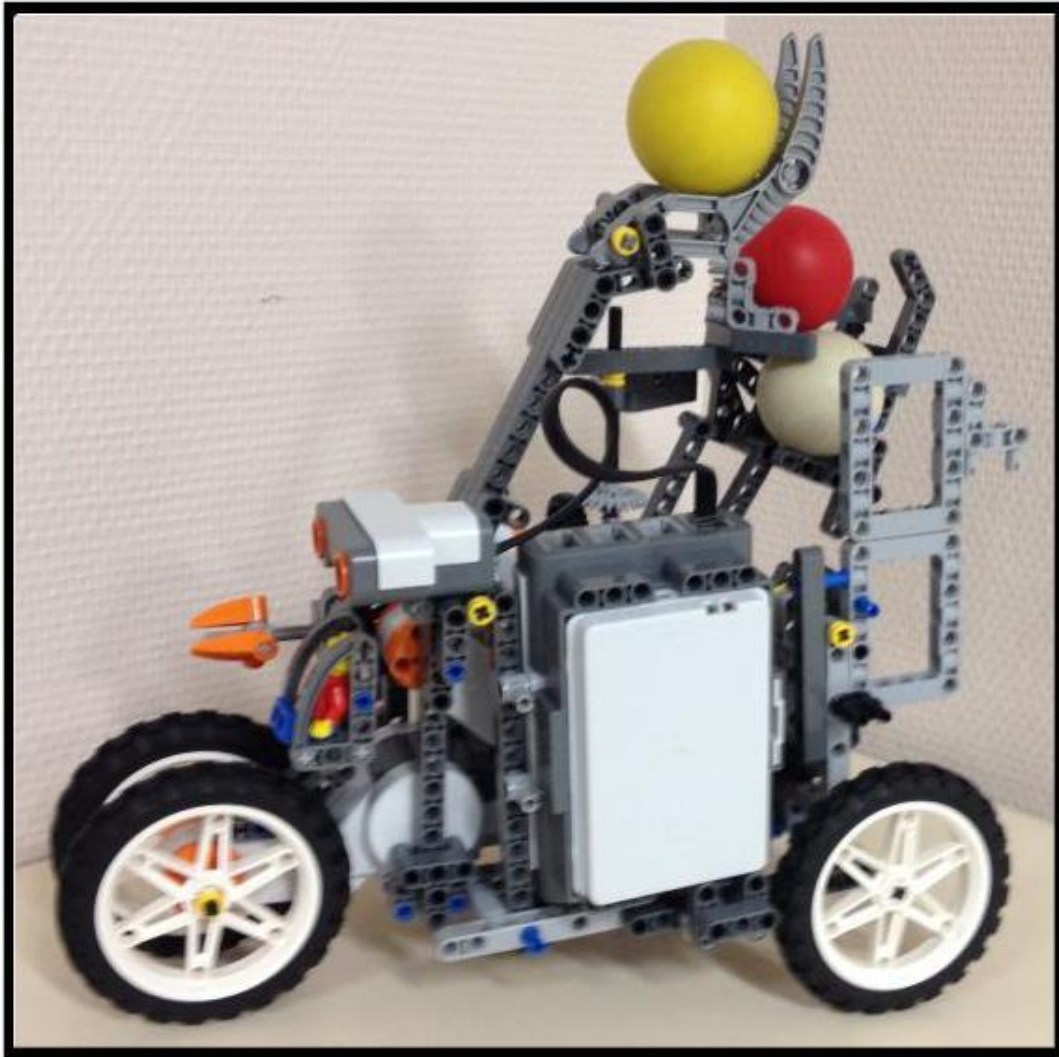

Projet LEGO



FIERVILLE Yves
GARSTECKI Michal
MARTIN Guillaume
NAOUIIS Nidal
SAVIN Perrine
Groupe 20

ISTIA-EI3

Plan:

Introduction

I - Distribution des taches

II - Gestion de projet

- 1) Analyse du Cahier des Charges
- 2) Recherche et choix d'une solution technologique
- 3) Création d'une base pour le robot
- 4) Perfectionnement de la solution technologique retenue
- 5) Conception du stockage et de la distribution des balles
- 6) Programmation

III - Déroulement suivi

IV - Difficultés rencontrées et solutions

- 1) Recherches préalables
- 2) La châssis
- 3) La catapulte
- 4) Ball magazine
- 5) The program

V - Apports humains et techniques

- 1) Les apports techniques
- 2) Les apports humains

Conclusion

Remerciements

Introduction

Dans le cadre de la semaine d'intégration à l'Istia, un challenge Lego est organisé durant une semaine. Par équipes de quatre ou cinq, nous devons réaliser un robot qui permet de lancer des balles dans un panier afin de gagner le challenge organisé en fin de semaine. Il y a dix-neuf équipes.

