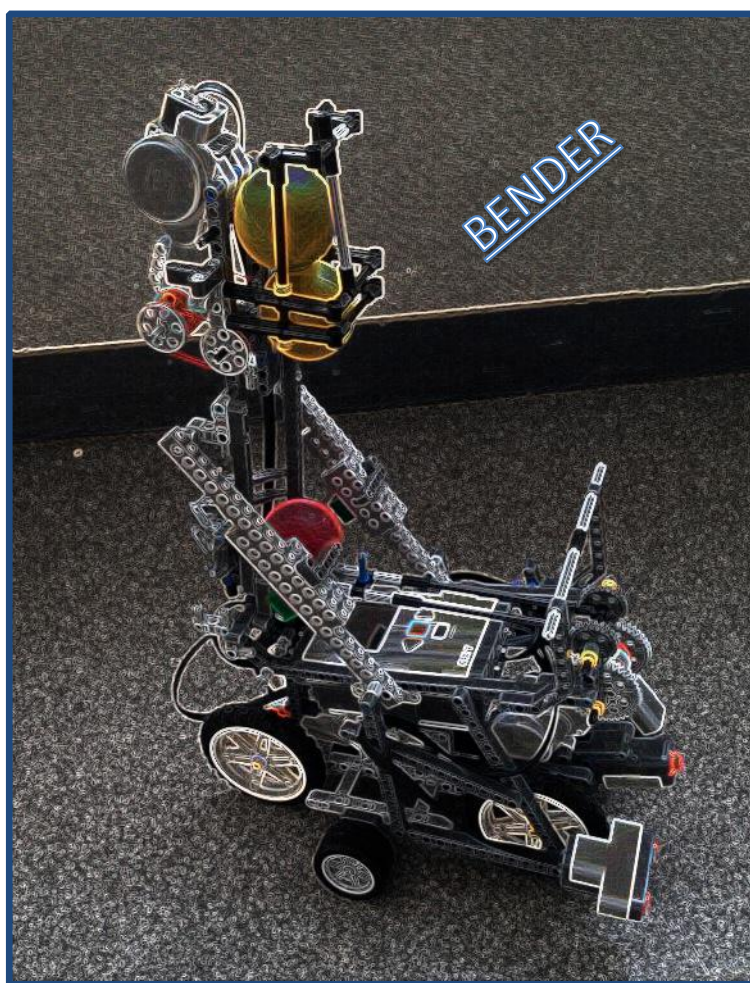


CHALLENGE LEGO

RAPPORT DE PROJET



Ingénieurs du projet: BONDU Youri - CUSSAGUET Cyrille - GARNIER Nicolas - PY Antoine - MARTIN Pierre

Tuteur: F.COADOU

Remerciements

Cette semaine de projet fût une très agréable expérience permettant de mettre en œuvre nos compétences techniques et sociales, avec la découverte de nouvelles personnes et l'ouverture d'esprit dont nous avons dû faire preuve afin que le projet se déroule dans les meilleures conditions possibles. C'est pour cela que nous tenions à remercier l'équipe pédagogique de l'ISTIA (les tuteurs) qui ont su nous faire partager la réalisation d'un projet attractif, amusant et techniquement très intéressant.

De plus l'ambiance de compétition instaurée nous a installés dans un processus de surpassement de soi afin de donner le meilleur de nous-même ! Et nous remercions l'équipe pédagogique pour avoir fait de ce vendredi 27 septembre, une bonne journée pleine d'ambiance afin de suivre l'évolution des robots de chaque groupe dans les différents matchs.

Sommaire

Remerciements	I
Introduction.....	4
I- La première approche	5
A) Découverte du projet.....	5
B) Découverte des personnes.....	6
II- La répartition des tâches.....	7
C) Organisation	7
D) Gestion du projet	8
III- La réalisation du projet	9
A) La réalisation mécanique	9
B) La réalisation du programme.....	11
C) Difficultés rencontrées.....	12
D) Apports du projet	14
Conclusion	16

Annexe : Programme

Introduction

Dans le cadre de la 1^{ère} année du cycle d'ingénieur à l'ISTIA Angers, il a été demandé à tous les élèves de concevoir, fabriquer et programmer un robot durant une semaine par groupe de 4.

