

Projet de Physique P6
STPI/P6/2014 – 32

**Robot Suiveur Pour la Coupe de France de
Robotique – Partie Mécanique**



**Coupe de France
DE ROBOTIQUE**

Étudiants :

CAUDRON Romain

MIOSSEC Vincent

GILBERT Laurie

PALISSIERE Guillaume

LEPILLER Raphaël

Enseignant-responsable du projet :

DELAMARE Fabrice

Date de remise du rapport : 12/06/2014

Référence du projet : STPI/P6/2014 – 032

Intitulé du projet :

Robot Suiveur Pour la Coupe de France de Robotique – Partie Mécanique

Type de projet : ***expérimental***

Objectifs du projet :

Notre projet de P6 consistait à réaliser un robot, pouvant concourir pour la coupe de France de Robotique 2014. Pour se faire, il devait être capable de réaliser le plus de tâches possibles, imposées par cette compétition. Nous avons donc du établir une stratégie de jeu, dans laquelle nous listions l'ensemble des actions que nous prévoyons de réaliser. Puis nous avons du réfléchir au moyen de permettre à notre robot de réaliser de telles performances.

Étant donnée l'ampleur d'un tel projet, nous avons travaillé en collaboration avec un autre groupe d'étudiants de deuxième année. Ces derniers étaient en charge de la partie électronique et informatique de notre robot, alors que notre groupe, était responsable de la partie mécanique. Cependant, l'étroite relation entre ces deux thèmes, nous a permis de travailler en collaboration.

Mots-clefs du projet (4 maxi) :

- ***mécanique***
- ***robotique***
- ***Coupe de France 2014***

Si existant, n° cahier de laboratoire associé :

Aucun cahier de laboratoire n'est associé à ce projet.

TABLE DES MATIERES

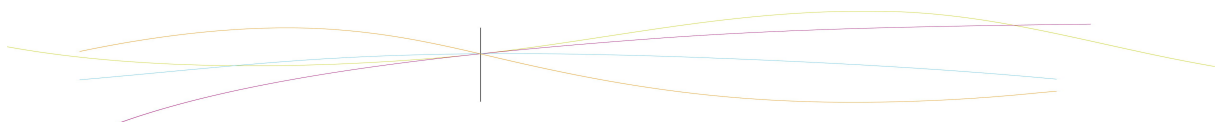
1. Introduction.....	6
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	7
2.1.1. La coupe de France, ses attentes et ses particularités	7
2.1.2. Élaboration de la stratégie de jeu	7
2.2. Organisation et répartition du travail	8
2.2.1. Établissement d'un cahier des charges	8
2.2.2. Organisation et répartition du travail	8
3. Travail réalisé et résultat.....	10
3.1. Point de départ de notre projet.....	10
3.2. Les actions de bases communes à tout robot	10
3.2.1. Installation des roues du robot.....	10
3.2.2. Installation des encodeurs à quadrature.....	11
3.2.3. Fixation des Ball-Casters.....	12
3.3. Les actions spécifiques à la coupe de France	12
3.3.1. La fresque.....	12
3.3.2. Le déplacement des feux.....	13
3.3.3. Canon lance-balles de ping-pong.....	15
4. Conclusions et perspectives.....	17
4.1. Conclusion sur le travail réalisé.....	17
4.2. Conclusions sur l'apport personnel de cet E.C. Projet.....	17
4.3. Perspectives pour la poursuite de ce projet.....	18
5. Bibliographie.....	20
6. Annexes.....	21
6.1. Annexe 1 : Le but de la Coupe de France de Robotique	21
6.2. Annexe 2 : Mise en place des roues de roller et des encodeurs à quadrature	23
6.3. Annexe 3 : Système permettant le collage des dessins	24
6.4. Annexe 4 : Système permettant le déplacement des feux	26
6.5. Annexe 5 : Système permettant le lancement des balles de ping-pong.....	28
6.6. Annexe 6 :La transformation du robot	30
6.7. Annexe 7 : Modélisation sous SolidWorks de Batman	32

NOTATIONS, ACRONYMES

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

Servomoteur ou « servo »: Système asservi. Ce type de moteur est capable d'atteindre des positions prédéterminées et de les maintenir. Il est également apte à réaliser une rotation de 180° autour de son axe.

Servomoteurs AX-12A : Servomoteurs utilisés pour le déplacement des feux



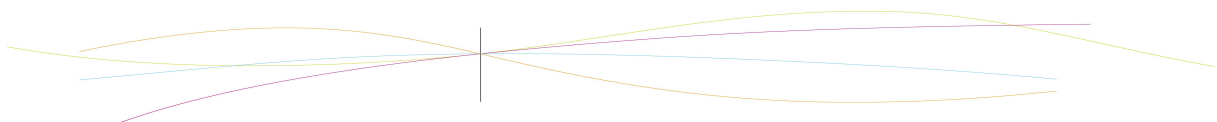
1. INTRODUCTION

Lors de notre quatrième et dernier semestre en tant qu'élèves de cycle préparatoire à l'INSA de Rouen, il nous est demandé de réaliser un projet de physique appelé dans le jargon de l'école projet de P6. Ce projet, tant par son sujet, que par les tâches à y réaliser, varie. Il peut, en effet, être expérimental, théorique, pratique et bien d'autres.

Pour notre part, ce projet, consistait, à réaliser la partie mécanique d'un robot suiveur capable de concourir pour la coupe de France de Robotique 2014. Compte tenu de l'ampleur d'un tel projet, nous travaillions en collaboration avec un autre groupe d'élèves de second cycle, qui, eux étaient chargés de la partie électronique et informatique de ce robot.