Notre groupe est composé de cinq membres : SAVIN Perrine, FIERVILLE Yves, GARSTECKI Michal, MARTIN Guillaume, NAOUIS Nidal. L'effort a été porté sur la mise en place d'un robot Lego à l'aide d'une boîte Lego. Il s'agit de concevoir et programmer le robot pour qu'il puisse tout d'abord charger les trois balles, ensuite les lancer dans le panier à différentes distances pour gagner de points (1,2 ou 3 selon la position des tirs).

Donc la fabrication du robot nécessite une conception bien organisée et une programmation pour tous les composants du robot afin de garantir le bon lancement des 3 balles.

I - Présentation des membres du groupe:

Chaque membre de ce groupe a acquis lors de sa formation avant l'Istia des compétences et des connaissances dans des différents domaines commençant par :

Nidal Naouis : elle a eu un DUT en génie informatique. Puis, elle a obtenu sa licence professionnelle en ingénierie informatique.

Perrine Savin a suivi une première année à la faculté d'Orsay qui lui a apporté des bases, en particulier pour ce projet, en mécanique et en informatique (langage C++). Elle a ensuite intégrée l'INSA de Strasbourg en seconde année de classe préparatoire et suivi la première année du cycle d'ingénieur en spécialité Plasturgie dans le département Mécanique. Cela lui a apporté des connaissances en gestion de projet (Analyse fonctionnelle), et complété ses connaissances en mécanique et informatique.

Yves Fierville a été formé à l'IUT de Tours dans la filière Génie électrique et informatique industrielle qui lui a permis d'acquérir des compétences en langage informatique ainsi qu'en système automatisé.

Martin Guillaume vient du cycle préparatoire de l'Istia. Il avait donc des bases en mécanique et informatique. Il connaissait déjà le fonctionnement du challenge comme il y avait assisté l'année précédente. Il a pu donc aider dans l'organisation et la gestion du projet. Ce challenge lui a permis de faire connaissance avec les nouveaux élèves, et de rassembler ses connaissances autour d'un projet concret.

Michal Garstecki went from Torun in Polonia. He studies automatic and robotics at the faculty of physics, astronomy and informatics at Nicolaus Copernicus University in Torun. In the past he programmed lego robots and arduino in labview and c language. He have got his own lego box and in the past he also build robots.

II - Distribution des taches

Quand à distribution des tâches, elle s'est fait naturellement tout au long du projet. Nous pouvons résumer cela de la façon suivante: Michal GARSTECKI s'est occupé de la base du robot et de l'assemblage des différentes parties ainsi que de la programmation. Yves FIERVILLE, SAVIN Perrine, Guillaume MARTIN ont travaillé sur la conception des deux autres parties du robot: stockage des balles et lanceur. La recherche des solutions technologiques ainsi que les tests ont été réalisés en équipe ainsi que les petites améliorations telles que solidifier l'ensemble par exemple. Perrine SAVIN et Nidal NAOUIS ont étudié le cahier des charges, réalisé l'analyse fonctionnelle et se sont occupées de représenter le travail réalisé en présentation pour le jour de la soutenance.

III - Gestion projet

1) Analyse du Cahier des Charges

Pour l'étude du cahier des charges, nous avons réalisé une analyse fonctionnelle afin de cibler les attentes et les contraintes que doit respecter notre robot.

