Framework Qt qui permet une gestion des événements d'entrée (clavier, souris) et de communication par le port USB entre autres.

La première version de l'application était composée de boutons sur lesquels on pouvait cliquer avec la souris, mais il n'était pas pratique de regarder l'écran et le déplacement du robot simultanément. La deuxième version permet de déplacer le robot et de gérer l'ouverture de ses bras à l'aide du clavier, ce qui apporte une gestion des interactions avec le robot plus aisée.

Cependant, trois séances avant la fin du projet, nous avons réussi à faire fonctionner la CMU grâce à un conseil d'une personne ayant déjà utilisé la CMU. Le pilotage du robot par le clavier passa donc en un objectif secondaire.



5. PROBLEMES RENCONTRES

5.1. Cas de la CMU CAM 4

La CMUCam4 est la partie du robot qui nous a posé le plus de difficultés. En effet, il nous a fallu presque la totalité des séances de P6 ainsi que de nombreux essais en dehors de ces créneaux pour parvenir à la faire fonctionner convenablement.

Nous avons tout d'abord été confrontés à des problèmes de communication entre la caméra et nos ordinateurs : les programmes refusaient d'être transférés dans la carte Arduino lorsque la CMUCam4 y était connectée. Nous devions donc la débrancher pour transférer le programme, puis la rebrancher afin de le tester, ce qui aurait pu endommager les broches de la caméra à long terme. La seule solution a été de connecter les deux cartes à l'aide de câbles, plus faciles à brancher et débrancher que les broches, et, de toute façon, nécessaires pour incliner la caméra selon un angle précis sur le robot.

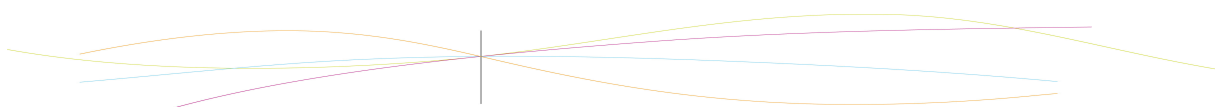
Ensuite, pendant de nombreuses séances, il nous a été impossible de détecter efficacement les couleurs. Peu importe les plages de couleurs, les objets, la luminosité, la distance : soit la caméra ne détectait jamais la couleur, soit elle la détectait toujours, même lorsqu'elle ne devait pas. Nous avons réussi à régler ce problème grâce à l'aide d'un élève d'ASI3 ayant déjà travaillé sur cette caméra, qui nous a donné l'astuce du poll mode : une fois activé sur la caméra, celle-ci envoie moins de données à la carte Arduino, ce qui permet à cette dernière de mieux se synchroniser avec les données. Alors seulement il nous a été possible de continuer à programmer la caméra.

5.2. Cas du robot en général

Nous avons rencontré quelques problèmes avec les roues du robot. En effet, après les avoir installées sur le châssis, nous nous sommes rendus compte qu'un des engrenages reliant une roue à son moteur n'était pas plat mais un peu courbé, ce qui fait qu'il frottait avec un autre engrenage. La roue avait donc des difficultés à tourner. Pour résoudre ce problème, nous avons donc limé cet engrenage afin de l'aplanir et de limiter les frottements.

Par ailleurs, un des moteurs que nous avons récupéré sur un autre robot avait aussi quelques problèmes. Avec ce type de moteur, il est possible de choisir la vitesse d'entraînement des roues, et donc la vitesse du robot. Cependant, un des moteurs ne fonctionnait qu'en puissance maximale, ou ne fonctionnait pas du tout. Nous avons donc dû en tenir compte quand nous avons programmé le robot, qui ne pouvait avancer qu'à la vitesse maximale. Lors des tests finaux, nous nous sommes rendus compte que la vitesse du robot était trop importante pour permettre à la caméra de remarquer les changements de coordonnées de la balle, ou de la voir lorsque le robot tournait. Nous avons donc adapté nos programmes et modifié la vitesse de déplacement du robot en le faisant se déplacer par à-coups (avec des pauses régulières), pour que la caméra ait le temps de mettre les données à jour.

Nous nous sommes posé des questions quand il a fallu choisir la façon dont le robot serait alimenté. Au final nous avons décidé d'alimenter la caméra à l'aide de quatre piles A4 et, pour ce qui est de l'alimentation de la carte Arduino, nous avons opté pour une alimentation secteur.



5.3. Cas de la programmation

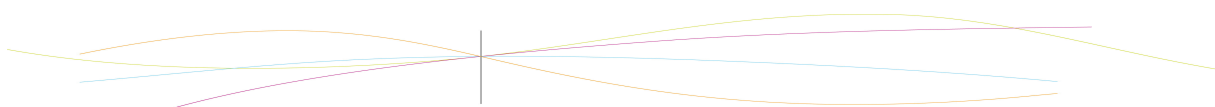
Outre le problème d'intégration de la CMUCam détaillé ci-dessus, la programmation nous a posé quelques problèmes.