Notre groupe était composé de cinq étudiants et étudiantes, venant de spécialités et d'environnements différents, mais tous convaincus de l'importance de mener à bien un tel projet. L'ensemble des membres de ce groupe a su prendre conscience de l'ampleur de ce travail et a su par la même, s'investir pour obtenir, suite à ces 3 mois de travail, le résultat le plus satisfaisant possible.

Ce rapport rend état du travail réalisé et détaille les diverses méthodes mises en place, tant au plan organisationnel que sur le plan technique, qui ont permis le résultat actuel. Grâce à l'ultime partie de ce rapport, dans laquelle chacun de nous explique de façon brève et concise l'intérêt d'un tel projet, vous pourrez prendre conscience des difficultés rencontrées lors de l'élaboration de ce travail.



2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Cette partie sera consacrée à la méthodologie. Elle vous permettra de comprendre comment nous nous sommes répartis les diverses tâches à réaliser, et surtout comment nous avons réussi à mener à bien ce projet dans le temps imparti.

2.1.1. *La coupe de France, ses attentes et ses particularités*

Chaque année, des étudiants d'écoles d'ingénieurs, faisant partie du club de robotique de leur université se retrouvent pour disputer divers tournois opposant leurs créations robotiques. Lors de ces tournois, les robots de chaque école sont invités à s'affronter sur un plateau de jeu, bien spécifique et différent d'une année à l'autre.

Cette année 2014, le thème de cette coupe de France de Robotique était la préhistoire. Tous les éléments composant cette compétition (plateau, tâches à réaliser, décor, ...) furent donc axés sur ce thème. Par la suite, chaque robot doit, dans une période de 90 secondes réaliser le plus d'actions parmi les suivantes : décrocher des fruits (bouchons de liège attachés aux arbres), coller des dessins sur une fresque, déplacer des feux (modélisés par des triangles de bois), lancer des balles de ping-pong sur un mammoth, et finalement lancer un filet sur ces mêmes mammoths.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, notre projet de P6 consistait à réaliser la partie mécanique d'un robot, qui à terme, devait être capable de concourir pour cette compétition. Pour se faire, il était nécessaire qu'il puisse réaliser la majorité des tâches citées ci-dessus.

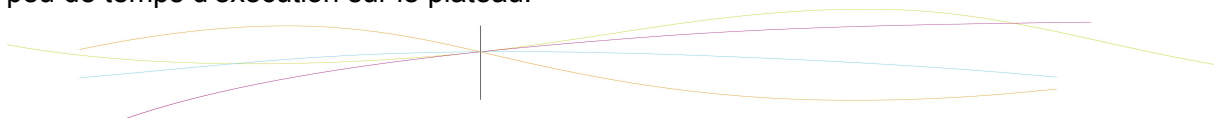


figure 1 : Simulation du plateau de jeu de la coupe de France de Robotique 2014

2.1.2. *Élaboration de la stratégie de jeu*

Compte tenu de la durée d'une manche de la coupe de France de robotique, qui est de 90 secondes, notre robot ne pouvait pas réaliser toutes les tâches demandées. Nous avons donc, décidé, de faire une sélection, réduisant ainsi les capacités de ce dernier.

Après concertation avec l'équipe chargée de la partie électronique, nous avons décidé que ce dernier n'aurait pas les capacités d'attraper les fruits dans les arbres. En effet, le temps de jeu étant trop court pour réaliser toutes les actions nous avons pensé qu'il était préférable de se concentrer sur les actions rapportant le plus de points et ne nécessitant que peu de temps d'exécution sur le plateau.



2.2. Organisation et répartition du travail

2.2.1. Établissement d'un cahier des charges

Compte tenu de l'ampleur d'un tel projet, nous ne pouvions pas travailler à l'aveugle, sans savoir où aller, ni sans établir au préalable un cahier des charges, permettant de répartir les tâches à exécuter.

Nous avons donc, lors des premières séances consacrées à ce projet, établi une ébauche de cahier des charges, dans lequel nous déterminions l'ensemble des tâches à effectuer ainsi qu'une date prévisionnelle à laquelle nous estimions que nous devions avoir abouti à un certain résultat.

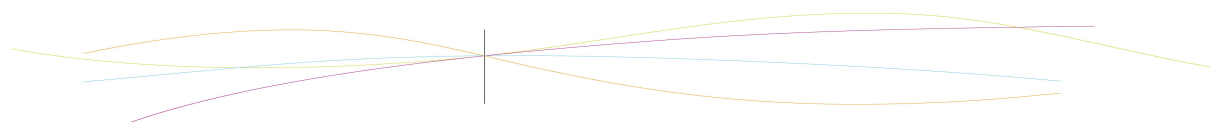
Voici une synthèse de ce cahier des charges :