Ce challenge avait pour principal but de nous intégrer à l'école, mais aussi de connaître les collègues de la promotion et de partager ensemble un projet commun. Pour cela, la promo a été divisée en plusieurs groupes de 4 à 5 personnes. Chaque groupe devait à partir d'une boîte de lego concevoir et réaliser un robot capable de lancer des balles dans un panier à différentes distances tout en respectant un cahier des charges bien précis. Et en fin de semaine un concours a été mis en place pour connaître le meilleur robot.

Pour réaliser au mieux cette mission, on a dû mettre en place une bonne organisation et partager différentes tâches à chacun afin de respecter les délais.

I- La première approche

A) Découverte du projet

- Prise de connaissance du cahier des charges

Afin de définir le cahier des charges du robot, nous avons relevé les points importants définis par le sujet :

- La projection du robot doit tenir sur une feuille A4 (210x297 mm)
- Tirs possibles : 3, 2 ou 1 pts + 1 point bonus (panier adverse)
- 3 balles à lancer
- Diamètre des balles : 45 mm
- Diamètre du panier : 108 mm
- Hauteur du panier : 200 mm
- Temps limite : 1 minute
- Point bonus si premier arrivé.

Ces différents points nous ont servi de base pour la création du robot ainsi que la stratégie adoptée.

- Découverte des LEGO Mindstorm

Afin de créer notre robot, deux boîtes de LEGO Mindstorm nous furent mises à disposition. Dans ces boîtes, nous avons eu accès au « cerveau » qui permettait de contrôler les actionneurs et les capteurs. Trois moteurs étaient à notre disposition, ainsi qu'un capteur de fin de course, un capteur infrarouge et un capteur ultrason. Ces différents composants nous ont permis d'utiliser au maximum le terrain dans lequel le robot devait se déplacer.

Rapport challenge LEGO

B) Découverte des personnes

Au cours de cette semaine nous avons été amenés à échanger et à discuter de nos différents parcours, nous allons donc vous présenter l'équipe ainsi que les compétences de chacun :

Youri BONDU (Mécanique)

2011-2012 : IUT GEII (génie électrique et informatique industrielle) à Tours

2012-2013 : 2eme année Pass' med (passerelle) du cycle classe préparatoire intégré à l'école d'ingénieur ISTIA.

Cyrille CUSSAGUET (Mécanique)

2009-2011 : IUT GMP (génie mécanique et productique) au Mans

2011-2013 : IUT GEII (génie électrique et informatique industrielle) à Angers

Nicolas GARNIER (Gestion de projet)

2011-2013 : DUT qualité logistique industrielle et organisation à l'IUT de Nantes

Pierre MARTIN (Programmation)

2011-2012 : IUT informatique à Nantes

2012-2013 : Licence pro informatique en alternance à Nantes

Antoine PY (Mécanique)

2010-2012: DUT génie industriel et maintenance à l'IUT de Saint Nazaire

2012-2013: 2^{ème} année Pass' med (passerelle) du cycle classe préparatoire intégré à l'école d'ingénieur ISTIA.

II- La répartition des tâches

C) Organisation

Tous les membres du groupe ont été répartis lors de cette semaine de projet sur les postes de leur choix et en correspondance avec leurs compétences. Pierre MARTIN, venant d'un IUT et d'une licence en informatique était plus destiné à la partie programmation. Puis Antoine PY, Cyrille CUSSAGUET, Nicolas GARNIER et Youri BONDU se sont donc concentrés sur la réalisation mécanique du robot, en travaillant par binôme sur les différents modules (lanceur, châssis, réservoir).

Afin de gérer au mieux notre temps et de tester différentes options de lancement de balles, de rechargements de balles et de châssis nous avons dû organiser notre semaine selon les différentes étapes de conception.

Jours	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin	<ul style="list-style-type: none"> - Prise de connaissance du sujet et du groupe - Premières idées 	<ul style="list-style-type: none"> - Toeic - Réflexion sur le châssis - Réflexion sur le réservoir - Réflexion sur le lanceur 	<ul style="list-style-type: none"> - Construction du réservoir - Modification du lanceur - Essais - Programmation 	Soutenance et homologation	Compétition
Après-midi	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des idées - Répartition des tâches 	<ul style="list-style-type: none"> - Construction du châssis et du lanceur - Programmation 	- Essais	Campus Day	

Comme le montre le tableau ci-dessus, le lundi matin fût consacré à la prise de connaissance du projet, avant tout avec l'intervention dans l'amphithéâtre A des tuteurs de ce projet. Une fois les principaux axes du projet donnés, nous fîmes la connaissance de notre groupe afin de pouvoir établir au mieux la répartition des tâches selon les compétences de chacun.