À commencer par la manière de procéder pour récupérer de manière efficace les données de la CMUCAM. En effet, soit nous récupérons en une seule fonction l'état booléen de la détection de la couleur demandée, ainsi que les coordonnées du barycentre, soit nous divisons la récolte de ces informations en différentes fonctions. Pour des raisons de simplification du code et de rapidité, notre choix s'est porté sur la première option, mais cette dernière nous a malgré tout obligé à aborder le domaine des pointeurs en C++.

Un second problème s'est posé à nous : celui d'intégrer le temps à nos opérations. En effet, le seul moyen aisé a été les « delay », figeant la carte durant le temps demandé. Cela signifie que si nous voulions envoyer des informations telles que des signaux PWM aux moteurs (permettant une gestion de la vitesse des moteurs), ces derniers interdiraient toute autre opération en simultané.

C'est la raison pour laquelle nous avons programmé les fonctions de manière à ce que ces dernières ne bloquent pas le reste des opérations (notamment les fonctions de gestion des moteurs : avancer, reculer, tournerDroite, tournerGauche et arreter).

Finalement nous avons aussi dû adapter notre robot selon le même principe pour les servomoteurs : il nous était impossible d'activer les deux en simultané. La solution a tout simplement été de les activer l'un après l'autre, ce qui prenait plus de temps, mais réalisable sans fonction trop gourmande en ressources.



6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Malgré les problèmes que nous avons pu rencontrer tout au long de notre projet de P6, nous avons réussi à nous organiser efficacement pour produire un robot qui remplit bien tous les objectifs que nous avons fixés dans le cahier des charges.

Au travers de cette EC, nous avons exploré le monde de la robotique, de la programmation et de l'électronique. Pour le mener à bien, nous avons dû nous organiser en groupe de travail pour être efficaces, mais aussi mettre en valeur les connaissances de chacun pour en profiter au maximum.

Notre projet, bien qu'achevé, doit pouvoir être amélioré.

En effet, pour avoir un robot plus agréable visuellement et plus propre au niveau du câblage, il faudrait créer un circuit imprimé. Cela supprimerait beaucoup de fils visibles qui occupent de la place sur le châssis.

En modifiant la forme ou le matériau du châssis, le robot serait plus léger et donc plus facilement dirigeable.

Le remplacement des moteurs par d'autres de meilleure qualité permettrait de régler la vitesse du robot, afin qu'il puisse se mouvoir de façon optimale.

Avec plus de temps il serait possible de supprimer l'alimentation secteur pour la carte Arduino et de remplacer les piles par une batterie dans le but de rendre le robot complètement autonome.

Conclusions personnelles

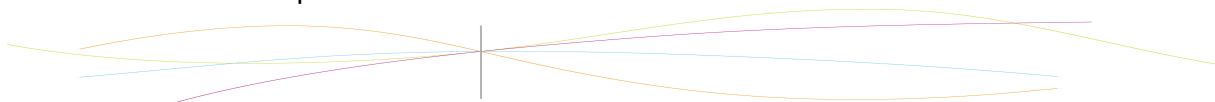
Anthony COURTIN :

Pour ma part, ce projet fut très bénéfique. Il m'a permis de découvrir en détail un sujet qui m'intéresse fortement mais que je n'ai jamais eu l'occasion de traiter : celui de la robotique. J'ai pu voir de plus près les étapes clés de la réalisation d'un projet et plus particulièrement la conception d'un robot de A à Z. Le travail de groupe fut véritablement intéressant car celui-ci se rapproche de la façon de faire dans le monde du travail : chacun a un rôle que l'on définit au début du projet et qui correspond à ses domaines de compétences. Grâce à ce projet de P6, j'ai acquis de nouvelles connaissances ainsi qu'une expérience supplémentaire pour ma formation d'ingénieur qui me sera utile pour la suite.

Charlotte TOUCHARD

A travers ce projet, j'ai pu pour la première fois travailler sur un sujet appartenant à des domaines qui m'étaient totalement inconnus jusqu'à présent, à savoir l'électronique et la robotique. J'ai trouvé très intéressant de les découvrir en participant à la création d'un robot, puisque ce projet était très concret.

Par ailleurs, travailler avec des personnes que je ne connaissais pas était une nouvelle expérience pour moi. Découvrir cette façon de travailler a été bénéfique, puisque cela permet de s'habituer à mener un projet en équipe, sans pour autant connaître les connaissances et compétences des autres.