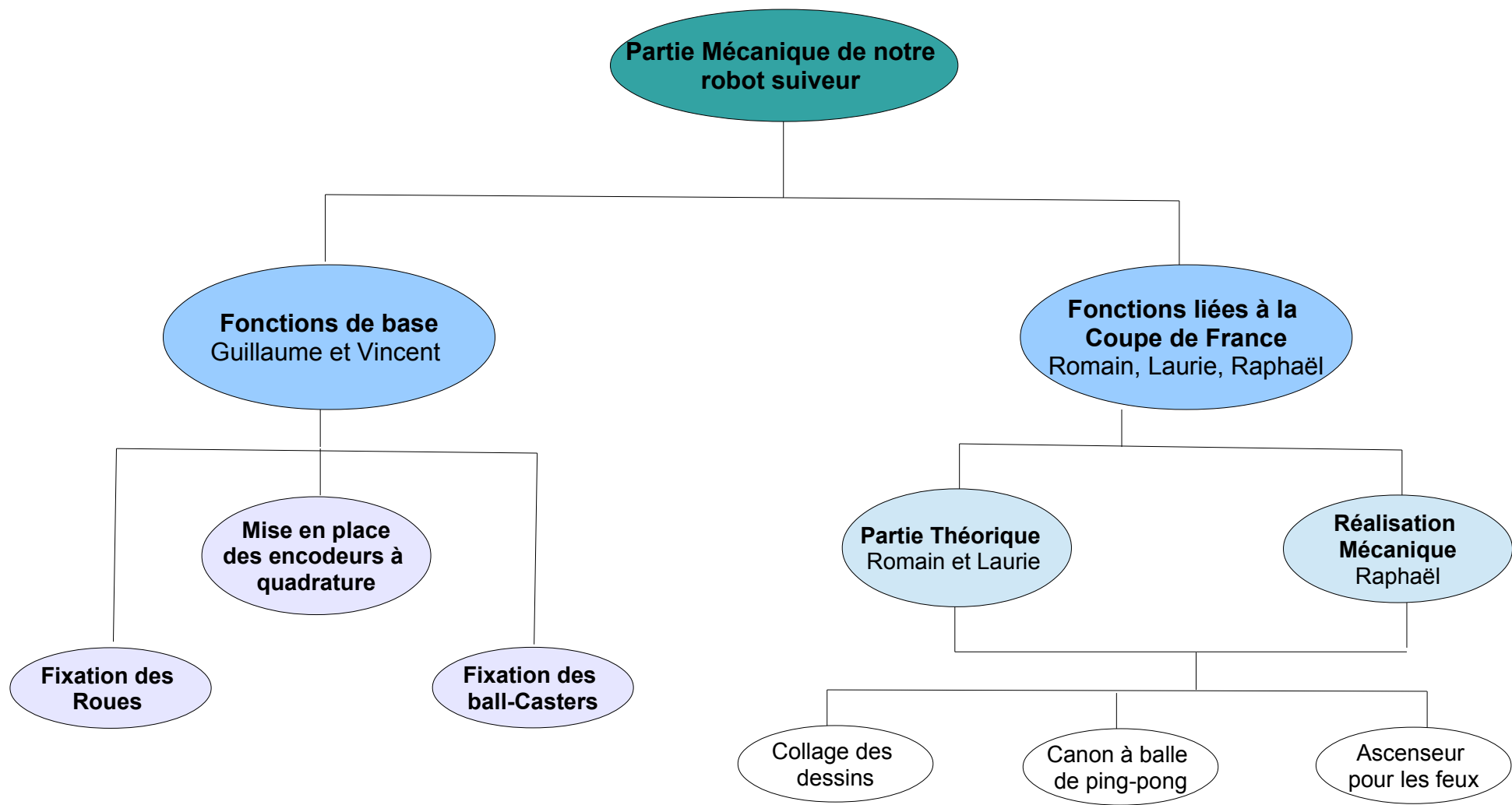
Tâche implémentée	Date butoir de réalisation	Personnes en charge
<i>Actions de base du robot</i>		
Fixation des roues	10/05/14	Guillaume et Vincent
Fixation des Ball-Casters	15/05/14	Guillaume et Vincent
Mise en place des encodeurs à quadrature	20/05/14	Guillaume et Vincent
<i>Tâches à réaliser pour la coupe de France</i>		
Élaboration d'une méthode permettant le lancement des balles	01/05/14	Romain et Laurie
Conception du canon à balles de ping-pong	20/05/14	Raphaël
Conception de la planche permettant de coller les dessins sur la fresque	30/04/14	Romain et Laurie
Élaboration d'une méthode pour attraper les feux	10/05/14	Romain et Laurie
Conception de l'ascenseur et de la rampe supportant la pompe	30/05/14	Romain, Raphaël et Laurie

2.2.2. Organisation et répartition du travail

Comme vous avez pu le voir grâce au cahier des charges, nous avons mis en place une répartition thématique des tâches à effectuer. En effet, une équipe de deux étudiants, était chargée des fonctions de base de notre robot, alors qu'une seconde équipe constituée de trois étudiants était en charge des fonctionnalités de ce robot directement liées à la coupe de France de Robotique.

L'organigramme suivant vous illustrera cette répartition.





3. TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTAT

Cette partie est dédiée au travail que nous avons réalisé sur le robot. Elle décrit, dans un premier temps, l'ensemble des pièces mises à notre disposition au début de ce projet, puis relate l'ensemble des actions que nous avons réalisées sur ces dernières.

3.1. Point de départ de notre projet

Notre projet, s'est principalement axé sur les acquis d'un autre travail. En effet, lors de notre premier cours consacré à ce projet de robotique, notre professeur référent, Monsieur Fabrice Delamare, nous a fourni la base d'un robot.

Ce robot avait été réalisé par des étudiants de l'INSA de Rouen, durant l'année scolaire 2012-2013, dans le cadre d'un projet consacré lui aussi à la robotique. Ce robot, de part la forme de son ossature, porte le nom de Batman. Cette acquisition nous a ainsi permis de nous consacrer directement aux particularités de notre robot, c'est-à-dire aux tâches que ce dernier devait réaliser pour participer à la coupe de France.

Nous avons dû, cependant, apporter quelques modifications à la base du robot et à son support, pour rendre ce dernier mobile et adapté à nos exigences. Vous trouverez toutes ces modifications dans les prochaines sous-parties de ce rapport.

Vous pourrez également trouver dans les annexes de ce dossier, des photos de ce robot Batman, avant toute intervention de notre part.