Nous avons donc mis en valeur la fonction principale et lister les fonctions contraintes présentes dans le cahier des charges:

- FP1: Marquer des paniers

Au Départ:

45 secondes pour:

- FC1 Charger les balles dans le robot
- FC 2 Placer celui-ci dans l'aire de départ
- FC 3 Activer le robot

Fonctions du robot:

- FC4 Partir lors du top départ en moins de 15s: plaque relevée par l'arbitre
- FC5 Envoyer trois balles dans un panier en étant arrêté derrière une ligne
- FC6 Ne pas envoyer les trois balles dans le même panier depuis la même zone
- FC7 Aller du point de départ jusqu'au point d'arrivée plus rapidement que son adversaire
- FC8 Tenir sur une feuille A4 à l'arrêt.

Ensuite nous les avons représentées sur un diagramme pieuvre:

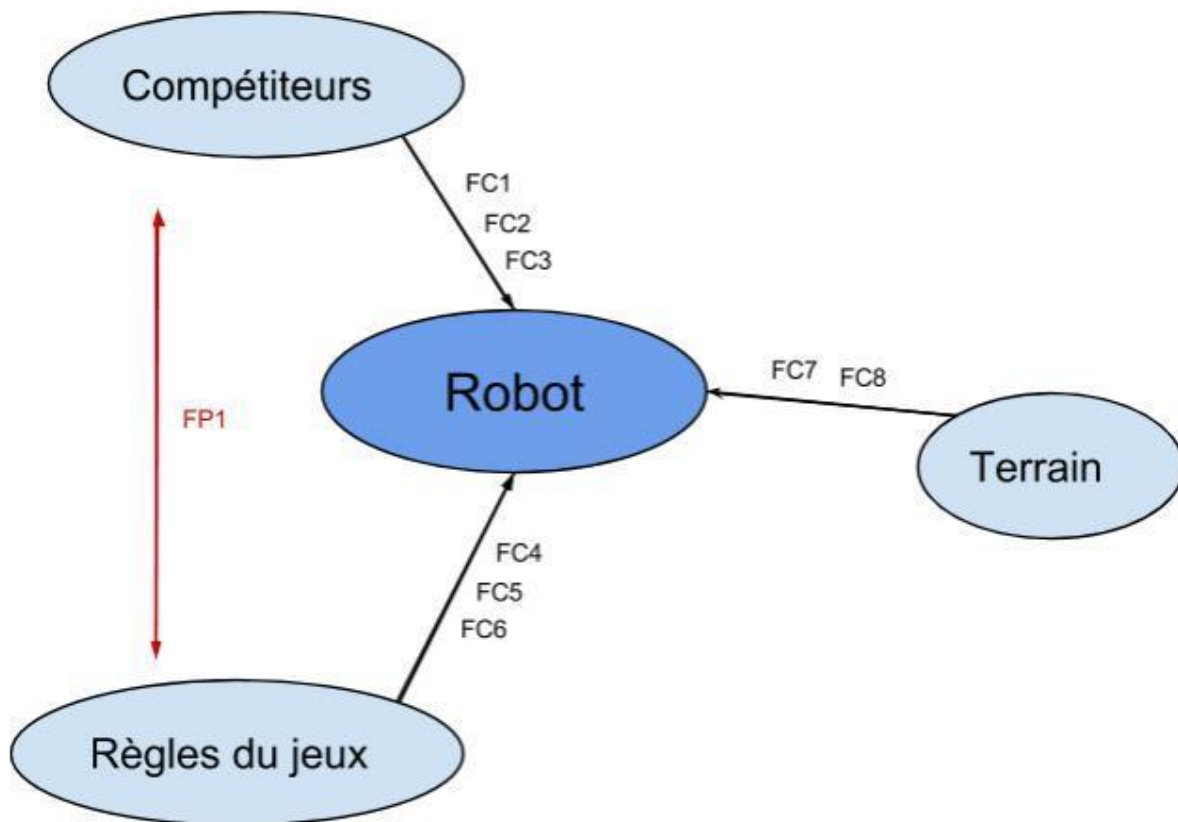


Diagramme Pieuvre

2) Recherche et choix d'une solution technologique

Nous avons ensuite réfléchi et fait des recherches afin de répertorier les différentes solutions technologiques possibles pour lancer la balle. Nous les avons classées dans un diagramme Fast pour pouvoir ensuite sélectionner les plus pertinentes.