Une fois le sujet découvert et la prise de connaissance faite avec chaque personne du groupe, la première étape fût de partager principalement nos idées sur les différentes méthodes de projection de balle, mais aussi de l'organisation et de la réalisation du projet.

Nous avons pour cela utilisé la fonction « Drive » de Google afin de pouvoir partager des fichiers et de les modifier simultanément. Nous avons ensuite testé des idées pour choisir les

Rapport challenge LEGO

meilleures solutions à nos attentes. Puis nous nous répartîmes les tâches selon nos compétences et nos envies. On ne s'est pas lancé directement dans la conception du robot dès le départ du projet afin de mieux aborder la modélisation et la construction de celui-ci.

Le mardi, le TOEIC nous pris une bonne partie de la matinée et nous avons donc utilisé le temps restant pour réfléchir sur les trois principales parties de notre robot qui sont le châssis, le réservoir et le lanceur. Et l'après-midi, ce fût le commencement de la conception du châssis et du lanceur, en parallèle à la programmation. Et nous prîmes le temps de tester différents types de lanceur afin de choisir le plus adapté à notre stratégie.

Enfin pour notre dernière journée de conception, nous avons finalisé la construction du robot en faisant quelques modifications du lanceur, la création du réservoir et enfin les essais sur le terrain qui nous permirent d'ajuster le code de programmation selon notre stratégie établie.

Durant toutes ces étapes, nous réunissions tout le groupe afin de nous concerter sur l'avancement des modules, leur efficacité et valider ou non le module.

Enfin le jeudi matin nous avons passé l'homologation de notre robot « Bender » sans aucun souci. Le délai de construction à bien été respecté.

D) Gestion du projet

Notre robot « Bender » a été conçu et réalisé en plusieurs parties précisément en trois blocs:

- Le châssis
- La catapulte
- Le réservoir (stockage des munitions)

Nous avons désigné un responsable pour chaque bloc. Ceci permettait de gagner du temps pour étudier plusieurs techniques, plusieurs idées et ainsi de respecter les temps impartis. Car en créant les blocs un à un, on avait le risque d'arriver au jour J sans avoir eu le temps d'étudier une partie du robot.

Ce qui ne nous empêchait pas d'échanger les parties du robot entre nous et parfois de travailler en binôme, ce qui permettait de partager des idées, des techniques et ainsi d'améliorer nettement certains systèmes.

Proverbe africain : *« Seul on va plus vite, ensemble on va plus loin. »*

En fin de semaine, on a pu constater que cette organisation nous a permis de gagner un gain de temps précieux. Au jour J-1, Bender était déjà prêt à se battre. Grâce à cette journée, on a pu figurer le programme et améliorer la mécanique du côté de la catapulte afin d'augmenter significativement la fiabilité du lancer de la balle.

Rapport challenge LEGO

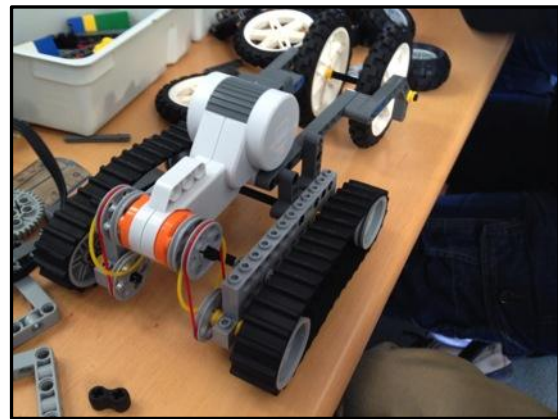
III- La réalisation du projet

A) La réalisation mécanique

Pour la conception du châssis, nous avons opté dans un premier temps pour un genre de tank équipé de chenilles. Lors de la réalisation, nous avons rencontré quelques difficultés notamment à la solidité de l'ensemble et à la transmission de la rotation du moteur aux roues de la chenille. Nous n'avons pas pu joindre directement l'axe du moteur à l'axe des roues à cause de la hauteur. Il fallait le rehausser pour laisser passer la barre centrale de 21 mm * 21 mm du plateau.