3.2. Les actions de bases communes à tout robot

Un des premiers objectifs que nous voulions réaliser, était la mise en place des roues et des encodeurs à quadrature du robot afin que l'équipe s'occupant de l'électronique et de l'informatique puisse tester leur programme le plus rapidement possible.

3.2.1. Installation des roues du robot

Concernant les roues, nous disposions de roues de roller. Après avoir retiré les roulements à billes de celles-ci, il nous a fallu trouver un moyen de fixer ces roues au moyeu du moteur. La solution que nous avons choisie, fut d'insérer dans chaque roue deux bagues en métal fixées entre elles afin qu'elles soient immobiles dans la roue. Ensuite, à l'aide d'une vis pointeau traversant l'une de ces bagues, nous avons pu relier la roue et le moyeu du moteur.



figure 2 : Roues de roller avec (à droite) et sans roulement à billes (à gauche)

Avant d'installer les roues, nous avons remarqué que celles-ci, du fait de leur diamètre trop important, allaient surélever le robot des quelques millimètres, et ainsi le positionner à une distance du sol supérieure aux normes exigées. En effet, la distance entre

le sol et la base du robot doit être environ égale à 5 millimètres. Par chance, notre première solution a été fructueuse : une plaque en plexiglas placée entre la base du robot et les moteurs a permis de résoudre ce problème. Nous avons donc effectué un certain nombre de mesures afin de calculer l'épaisseur de la plaque nécessaire pour le bon fonctionnement du robot, c'est à dire afin qu'il soit à une position de 5 millimètres du sol. Pour installer les plaques, nous nous sommes servis de trous déjà présents dans la base du robot ainsi que dans la pièce servant à porter les moteurs, nous n'avons, de ce fait, que la plaque à usiner.

L'installation des roues fut une tâche quelque peu difficile. Nous avons, effectivement, dû être très précis lors de son exécution. Après avoir fixé une des bagues en métal sur le moyeu du moteur, il fallait installer l'autre bague dans la roue afin que les trous servant à fixer les deux bagues entre elles soient bien alignés. Il est important de noter qu'une fois la bague enfoncée dans la roue, il est très difficile de la retirer.

Lors des dernières séances consacrées à ce projet, lorsque l'équipe électronique a pu réaliser ses tests sur le robot, nous nous sommes rendus compte qu'une des deux roues du robot ne touchait pas le sol. Nous n'avons pas remarqué ce problème car l'écart présent entre le sol et la roue était de l'ordre du dixième de millimètre. Pour résoudre ce problème, nous avons surélevé la roue qui touchait le sol à l'aide d'une nouvelle plaque très fine, cette fois-ci, cette dernière était en métal.

Mais l'installation des roues, qui nous a parue délicate dans un premier temps, n'était qu'un jeu d'enfant comparée aux difficultés que nous avons rencontrées lorsque nous avons commencé à installer les encodeurs à quadrature.

3.2.2. Installation des encodeurs à quadrature

La deuxième paire de roue sur l'axe des roues motrices peut être appelée « roues codantes » mais ce terme est peu approprié. En effet le terme exact correspond aux encodeurs à quadrature qui transcrivent le mouvement mécanique des roues secondaires non motrices en un signal informatique, ceci dans le but de diriger le robot.

Nous ne disposions pas des pièces nécessaires pour implanter les encodeurs à quadrature sur la base du robot. Nous avons besoin de pièces de métal servant de liaison entre l'encodeur à quadrature et la base du robot sur laquelle elle devait reposer. Ces pièces étaient présentes avec le robot au début de notre projet, mais ont disparu au cours de ce dernier. Elles furent sûrement utilisées par un groupe d'étudiants réalisant un projet en parallèle du notre. A cette date, nous n'avons pas encore pris conscience du rôle crucial qu'elles jouaient pour le robot.

Il est important de noter que les encodeurs à quadrature, via les données envoyées, permettent de diriger le robot. Ces roues avançant avec la même vitesse angulaire que les roues motrices et étant alignées selon le même axe, peuvent retraduire, de manière très fidèle, le mouvement véritable du robot dans l'espace. Ainsi, privé de ses encodeurs à quadrature, le robot n'est tout simplement pas dirigeable.

Nous avons donc entrepris de remplacer ces deux pièces avec les accessoires disponibles dans l'atelier. Par chance, nous avons trouvé une pièce adaptée tant en longueur qu'en largeur et possédant une disposition qui rendait possible la fixation des encodeurs. Pour qu'elle soit parfaitement adaptée à la fixation des encodeurs à quadrature, nous avons dû déplacer le support permettant l'ancrage de cette pièce en métal à la base du robot. Ce que nous avons essayé d'éviter auparavant a alors, été inévitable : nous avons dû percer la base du robot afin de transposer cette pièce. Lors de cette étape, nous avons dû être très précis : un seul millimètre de décalage pouvait tout changer. En effet, il est nécessaire que les axes des roues liées aux moteurs et ceux des encodeurs à quadrature soient parfaitement alignés. Dans le cas contraire, le robot ne roulerait plus droit.

Néanmoins, nous ne disposions que d'un seul exemplaire de cette pièce, nous avons donc dû en usiner une autre en copiant la première. Cela n'a pas été facile car nous n'avons pas trouvé de pièce ayant la même taille et la même épaisseur que la précédente. Nous voulions cependant, que les deux pièces aient ces mêmes particularités, car cela nous assurait une bonne symétrie entre les deux encodeurs et ainsi permettre de retranscrire un signal informatique le plus proche possible du mouvement réel du robot.

Une épaisseur trop importante aurait engendré une incapacité à mettre la pièce dans son socle ou alors aurait créé une liaison encastrement entre ces deux pièces, ce qui est loin d'être recommandé. Les encodeurs à quadrature ont besoin d'une souplesse pour les mouvements de bas en haut. Une pièce trop fine aurait quant à elle engendré un jeu latéral pour les encodeurs à quadrature, et donc une mauvaise mobilité du robot.