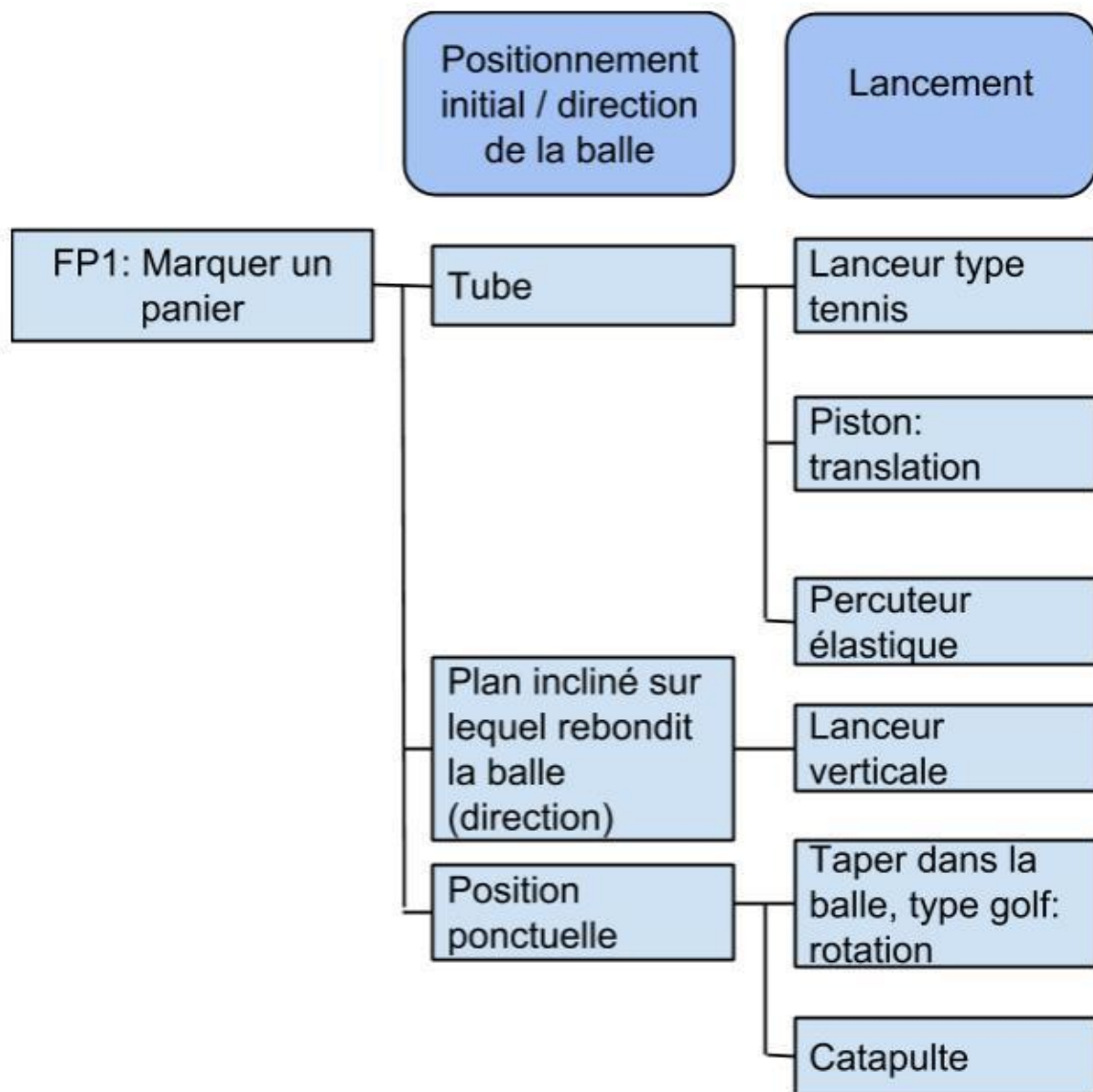


Diagramme Fast

Nous avons essayé différentes solutions technologiques et supprimées les moins pertinentes. Nous n'avons pas réalisé toutes les solutions technologiques car nous avons pu en supprimer certaines sans essais. Par exemple, la solution du lanceur vertical projetant la balle sur un plan vertical orienté de façon à donner une trajectoire optimale à la balle a été éliminée dès le départ. En effet, nous nous sommes aperçus que cela ne résolvait pas le problème de comment donner une accélération à la balle. De plus, cela compliquait la mise en œuvre. Il aurait fallu réfléchir à la fois sur comment lancer la balle suffisamment fort pour que celle-ci rebondisse et sur l'orientation du plan en fonction de la distance au panier, et peut être nécessiter un moteur adaptant cette inclinaison afin de pouvoir tirer à au moins deux distances différentes.