Qualité : - Originale

Défauts : - Fragile
- Perte de puissance due à la transmission



Malgré le temps passé pour concevoir ce châssis, nous avons préféré recommencer à zéro et repartir sur de bonnes bases.

Voici-ci la solution retenue:

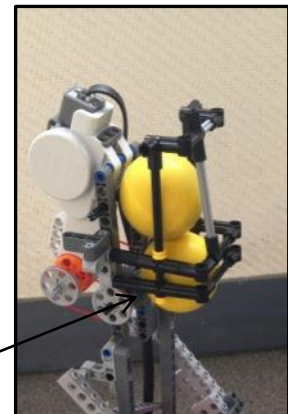
Qualités : - Stable
- Pratique

Défaut : - Manque d'originalité



Pour la conception du réservoir de balle, une idée ingénieuse a été trouvée qui est la suivante :

Lors de la recharge de la catapulte, nous enclenchons le moteur qui fait tourner un pignon qui permet d'accrocher la balle et de la faire sortir du réservoir.



Pignon cranté

Rapport challenge LEGO

Pour la conception du système de lancer, nous avons pensé à plusieurs solutions :

- Des galets : système identique au lanceur de balles de tennis de table. Ce choix fut vite abandonné en raison du manque de vitesse que ce système donnait à la balle qui ne pouvait donc pas correspondre avec la stratégie mise en place.



Galets

- Catapulte : système retenu. Un moteur Mindstorm ne donnait pas assez de vitesse à la catapulte pour pouvoir envoyer les balles conformément à notre stratégie, nous avons dû trouver des solutions permettant d'augmenter cette vitesse. Grâce à nos connaissances en mécanique nous avons utilisé les engrenages disponibles, qui après de nombreuses combinaisons, nous a permis d'obtenir la vitesse nécessaire permettant d'envoyer les balles au-delà de la ligne des trois points.



Catapulte

Afin de mettre en place cette catapulte, nous avons créé un support permettant de relier le moteur avec les engrenages,

puis nous avons créé un bras de catapulte assez long, tout en ne dépassant pas les dimensions maximales, afin d'augmenter le bras de levier qui permet d'envoyer les balles le plus loin possible.

Après avoir assemblé le bras avec l'ensemble moteur/engrenages, nous avons réfléchi à un support permettant de supporter la balle de manière stable afin d'éviter des erreurs de trajectoire.

Rapport challenge LEGO

B) La réalisation du programme

La stratégie

Lors de ce projet, la partie mécanique/construction était en relation avec la partie programmation. Le programme permettant de contrôler le robot reposant sur la partie mécanique afin de répondre aux attentes formulées dans le cahier des charges. Les choix effectués au niveau mécanique ont donc eu un impact important sur la partie programmation.

Pierre s'est occupé du programme, de sa modélisation à sa conception, puis à la mise en œuvre de ce programme dans le robot finalisé.

Plusieurs étapes ont été nécessaires afin de réaliser le programme complet permettant de contrôler le robot.

La première étape a été la prise en main du langage de programmation permettant de piloter des LEGO Mindstorm. Ce langage est le NXC (Not eXactly C). Cette étape fut facilitée par la connaissance préalable du C par Pierre. Cependant, certains problèmes ont été détectés, car comme son nom l'indique ce langage est proche du C, mais n'en a pas toutes les fonctionnalités. Par exemple, l'affichage du contenu d'une variable de type String est différent de l'affichage classique en C.

Cette prise en main a été facilitée par les tutoriels mis à disposition. Pierre a lu ceux-ci et a appris à utiliser ce langage en mettant en œuvre les exemples donnés avec le robot.

La seconde étape a été la modélisation du programme. Il a fallu imaginer la structure du programme pour que celui-ci réponde aux attentes et contraintes.

Ensuite il a fallu réaliser le programme, le code en lui-même. Cette étape a été assez rapide grâce aux tutoriels réalisés précédemment. Plusieurs exemples effectués dans ces tutoriels ont été réutilisés pour le robot.