Nous sommes finalement parvenu à usiner une telle pièce, et après avoir percé de nouveau la base du robot afin d'aligner les axes de la roue de roller et ceux de l'encodeur à quadrature, nous avons pu assembler les encodeurs à quadrature, les roues dites « codantes », et les diverses pièces permettant leur fixation à la base du robot.

3.2.3. *Fixation des Ball-Casters*

Vint enfin l'heure des dernières finitions pour la stabilité générale du robot. En effet les roues motrices surélèvent légèrement, de l'ordre de quelques millimètres, le robot vers l'avant, lui donnant une inclinaison de quelques degrés. Cependant cette inclinaison aurait déstabilisé le robot si on le laissait tel quel ! C'est pourquoi nous avons dû rajouter des ball-Casters, de petites roues logées dans des renforcements en métal afin de surélever l'arrière du robot et minimiser les frottements. Une fois celles-ci installées nous avons fait face à un problème, elles subissaient trop de frottements dû au poids du robot. Ainsi, nous avons été obligés de surélever le socle avec de petites bagues en métal. Une fois cette modification effectuée, les ball-Casters glissaient parfaitement dans leurs encoches et le robot pouvait avancer avec le moins de frottements possibles et aucun contact avec le sol, bien qu'il ne soit surélevé que de quelques millimètres au final.

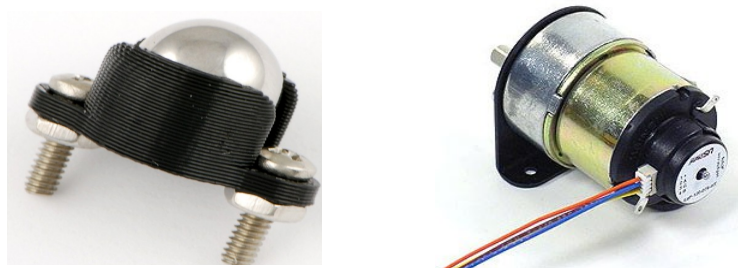


figure 3 : *Ball Casters et encodeurs à quadrature (sans sa pneumatique)*

3.3. **Les actions spécifiques à la coupe de France**

Dans cette sous partie, nous allons décrire l'ensemble des mécanismes que nous avons conçus et qui sont spécifiques aux exigences de la Coupe de France 2014.

3.3.1. *La fresque*

Dans un premier temps, nous avons décidé de concevoir le mécanisme permettant de coller les dessins sur la fresque. Les spécifications jointes au règlement stipulent, que les

largeurs des peintures doivent être comprises entre 100 et 160 mm , et les hauteurs entre 80 et 100 mm. Notre système devait, donc tenir compte de ces exigences.

Comme vous avez pu le voir dans la première partie de notre rapport, mais surtout dans la première des annexes jointes à notre dossier, notre robot doit être capable de coller des dessins, modélisés par des morceaux de tissus, munis de Velcro, sur une planche de bois surmontée, elle aussi, de Velcro.

En premier lieu, nous avons cherché diverses méthodes permettant une telle action. Nous en avons trouvé un certain nombre, certaines réalistes, d'autres plus utopiques. Finalement, après quelques recherches, nous avons opté pour celle, qui selon nous, était la plus adaptée aux exigences imposées par la compétition.

C'est ainsi que nous avons scié une planche de bois de 170 mm de large sur 110 mm de haut. Les dimensions de cette dernière permettent, donc, de positionner deux dessins côte à côte. Nous avons, par la suite, collé à chaque extrémité de cette planche de bois des morceaux de Velcro. Cette portion de bois a été elle même disposée, sur l'arrière de notre robot. La jonction entre la base du robot et cette planche de bois a été réalisée à l'aide d'une barre métallique, et de telle sorte que, si le robot recule, la planche de bois touche la fresque, sans que ce dernier ne touche le rebord du plateau.

Sachant que seulement 6 morceaux de Velcro retiennent les dessins sur la planche de bois, alors que la fresque et la face opposée de cette planche de bois sont intégralement recouvertes de Velcro, l'adhérence entre la fresque et les dessins est inévitable.

Ce mécanisme, de faible complexité, nous permet donc de réaliser une des actions de base de cette compétition, à savoir coller des dessins sur la fresque.

Vous pourrez trouver des informations supplémentaires ainsi que la modélisation sous SolidWorks de ce mécanisme dans l'annexe 3.

3.3.2. Le déplacement des feux

Comme vous pouvez le constater grâce à l'annexe 1, la gestion des feux n'est pas chose facile. En effet, d'une part, il existe divers types de feux : les feux initialement placés contre le rebord du plateau, ceux placés à la verticale au centre et les feux présents dans les torches. Le robot concourant doit donc être capable de s'adapter à ces différentes caractéristiques. Deuxièmement, le règlement spécifie que chaque robot doit être en état d'effectuer diverses actions avec ces derniers, telles que les faire tomber, les sortir des torches ou encore, les placer sur le terre-plein central. Il doit, de plus, être en état de les retourner, s'ils ne portent pas, face visible, les couleurs de l'équipe représentée.

Nous avons donc du tenir compte de toutes ces exigences lors de la conception du mécanisme permettant la gestion des feux. C'est principalement pour cette raison que son élaboration nous a demandé un temps considérable.

Concernant le mécanisme final, ce dernier n'est, en somme, pas d'une grande complexité. Nous devons cependant, admettre que les conseils, fournis par l'équipe de robotique de l'Insa, nous ont été précieux.