Grâce à ces essais et à leur analyse, nous avons pu réaliser un tableau avec les avantages et inconvénients de chaque solution technologique afin de sélectionner la plus pertinente, il fallait qu'elle permette une accélération suffisante de lancement mais également une trajectoire optimale (en cloche).

<i>Solutions technologiques</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Catapulte	<ul style="list-style-type: none"> • Simple à concevoir • bonne trajectoire • accélération initiale assez importante avec un multiplicateur 	<ul style="list-style-type: none"> • Précision • Problème de réglage si on utilise un contre poids
Lanceur type tennis	<ul style="list-style-type: none"> • Régularité • forte accélération grâce à la compression des balle en mousse 	<ul style="list-style-type: none"> • besoin d'un moteur puissant pour permettre la compression de la balle • en pratique, accélération faible car balle molle
Piston	<ul style="list-style-type: none"> • Régularité 	<ul style="list-style-type: none"> • accélération faible • trajectoire plutôt rectiligne
Percuteur élastique	<ul style="list-style-type: none"> • accélération importante 	<ul style="list-style-type: none"> • besoin d'être rechargé: compliqué à mettre en oeuvre
Lanceur vertical		<ul style="list-style-type: none"> • Précision et stabilité • compliqué à régler (orientation du plan) • nécessite également une solution pour lancer
Lanceur type golf	<ul style="list-style-type: none"> • utilisation de la gravité: économie d'un moteur 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun guidage de la balle • aucun réglage possible

3) Création d'une base pour le robot

En parallèle de cette recherche de solutions technologiques, nous avons réfléchi sur la base du robot devant respecter une dimension imposée. Pour cela, nous avons fait des essais différents. La première base a été réalisée par Michal, ayant déjà manipulé ce type de LEGO. Par la suite, en fonction des dimensions, du besoin du maximum de moteurs pour lancer la balle, nous l'avons modifiée. Elle a ensuite continué d'évoluer lorsque nous avons ajouté le lanceur et le stockage des balles.

Après les étapes précédentes, nous avons décidé de ne pas essayer de lancer dans le panier adverse. En effet, nous avons préféré miser sur la stabilité de notre solution et sur la rapidité du robot afin d'obtenir le point bonus final. Cela a été un choix stratégique relativement efficace vu qu'une seule équipe a essayé de réaliser cette fonction.

4) Perfectionnement de la solution technologique retenue

Grâce à nos recherches et à nos essais, nous avons sélectionné la catapulte. En effet, elle est simple à réaliser, permet d'avoir une accélération initiale suffisante avec certaines améliorations et permet d'obtenir la trajectoire idéale: en cloche.

La catapulte a évolué grâce aux nombreux tests réalisés afin d'être la plus précise et stable possible. Nous avons également dû ajouter un multiplicateur afin d'avoir une accélération initiale suffisante. Cela sera développer dans la partie des difficultés rencontrées.

5) Conception du stockage et de la distribution des balles

Nous avons fait plusieurs essais avant de réussir à trouver une solution permettant de stocker les balles mais également de mettre la seconde balle en place après le lancement de la première et ainsi de suite. Nous avons choisi de se servir d'un moteur pour faciliter la distribution des balles. Cela sera également développer dans la partie des difficultés rencontrées.

6) Programmation

En parallèle de la conception du stockage, nous avons commencé la programmation. Celle-ci a été réalisée grâce à des essais successifs. Par exemple, pour connaître la puissance nécessaire pour tirer à deux points, nous avons tout d'abord essayé une puissance puis, en fonction du test, nous l'avons augmentée ou diminuée. La programmation des trois moteurs a été fait de manière indépendante.

Après avoir trouvé les bons réglages pour le lancement, Nous avons programmé le rechargement.

Enfin, nous avons assemblé le lancement, le rechargement des balles et l'avancement du robot sur le terrain de jeu.