Enfin, une fois le programme terminé, il a fallu réaliser les tests et modifier le programme en fonction des résultats de ceux-ci. Au niveau du programme en lui-même, nous n'avons pas eu de problèmes suite à ces tests. Les seules modifications à apporter à celui-ci ont été des modifications de calibrage : Le seuil de détection de la ligne noire, de la feuille et la puissance des moteurs pour le lancer de balles et pour avancer.

Rapport challenge LEGO

Structure générale

Le programme est structuré en plusieurs parties.

Premièrement, les constantes sont définies au début afin de permettre une modification simple de celles-ci. Elles sont réutilisées dans le programme afin de rendre celui-ci évolutif facilement pour le calibrage (Le seuil de détection de la ligne noire, de la feuille par exemple).

Ensuite, le corps du programme, le “main”, contient le programme en itératif. On y retrouve l’ordre logique des actions à effectuer. Celui-ci fait appel également à des fonctions définies afin de réaliser des traitements.

Ces différentes fonctions permettent de réaliser des actions spécifiques (lancer de balle à 2 points, à 3 points, recharge...) qui peuvent être utilisées plusieurs fois dans la procédure. Cela permet de limiter le nombre de modifications nécessaires lors d’un changement dans l’action.

Cette structure s’est voulue maintenable et évolutive. Le code a également été commenté afin d’être réutilisé si besoin par une personne tierce.

C) Difficultés rencontrées

Difficultés techniques

Durant toute cette semaine nous avons dû faire face à de nombreuses difficultés techniques :

La première étant que le châssis de notre robot devait être suffisamment stable et solide pour éviter que celui-ci ne tombe ou ne soit déséquilibré lors du lancer, Le châssis devait également être capable de supporter un poids assez important. Il a été décidé d’opter pour un châssis large et rigide. (*Éventuellement annexe*)

La deuxième difficulté et sûrement la plus grosse à laquelle nous avons eu affaire a été de choisir le système de lancer, notre système de lancer devait être capable premièrement d’être précis mais il devait également être assez large et stable pour accueillir une balle (45 mm de diamètre), enfin notre système était dans l’obligation de pouvoir tirer de la ligne de 3 points dû à notre stratégie (*éventuellement annexe stratégie*). Après de nombreux essais il a été décidé de sélectionner un système dit de catapulte.

La troisième difficulté à laquelle nous avons dû faire face a été d’adapter notre système de réservoir de balle à notre système de lanceur, pour cela nous avons construit deux types de réservoirs et ensemble nous avons sélectionné celui qui nous semblait être le meilleur. Notre réservoir a été placé juste au-dessus du lanceur, notamment parce que nous n’avions pas de contrainte de hauteur et que nous avons privilégié sur le côté du robot la présence des différents capteurs.

Rapport challenge LEGO

Enfin et pour relier la troisième difficulté à la dernière nous avons également du tout au long du projet faire très attention à ce que le robot ne dépasse pas le format A4 d'une feuille. Pour cela nous avons vérifié constamment la longueur ainsi que la largeur de notre robot.

Difficultés personnelles (YOURI) :

Ayant eu le bras en attelle durant cette semaine, me consacrer à la programmation n'était pas envisageable ! Pour la construction je pouvais me débrouiller, avec tout de même un peu de difficultés. Une autre des difficultés rencontrées fut de s'accorder à détruire notre travail : le module construit lorsqu'il ne nous semblait pas fiable à cent pour cent.

Difficultés personnelles (CYRILLE) :

Pour ma part, la principale difficulté fut au niveau de la conception de la catapulte. En effet, nous avons dû effectuer plusieurs essais afin de trouver la bonne solution permettant la réalisation de notre projet. Les engrenages LEGO n'étant pas très rigide, certaines propositions n'étaient pas « montables ». Mon autre difficulté étant au niveau de la présentation car n'étant pas très à l'aise dans cet exercice.

Difficultés personnelles (NICOLAS) :

Etant sorti d'un diplôme de DUT qualité logistique industrielle et organisation, j'ai eu beaucoup de mal à comprendre et à aider les membres de mon groupe sur la partie programmation.