Le dispositif définitif est donc composé d'un ascenseur, d'une pompe, d'une ventouse et de divers moteurs. Un servo-moteur AX-12A, fixé sur la partie supérieure de notre robot, est relié à un ascenseur. Ce dernier a été réalisé, en grande partie, grâce à des longrines et des cornières, issues d'un jeu de Meccano pour enfant. Cet ascenseur est lui même relié à une plaque de plexiglass, à laquelle est fixée une ventouse et un second servo-moteur AX-12A.

La ventouse, située à une extrémité de la plaque de plexiglass, rend notre robot capable de soulever les feux, alors que le servo-moteur permet à la plaque d'effectuer un

mouvement de rotation, dont l'angle peut aller jusqu'à 180°. La ventouse est reliée par un système de tuyauterie à une pompe, fixée, elle aussi, sur la partie supérieure de notre robot.

Cette installation permet, dans un premier temps à notre robot de soulever les feux. En effet, il suffit que ce dernier se place au dessus d'un feu, descende l'ascenseur en actionnant le premier servo-moteur, et mette en route la pompe. Celle-ci, grâce à sa connexion avec la ventouse, exercera une pression suffisante pour que lorsque l'ascenseur remonte, le feu reste suspendu. Pour déposer le feu, notre robot devra descendre l'ascenseur et éteindre la pompe. Cette diminution de pression libérera le feu.

Le principe de base est le même pour les autres feux. La seule différence est que, pour les feux situés contre le rebord du plateau, la plaque de plexiglass doit être à la position de 90°. Et que pour les feux devant être retournés, avant l'arrêt de la pompe, la plaque de plexiglass devra effectuer une rotation de 180°.

Nous avons du faire face à un certain nombre de contrariétés lors de l'élaboration de ce mécanisme.

Dans un premier temps, concernant l'équipement nécessaire. Comme vous avez pu le constater, la conception de ce dispositif requiert une quantité de pièces, onéreuses ou non. Nous avons facilement pu avoir des servo-moteurs, étant donné que notre professeur référent, Monsieur F. Delamare, en avait à sa disposition dans la réserve. Concernant la pompe, nous avons dû en faire la commande. Bien que de faible durée, le délai de livraison nous a légèrement ralenti lors de l'assemblage final. L'ensemble de la tuyauterie est issu du département chimie, de l'INSA. Ce dernier a eu l'amabilité de prendre part à notre projet en nous fournissant l'ensemble des pièces souhaitées. Les divers composants de l'ascenseur ont été trouvés dans la réserve, exception faite de l'axe sur lequel ce dernier est accroché et qui assure sa stabilité. En effet, cette pièce, qui s'avère être un rail de guidage pour tiroir, à été achetée spécialement pour notre robot, dans une quincaillerie. L'obtention de ces pièces a donc nécessité un temps et une disponibilité, qui ne furent pas des moindres.

Nous avons également rencontré des problèmes lors de la connexion entre la ventouse et la pompe. Nous avons trouvé, dans la réserve une vieille ventouse démunie de tout raccord. Nous avons donc dû en usiner un nous même. Avec l'aide de Victor, technicien de l'atelier, nous avons troué une vis de laiton dans sa longueur. Ayant préalablement déterminé le pas de vis le mieux adapté à nos besoins, nous avons pu assembler le raccord et la ventouse.

Dans un dernier temps, nous nous sommes heurtés à de nombreuses difficultés lors de la mise en place de l'ascenseur. En effet, ce dernier devait descendre assez bas pour pouvoir aspirer les feux au sol, monter assez haut, pour pouvoir capturer ceux positionnés en haut des torches, mais il est aussi nécessaire, que lorsque la plaque de plexiglass est en position 90°, la ventouse puisse toucher les feux accolés au rebord. Toutes ces contraintes ont exigé que nous soyons précis dans nos calculs, et que nous élaborions un cahier des charges contenant l'ensemble des caractéristiques à remplir et comment y arriver. Ceci nous a demandé du temps et une préparation plus ou moins adaptée, avant toute conception matérielle.

Cependant, malgré toutes ces perturbations nous avons finalement réussi à mettre en place un système qui peut déplacer des feux, les retourner et sortir ceux fixés au rebord.

3.3.3. Canon lance-balles de ping-pong

Un autre objectif de ce projet fut de réussir à réaliser un système permettant au robot d'envoyer des balles de ping-pong sur une cible, en l'occurrence un mammoth sur lesquels sont fixés des bandes de velcro.

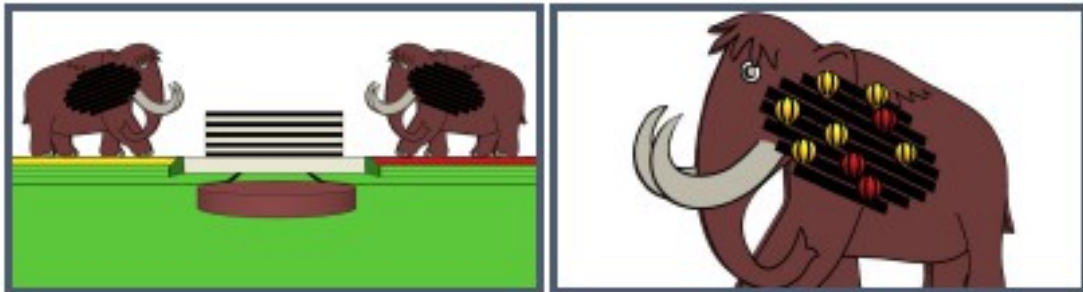


figure 1 : Mammouth cible

Pour atteindre la cible, le robot doit donc être en mesure de lancer des balles de ping-pong entourées de velcro permettant ainsi aux projectiles de tenir contre le mammoth. Il était également impératif d'étudier attentivement les points du règlement concernant les tirs sur les mammouths. En effet c'est en fonction de ces contraintes que nous avons définies un cahier des charges et que nous avons pu nous concerter pour définir la forme idéale du canon, son fonctionnement, l'ensemble des matériaux le composant, sa taille et sa puissance.