Christophe CLUIZEL :

Sur un plan technique, ce projet de P6 m'a permis d'approfondir mes connaissances dans les domaines qui touchent à la robotique, c'est-à-dire l'électronique, l'informatique et la vision. La conception en totalité d'un robot permet de voir les différentes étapes nécessaires à sa réalisation et faire face aux multiples questions et problèmes qui subviennent au fur et à mesure.

Sur un plan organisationnel, ce projet fut l'occasion de travailler en équipe sur une réalisation complexe qui touche des domaines variés. En tant que chef de projet, il a fallu répartir les différentes tâches à réaliser en fonction des attentes de chacun, de l'avancement du projet et des problèmes rencontrés. Cette gestion de projet et d'équipe m'a permis d'avoir une première approche du management, notion indispensable dans le monde de l'entreprise.

Le projet de P6 fut donc une bonne expérience de travail de groupe avec une équipe motivée et efficace, avec un apport tant au niveau technique qu'organisationnel.

Manon ANSART :

Au cours de ce projet, j'ai pu découvrir un domaine qui m'intéressait mais auquel je n'avais pas été confrontée auparavant, celui de la robotique. N'ayant aucune notion dans ce domaine, j'ai pu découvrir quelques bases, ce qui m'a donné envie d'approfondir ces connaissances dans la suite de mes études. J'ai également appris un nouveau langage de programmation, le C++, particulièrement utile pour la programmation Arduino. Ce projet m'a permis d'appliquer mes connaissances en programmation à un sujet concret et intéressant.

J'ai particulièrement apprécié la dimension humaine du projet, puisque nous avons dû gérer un travail de groupe en optimisant au maximum les connaissances et les points forts de chacun lors de la répartition des tâches pour un travail efficace. Ce projet était donc intéressant tant du point de vue technique que méthodologique.

Quentin DIAFERIA

Ce projet a été pour moi un grand plus dans plusieurs domaines. Tout d'abord sur un plan purement scientifique, il m'a été possible de m'intéresser à un domaine auquel j'étais étranger : la robotique. Le fait de fabriquer un robot m'a toujours attiré, et c'est en quelques sortes un rêve d'enfant qui s'est réalisé.

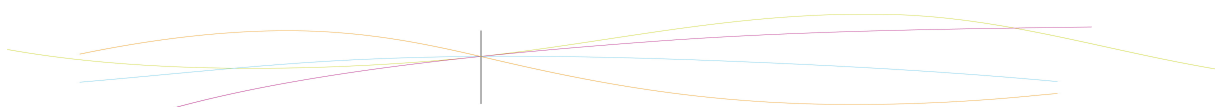
Construire un robot regroupe également de nombreux domaines différents. Même si j'avais déjà quelques connaissances en programmation, j'ai pu me pencher sur un langage que je ne connaissais qu'en surface : le C.

De plus, je n'avais jamais vraiment touché à de l'électronique, ce projet a donc été l'occasion de m'y plonger et de découvrir ce domaine. La partie reconnaissance visuelle a été la plus intéressante à mes yeux.

Enfin, travailler au sein d'un groupe motivé a été plus qu'agréable. En bref, ce projet a été une expérience très enrichissante.

Bastien LAINE

Ce projet de physique a pour moi représenté un vrai début de travail de groupe. Comparé à d'autres projets des années précédentes notamment, nous avons eu à mettre en

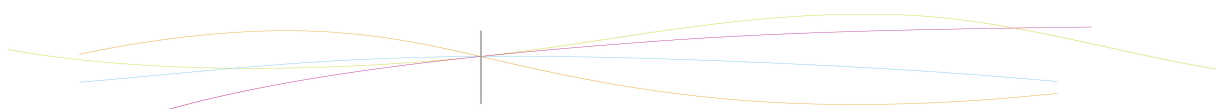


place ce semestre une vraie cohésion au sein du groupe de manière à mener à bien ce projet.

De plus d'un point de vue enrichissement scientifique et culturel, ce projet m'a fait découvrir un domaine que je n'avais que peu côtoyé jusqu'à présent : la robotique. Dans ce dernier, toutes nos connaissances en matières de programmation et d'électronique ont été mises à profit et ce même jusque des compétences aussi poussées que les pointeurs, tout juste abordés en I3.

Ce projet m'a aussi permis d'avoir un aperçu de ce à quoi ressembleront nos projets en département, plus reliés à notre projet scolaire final.

Pour conclure, ce projet a été fort en enseignements, et ce, pas seulement d'un point de vue scientifique, mais aussi dans le domaine du travail de groupe, pilier de notre formation d'ingénieur.



7. BIBLIOGRAPHIE

[1] lien internet : <http://www.arduino.cc/> (valide à la date du 16/06/2013)

[2] lien internet : <http://www.cmucam.org/> (valide à la date du 16/06/2013)

[3] lien internet : <http://www.siteduzero.com/> (valide à la date du 16/06/20