Difficultés personnelles (PIERRE) :

Au niveau personnel, les difficultés que j'ai pu éprouver étaient surtout au niveau de la compréhension des différences entre le C et le NXC. Après plusieurs tests je me suis rendu compte que le NXC était moins proche du C que je ne le pensais. Cependant cela ne m'a pas gêné pour le programme du robot. Étant de formation informatique, la partie mécanique m'était plus difficile. Lors de la découverte des LEGO Mindstorm, j'ai pris du temps à comprendre le fonctionnement de toutes les pièces proposées. Mais avec l'aide de mes collègues j'ai pu mieux appréhender cette partie.

Difficultés personnelles (ANTOINE) :

Lors de la création du robot, nous avons fait face à la pression constante des autres adversaires qui étaient la plupart du temps plus avancés que nous. Donc la difficulté était pour moi de rester patient et de trouver des solutions fiables sans être influencé par les autres.

Rapport challenge LEGO

D) Apports du projet

Retour d'expérience (YOURI) :

Ce projet m'a permis de voir les multitudes de manière de créer un modules de lancements ou un réservoir... et qu'il faut donc faire des concessions afin de choisir celui qui nous semble le plus apte à participer au challenge. Par exemple pour le réservoir, nous pouvions en faire un sans moteur ce qui réduisait la lourdeur du robot final cependant avec le moteur celui-ci était plus précis et donc fonctionnait à tous les coups. Le fait de partager les idées de chaque personne est très intéressant et montre l'imagination de chacun. J'ai pu observer que lorsque l'on organise bien notre projet dès le début, on n'a pas de soucis de délais car très peu d'imprévus et de problèmes rencontrés.

J'ai pu observer que l'esprit de compétition développé lors du projet à aussi développé la cohésion dans le groupe afin d'arriver à nos fins.

Retour d'expérience (CYRILLE)

Cette semaine de projet fut une belle expérience. Elle m'a permis de faire connaissance avec des collègues vers lesquels je ne me serais pas forcément diriger moi-même. Cela m'as permis aussi de mettre mes compétences acquises lors de mon cursus universitaire au service d'un groupe de travail. Malgré notre défaite lors de la compétition finale, je garderai un excellent souvenir du parcours de notre super « Bender ». Paix à son âme !

Retour d'expérience (NICOLAS)

Avec le recul je pense que j'aurais dû insister sur la compréhension du logiciel de programmation et ainsi pouvoir apporter mon aide dans ce domaine. Cependant je suis très heureux que le contact avec les autres membres du groupe se soit fait très naturellement.

Rapport challenge LEGO

Retour d'expérience (PIERRE)

Le challenge LEGO a été pour moi une très bonne expérience. Il m'a tout d'abord permis de rencontrer les membres de mon groupe et de comprendre leurs parcours respectifs. Ensuite, il m'a permis de travailler en équipe, ce qui nécessitait une organisation et de la communication, choses qui seront nécessaires en entreprise. Il m'a aussi été d'une grande aide d'un point de vue mécanique. J'ai pu comprendre avec un exemple concret comment fonctionnent différents composants mécaniques, comme un multiplicateur avec des engrenages. Cette expérience m'a plu également grâce à son aspect compétitif. La journée de compétition a poussé chaque équipe à rendre son robot le plus performant possible, ce qui était un plus indéniable.

Retour d'expérience (ANTOINE)

Le challenge m'a fait découvrir qu'on peut obtenir des résultats très différents alors qu'on commence tous avec la même base.

Ensuite, le challenge m'a permis une fois de plus à travailler en équipe, de communiquer avec des personnes au départ inconnu et d'apprendre à les connaître. Tout ceci peut-être que du bénéfice dans notre formation à l'ISTIA.

J'ai pu utiliser mes connaissances acquises en DUT et en classe préparatoire dans la mécanique et en programmation de façon concrète.

Conclusion

Le challenge LEGO a été une expérience qui a plu à chacun d'entre nous. Chacun a pu mettre en valeur ses talents spécifiques au travers de ce projet qui nécessitait des compétences variées. Il nous a permis de travailler en équipe, de mettre en œuvre une réelle organisation et de gérer un planning et des deadlines. C'était une simulation très intéressante du monde du travail.

La partie construction du robot a été plaisante tout en nous permettant de mettre en œuvre des compétences utiles à un ingénieur. Le côté "jeu" a permis de rendre ce projet plus attractif et nous avons du faire preuve d'imagination pour trouver une solution adaptée au problème et la plus performante possible.