Nous avons également dû choisir notre stratégie de jeu pour faire notre programmation en fonction de celle-ci. Nous avons choisi de tirer deux fois à trois points puis une fois à deux points afin d'obtenir le maximum de points possibles sans viser le panier adverse.

III - Déroulement suivi

Jours	Tâches associées
Lundi	Étude du cahier de charge Recherche de solutions technologique Essais des solutions
Mardi	Développement de la solution technologique choisie Construction du robot
Mercredi	Programmation du robot Ajustement en fonction du test Préparation du diaporama
Jeudi	Homologations
Vendredi	Matches

IV - Difficultés rencontrées et solutions

Toute la conception a été rythmée par des tests, des échecs et enfin des améliorations au fur et à mesure de la semaine. Voici, dans l'ordre de création, les différentes étapes de notre travail.

1) Recherches préalables

Après avoir fait connaissance, nous avons commencé par nous informer sur le travail que nous allions devoir réaliser.

Nous avons lu bien attentivement le cahier des charges, en échangeant pour être bien sûr de ne pas avoir mal compris un point de règlement. Nous n'avons pas hésité à aller voir notre tuteur Mr Verron pour éclaircir certains points. Cela nous a permis d'éviter de partir sur une mauvaise voie et de perdre du temps.

Ensuite nous avons utilisé internet pour cette fois-ci se rendre compte des possibilités de création que nous offrait l'outil LEGO. Car en effet Perrine, Nidal et Guillaume n'y avaient même pas joué pendant leur enfance ! Heureusement, le site LEGO Mindstorm propose de nombreux exemples de créations d'utilisateurs sous forme de forum, mais aussi le site YouTube est rempli de vidéos sur le sujet.

Nous avons pu voir que les choix qui s'offraient à nous étaient quasiment infinis. Plusieurs exemples de robot lançant des balles et roulant étaient présentés, et nous avons pu observer ainsi des solutions technologiques qui pourraient être adéquates pour notre propre robot. Par exemple, plusieurs types de lanceurs, comme la catapulte, le piston ou le lanceur type tennis.

Nous avons alors toutes les bases pour commencer notre robot.

2) La châssis

Pour la conception du châssis, Michal fut d'une grande aide. En effet, dans son école en Pologne, il avait déjà utilisé LEGO Mindstorm dans le cadre d'un projet. Il construisit alors rapidement une base motorisée. Ce fut dans un premier lieu une chenillette utilisant deux moteurs. Cependant nous

nous sommes vite rendu compte qu'un seul était suffisant étant donné que nous n'avions pas de virage à effectuer durant la compétition.

Nous sommes donc passés à un châssis avec des roues, avec un seul moteur. Les roues étaient au début assez petites, mais nous avons réfléchi et décider qu'il serait mieux de mettre plutôt des grandes pour augmenter notre vitesse.

Quand nous avons commencé à vouloir installer un dispositif de tir, nous nous sommes heurtés à un problème de place sur le robot, étant donné que celui-ci était assez fin. Nous avons donc du élargir le châssis, tout en vérifiant bien que ce dernier restait dans les limitations autorisées.

Les dernières modifications étaient à propos du guidage sur la piste. Pour un déplacement rectiligne, nous avons placé un guide sous notre machine, une petite roue qui tourne sur la barre centrale pour limiter les frottements. Aussi, nous avons rapproché les deux roues avants pour qu'elles encadrent au mieux le milieu de piste, que nous soyons sûrs, lors du placement initial, d'être bien centré.

3) La catapulte

La partie sûrement la plus importante pour notre création était le système de tir. En effet, pour la compétition, c'est l'adresse qui faisait la différence entre les robots.

Nous nous sommes d'abord lancés dans la construction dans lanceur type tennis, avec deux puis quatre roues. Ensuite nous les avons testé après les avoir motorisés. Malheureusement les essais ne furent pas concluant. Le problème majeur était la mollesse des balles. En effet, la pression des roues sur la balle n'était alors plus suffisante, et le lancer ne dépassait pas les 10 centimètres.

Nous avons donc construit ensuite un système de catapulte, avec deux griffes pour placer les balles. En motorisant, les lancers furent bien meilleurs mais toujours pas suffisants (autour de 50 cm). Nous avons donc eu l'idée de créer un multiplicateur à l'aide d'engrenages, pour augmenter la vitesse de rotation du bras. Et cette fois ci, nous avons obtenu un tir d'une portée suffisante pour les trois points.