Les points de règlements importants, que nous avons étudiés en particulier, sont les suivants :

- Chaque équipe charge un maximum de six lances.
- La dépose directe des lances sur les mammouths est interdite : un tir est attendu.
- Les lances sont impérativement constituées de balles de ping-pong recouvertes de bandes de Velcro (côté velours). La couleur dominante de la lance (bandes incluses) doit être jaune ou rouge.



figure 2 : Projectiles

Suite à l'étude de ces contraintes, nous devons donc réaliser un dispositif permettant un tir d'une balle de ping-pong sur une surface de Velcro disposée sur les mammouths. Il nous fallait, de ce fait, construire un canon au diamètre suffisamment grand pour pouvoir contenir une balle de ping-pong et assez puissant pour réaliser un tir.

Avant de lancer une balle, il est nécessaire de pouvoir les stocker dans le robot. Pour cela nous avons opté pour la réalisation d'un réservoir avec un cylindre en carton, comme vous pouvez le voir sur la modélisation SolidWorks jointe en annexe 5. Néanmoins, nous étions face à un problème, nous devons trouver un moyen d'évaluer et être en mesure de déterminer la chute successive des balles. En effet notre but étant de lancer les balles une à une sur les mammouths, il était impératif de pouvoir gérer la chute des balles de ping-pong du réservoir vers la rampe de lancement du canon. Pour cela nous avons mis au point un système de roue crantée permettant ainsi grâce à sa vitesse de rotation de définir le temps entre la chute de chaque balle vers la rampe de lancement, comme vous pouvez, là encore le voir sur la modélisation 3D du mécanisme en annexe 5.

Après avoir trouvé un moyen de stockage et d'approvisionnement des projectiles, il fallait donc se pencher sur le moyen de les envoyer, par un tir, sur les mammoths. Nous avons décidé, pour cela, de construire une rampe de lancement grâce à des plaques de bois. L'avantage de cette rampe est de permettre d'avoir à chaque lancer le même angle de propulsion et ainsi la même trajectoire. La question maintenant est de savoir comment propulser les balles de ping-pong sur les cibles. Nous avons opté pour un système alliant un moteur et une double-roue situé au dessus de la rampe de propulsion. Ce dispositif donne, grâce à sa vitesse de rotation, une vitesse initiale à la balle de ping-pong. Cette dernière sera donc projetée selon la direction donnée par la rampe de lancement. Cela permettra en théorie, si la vitesse de rotation du moteur et de la roue crantée restent constantes d'obtenir, à chaque lancer, un résultat identique.

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

4.1. Conclusion sur le travail réalisé

Suite à ces treize semaines de travail, les objectifs que nous nous étions fixés au début de ce projet ont été en majorité atteints. En effet, nous avons pu, au fil des mois, rendre mobile la base du robot fourni, en installant le système roues-encodeurs à quadrature. Nous avons, également réussi à implémenter des mécanismes permettant à ce robot d'effectuer une grande partie des actions proposées par la Coupe de France.

Bien que nous n'ayons pas donné la possibilité, à notre robot, de réaliser toutes ces actions, il demeure toutefois capable d'en exécuter trois sur cinq. Ce qui, compte-tenu de la durée d'un match, qui est nous vous le rappelons de 90 secondes, nous semble être un résultat acceptable.

N'ayant pas considéré l'ampleur d'un tel projet dans les premières semaines consacrées à ce dernier, il est vrai, que nous avons pris du retard dans l'exécution des tâches. Le temps accordé à ce projet dans nos emplois du temps, à savoir une heure et demi par semaine, n'était donc plus suffisant. Nous avons, de ce fait, dû étendre ces heures. Ce ne fut pas une tâche facile étant donné que nous n'avions pas tous les mêmes emplois du temps. Toutefois, malgré ces difficultés, nous sommes arrivés à un résultat qui nous semble satisfaisant, et en accord avec les objectifs que nous nous étions fixés.

4.2. Conclusions sur l'apport personnel de cet E.C. Projet

Dans cette sous-partie, nous avons regroupé l'ensemble de nos conclusions personnelles sur ce projet. Chaque membre de notre groupe y décrit ce que ce projet a représenté pour lui, qu'est ce qu'il lui a apporté, tant au niveau personnel, que décisionnel, ou encore technique, et surtout en quoi, selon lui, ce projet a été bénéfique.

Guillaume Palissière : « Ce projet fut dans l'ensemble assez enrichissant puisqu'il m'a permis d'effectuer quelque chose que je ne referai probablement plus jamais dans mon cursus universitaire étant donné que je me tourne vers les filières mathématiques et non mécaniques. Je regrette juste que nous ayons passé beaucoup de temps à piétiner et à recommencer plusieurs fois des modifications sur le robot dues à un manque de connaissance sur le sujet de notre part et un professeur la plupart du temps très occupé vu l'important nombre d'élève à sa charge. »

Vincent Miossec : « Les premières semaines du projet ont été compliquées car nous avons beaucoup de choses à faire, et nous ne savions pas très bien par où commencer. De plus, il m'a été difficile de cibler les ressources dont nous aurions besoin pour la réalisation du robot. Puis, au fil des semaines, grâce aux idées proposées par chacun des membres de l'équipe pour réaliser les divers tâches que devaient accomplir le robot, toutes mes questions eurent des réponses. Ainsi, j'ai pu m'investir pleinement dans le projet et réaliser la tâche qui m'avait été donnée avec l'aide de Guillaume. »