Sur la partie programmation, l'apprentissage du NXC a été important, car on a pu apprendre un langage jusqu'alors inconnu.

La meilleur moment de ce projet a été pour nous la journée de compétition, qui nous a laissé voir quelles solutions les autres groupes avaient choisi, et les avantages et inconvénients qu'elles avaient par rapport à la notre.

La compétition en elle-même était plaisante, toute l'équipe a passé un très bon moment à affronter les autres robots. Notre robot a terminé en quarts de finales. Nous avons été fiers de voir que notre travail a porté ses fruits.

Si nous avions eu un peu plus de temps, nous aurions apprécié réfléchir plus en détails sur un mécanisme afin de pouvoir tirer dans le camp ennemi.

En résumé, ce challenge a été pour nous tous une belle expérience, proche de l'entreprise, et qui nous a permis de mettre en oeuvre des compétences aussi bien sociales que d'ingénierie mécanique et logicielle.

Rapport challenge LEGO

ANNEXE :

Programme :

```
#define PROCHE 40 // Distance de la feuille par rapport au robot
```

```
#define NOIR 70 // Définition du noir par rapport au blanc
```

```
// Effectue une recharge
```

```
sub recharger() {
```

```
    RotateMotor(OUT_C, 50, -130); // Recharge
```

```
    Wait(500);
```

```
}
```

```
// Lance une balle à une distance de 3 points
```

```
sub lancerBalleTroisPoints() {
```

```
    Off(OUT_B);
```

```
    Wait(100);
```

```
    OnFwd(OUT_B, 50); // Elan
```

```
    Wait(500);
```

```
    OnRev(OUT_B, 80); // Lancer
```

```
    Wait(1000);
```

```
    OnFwd(OUT_B, 50); // Retour
```

```
    Wait(500);
```

```
}
```

```
// Lance une balle à une distance de 2 points
```

```
sub lancerBalleDeuxPoints() {
```

```
    OnRev(OUT_B, 60); // Lancer
```

```
    Wait(1000);
```

```
    OnFwd(OUT_B, 50); // Retour
```

Rapport challenge LEGO

```
    recharger();
}

// Musique de départ
sub musiqueDepart() {
    PlayTone(500,300);
    PlayTone(400,300);
}

// Musique d'arrivée
sub musiqueArrivee() {
    PlayTone(400,300);
    PlayTone(500,300);
}

// Tâche principale
task main()
{
    // Robot allumé : Initialisations

    SetSensorTouch(IN_3);
    SetSensorLowspeed(IN_4); // Entrée 1 : Capteur ultrason
    SetSensorLight(IN_2); // Entrée 2 : Capteur de lumière pour ligne noire

    // OUT_A : Moteur des roues du robot
    // OUT_B : Moteur rotation catapulte
    // OUT_C : Moteur rotation recharge

    musiqueDepart();
```

Rapport challenge LEGO

```
// Capteur ultrasons à 1 : Feuille devant robot

//until (SENSOR_1 > PROCHE);

while(SensorUS(IN_4) < PROCHE) {

}

// Feuille enlevée : Capteur ultrasons à 0 : Avancer jusqu'à la ligne

    OnRev(OUT_A, 70);

until (SENSOR_2 < NOIR); // Attendre de voir la ligne noire 3

// Capteur ligne à 1 : Arrêt

RotateMotor(OUT_A, 100, 170); // Reculer de x degrés

Wait(1000);


// Lancer de 2 balles tout droit à 3 points

int cpt=0;

repeat(2) {

    lancerBalleTroisPoints();

    recharger();

}


OnRev(OUT_A, 70); // Avancer

until (SENSOR_2 < NOIR); // Attendre de voir la ligne noire 3

OnRev(OUT_A, 70); // Avancer

Wait(500);

until (SENSOR_2 < NOIR); // Attendre de voir la ligne noire 2

// Capteur ligne à 1 : Arrêt

RotateMotor(OUT_A, 100, 160); // Reculer de x degrés

Wait(1000);

lancerBalleDeuxPoints(); // Lancer à 2 points

OnRev(OUT_A, 100); // Avancer jusqu'au panneau
```

Rapport challenge LEGO

```
until (SENSOR_3 == 1);  
  
musiqueArrivee();  
  
    StopAllTasks();  
} // Fin de tâche principale
```