Le système de tir fut alors installé sur le robot, et nous avons testé sur la piste. Le résultat était satisfaisant, mais la trajectoire des balles était un peu basse. Nous avons donc pensé à incliner légèrement l'angle des griffes

en arrière. Ainsi, la trajectoire obtenue fut bien plus en cloche, et donc l'efficacité bien meilleure.

4) Ball magazine

To build ball magazine we used a few different bricks to get something like half-basket which can hold two last balls because we have put the first one directly in the catapult. Curves bricks allowed us to do this. Our firearm was placed on the left side of our robot viewed from the front, little higher than launcher arm to be sure that loading will not block it or ball will not fall down. To load balls we used one motor with an arm connected by a little gear racks but only for moving drive because we did not have a place to connect motor directly. Real gearbox was not necessary in this case because we should not increase power of engine like in catapult. After constructed we did a lot of tests to check power of loading and angle needed to go back to load position.

Of course we had a few problems at the beginning with this thing. Firstly we wanted to build something like trap to drop the balls to launcher but during the tests we found ball was not stable and it did not work every time. Secondly we had a problem to put loading arm at the correct height. But finally after a few consultations and tests we solved all problems.

5) The program

The program for our LEGO basketball robot was the second most complicated thing to do, just after the construction plan. The first question we asked each other was "how to write the easiest program as possible?" and it was our main problem - how to write the program to be understandable and easy to make changes in it if needed?

We had three motors to control move, shoots and to load the balls. Every motor should work with different power and in different time. That is why we could not use the simplest command as "OnFwd(OUT_A/B/C, POWER)" to move or shoot. Another one problem was to find a command to move back the catapult just after shoot and to load a ball and go back to start position.

Finally we have found a function "RotateMotor(OUT_A/B/C, POWER, ANGLE)" to rotate motor the way exactly we wanted. For catapult:

- 50 degrees with 100% of power to shoot and the same for go back

For firearms:

- 45 degrees with 70% of power to load a ball and 193 degrees with 65% of power to rotate to start position

As you see for firearms we did not compute 360 degrees which could be expected, but we used gearboxes for catapult and ball magazine. So in that case 238 degrees were equivalent of 360 degrees. At the beginning it was a little problem to find accurate angle and power to be sure we will score for 3 points or that the balls will not fall down during loading. But we solved these problems by tests on playground.

Thereafter solved the problems described above we tried to program our robot moves. Initially we tried to use light sensor to stop our robot before the lines on the playground but unfortunately without success. It was difficult to make our robot fast with this sensor because to use it right we should break the line to recognize it by sensor and after that go back to be before the line. This action could take about 2-3 seconds on which depend our victory. So we decided to check the distance between pole position and the first line and from the first line to second one to know how many degrees we should put to our program to move and shoot. Without using any sensor to recognize surroundings we were able to reduce the time of each "game" (move).

After computed the main things we tried to solve start problem. On the one hand we could use touch sensor but piece of paper which started our robot was too soft and sensor could not work properly. So certainly we decided to use ultrasonic sensor. In program, before the main loop, we computed distance below which robot should not move. When arbiter would rise the carton the value in program should change from 0 to 1 and the loop will start.

That is how we programmed our robot. With just one loop included only "RotateMotor" functions for every motor and one condition to start. Because of this we were always able to do a little changes without destroying all program. For example if the battery had lost power, we would have increased power of catapult.

As I wrote, all changes were supported by a lot of tests to be sure it would work perfectly during all part of competition.

V - Apports humains et techniques

1) Les apports techniques

Lors de cette semaine de challenge Lego, on a dû mettre en œuvre des compétences qui étaient déjà acquises mais aussi certaines qu'il a fallu développer.

Pour réaliser ce projet, on a été amené à mettre en place des méthodes de test pour les différentes solutions auxquelles on a pensé. On a alors appris à tester des montages, pour le lanceur, la recharge et le déplacement du robot. Pour les tests, on a alors identifié les différents avantages et inconvénients de chaque montage ainsi que les causes du non fonctionnement du système. Par exemple, le lanceur de balles façon lanceur de tennis, on pensait alors pouvoir avoir un système de lancement stable et précis dans la théorie mais le fait d'avoir à notre disposition des balles molles a fait que le montage que nous avons réalisé n'a pas fonctionné.

Afin de concevoir ces montages, il a fallu étudier les pièces qui étaient mises à notre disposition il nous a alors été nécessaire de garder à l'esprit qu'on avait que trois moteurs pour effectuer l'ensemble des fonctions indispensables au fonctionnement du robot. Ce qui nous a mené à étudier la meilleure solution pour respecter le cahier des charges tout en ayant un robot le plus performant possible.

On a aussi mis en pratique des compétences telles que la mécanique avec les réducteurs et la programmation.

2) Les apports humains

Dans notre groupe, nous avons des participants venant d'horizons différents avec une barrière de la langue avec la présence de Michal, il nous a alors fallu nous adapter en communiquant le plus possible en anglais pour être compris par l'ensemble du groupe. Cela nous a montré que malgré le niveau propre à chacun en anglais, nous étions tous capables de communiquer. On a par la suite appris à se connaître afin d'être plus apte à échanger nos idées. Chaque personne ayant des formations différentes, on a tous amenés des compétences diverses et complémentaires pour réaliser le robot. Ce projet nous a enseigné à évoluer en équipe, en répartissant les tâches selon les compétences et préférences de chacun. Mais aussi en discutant autour des

idées proposées par un membre en tentant de faire évoluer l'idée pour faire avancer le projet même si l'idée paraît dans un premier temps inapproprié. Ce projet a aussi permis de créer un lien entre les membres de l'équipes mais aussi avec les autres équipes, car malgré l'esprit de compétition présent dans les esprit, cela n'a pas empêché les équipes de s'entraider tout au long de la semaine du challenge.

Conclusion

Durant cette semaine d'intégration à l'Istia, nous avons pu mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises durant notre formation, aussi grâce à ce projet nous avons pu développer un sens de l'autoformation, s'habituer à travailler en équipe et tracer des objectifs qui réponds aux besoins du cahier de charge et les accomplir dans un temps bien limité ce qui nécessitait une très bonne gestion du temps.

Bien entendu, Ce projet nous a permis de faire face à des problématiques et de trouver des solutions tout en réalisant ce robot Lego. Pourtant, ceci n'exclut pas l'existence d'autres fonctionnalités que nous n'avons pas pu les mettre en considération à cause de la contrainte du temps, nous aurions pu écarter notre projet en ajoutant d'autres fonctionnalités au robot : avoir la possibilité de lancer des balles dans le panier adverse...

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude ainsi que nos sincères remerciements à :

Nous souhaitons tout d'abord remercier notre tuteur Monsieur S.Verron, qui a encadré notre projet, s'est toujours montré à l'écoute toute au long de la réalisation de ce robot.

Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury qui ont organisé ce challenge S.Cloupet, S.Lagrange, A.Todoskoff, L.Santis, M.Lhommeau, F.Coadou, A.Delmarre.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur le directeur de l'Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur d'Angers, l'ensemble du corps enseignant d'EI3.

Annexe

Le code :

```
#define NEAR 20 //cm
task main()
{
    SetSensorLowspeed(IN_4);
    while (true)
    {
        if (SensorUS(IN_4)>= NEAR)
        {
            RotateMotor(OUT_A, 90, 555); //Mise en mouvement des roues
            RotateMotor(OUT_C, 99, -50); // Déclenchement de la catapulte
            RotateMotor(OUT_C, 85, 50);
            Wait(10);
            RotateMotor(OUT_B, 70, -45); // Rechargement des balles
            RotateMotor(OUT_B, 65, -193);
            Wait(10);
            RotateMotor(OUT_C, 99, -50);
            RotateMotor(OUT_C, 85, 50);
            Wait(10);
            RotateMotor(OUT_B, 70, -45);
            RotateMotor(OUT_B, 65, -193);
            Wait(10);
            RotateMotor(OUT_A, 90 , 490);
            Wait(10);
            RotateMotor(OUT_C, 85, -50);
            RotateMotor(OUT_C, 85, 50);
            RotateMotor(OUT_A, 80, 850);
            break;
        }
    }
}
```