Il était très intéressant d'étudier et de comprendre le fonctionnement d'un robot, de chercher les mécanismes qui l'aideraient à réaliser ses tâches, et de réaliser tout cela en équipe. Ce fût un travail difficile car les premières tentatives lorsque nous installions une pièce sur le robot n'ont presque jamais été les bonnes et nous avons souvent dû reprendre certaines manipulations plusieurs fois. »

Raphaël Lepiller: « L'approche du projet a beaucoup évolué au cours des séances. Au début, l'ensemble de l'équipe en charge de la partie mécanique a travaillé ensemble. Nous devons définir les attentes auxquelles nous pourrions répondre plus tard et définir des tâches pour chaque membre de l'équipe. J'ai pour ma part apprécié cet esprit d'équipe et cette mise en situation de « conseil d'entreprise ». La suite du projet s'est déroulé de manière autonome, chacun ayant à sa charge sa partie définie préalablement. Ce fut également une expérience enrichissante qui m'a permis de m'investir dans un projet sur le long terme et dans un domaine d'activité où je ne m'oriente pas personnellement, ayant choisi de poursuivre mes études dans l'informatique. Ce projet fut donc l'occasion d'enrichir mes connaissances et ma curiosité sur un sujet qui m'intéresse: la robotique. »

Laurie Gilbert : Depuis notre arrivée à l'INSA de Rouen, la majorité des notions apprises sont de nature théorique, ce projet nous a permis de les concrétiser. De plus, bien que nous ayons déjà eu à réaliser au cours de notre cursus des projets, celui-ci diverge sur de nombreux points. Premièrement de part sa nature. Nous n'avions jusqu'à ce jour, jamais eu à faire de projet dans le domaine de la physique. Étant convaincue que les projets apportent aux étudiants des valeurs et des connaissances que les cours magistraux ne peuvent fournir, je suis contente d'avoir pu réaliser un projet dans ce domaine. Deuxièmement, ce projet s'éloigne des précédents de part le nombre d'étudiants composant les groupes. Lors des précédents, nous travaillions à deux, trois, quelques fois quatre, mais rarement plus. Pour mener à bien ce projet, nous avons dû apprendre à œuvrer à cinq. Cette distinction, qui peut paraître futile, n'est pas sans conséquence, et requiert une organisation plus importante, une répartition des tâches plus détaillée, et surtout une coordination et une communication implacable. Finalement, ce projet nous a permis de découvrir un nouvel environnement de travail, mais aussi un nouveau domaine d'étude : le monde de la robotique. Je suis donc convaincue que ce projet de P6 apporte beaucoup aux étudiants de second cycle préparatoire.

Romain Caudron : Ce projet m'a vraiment plu dans le sens il m'a permis de renouer avec certaines choses que j'avais oubliées. Sorti d'un bac S avec option Sciences de l'ingénieur, j'étais habitué, durant mes 3 années de lycée, à étudier des machines, les modifier, les modéliser...Mais depuis mon arrivée à l'INSA, je n'avais pas eu d'occasions de retrouver ce pourquoi la spécialité SI m'avait plu. M'orientant plus vers les mathématiques et l'informatique, je pense que cette expérience sera probablement la dernière où je construirai un robot de mes propres mains, avec une équipe tout aussi enthousiaste que moi à réaliser un défi de cette ampleur. Moi qui suis plus dans la théorie que la pratique, j'aurais tout de même réussi à bricoler quelques parties du robot. Ce projet m'aura permis d'approfondir mes connaissances en physique mais aussi d'apprendre à travailler en équipe. Il était vraiment palpitant de se répartir les tâches, de s'entraider, et de voir à la fin que tout notre travail mis bout à bout avait belle allure. Pour finir, je serai ravi, si j'en ai l'occasion, de retravailler sur un projet comme celui-ci car le monde de la robotique est encore plus grand que ce que je croyais.

4.3. Perspectives pour la poursuite de ce projet

Bien que pouvant réaliser un certain nombre d'actions, nous ne doutons pas que notre robot peut être amélioré. Nous pourrions, en effet, poursuivre ce projet, en le modifiant ou en perfectionnant.

Dans un premier temps, nous pourrions élaborer des mécanismes permettant de réaliser les actions que nous avons choisies de ne pas implémenter, telles que la cueillette des fruitmouths ou la capture des mammouths à l'aide d'un filet. Cependant, un robot ne pouvant réaliser l'ensemble des actions pendant un match, cette amélioration ne rendrait pas notre robot plus compétitif.

Nous pourrions également, refaçonner à l'aide de matières plus nobles, tel que du métal ou de l'acier, la majorité de nos mécanismes (rampe de lancement, réservoir à balles de ping-pong, ...), qui sont actuellement en carton ou en bois. Ce remaniement apporterait une plus grande précision à nos installations et rendrait notre robot plus esthétique. Cependant, cette étape demanderait un temps considérable, étant donné que nous ne pourrions pas le faire par nous-même et que le département mécanique est très sollicité en ce moment.

Dans un dernier temps, nous pourrions envisager de customiser Batman, et ainsi de le rendre plus attrayant. Bien qu'il ait un certain charme à ce jour, nous sommes convaincus qu'il pourrait devenir plus séduisant.

5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] <http://www.pobot.org/+-servomoteur-+.html> (valide à la date du 08/06/2014).
- [2] <http://www.robotis.fr/ax/1-ax-12a.html> (valide à la date du 10/06/2014)
- [3] <http://www.generationrobots.com/fr/401075-servomoteur-dynamixel-ax-12-a-robotis.html> (valide à la date du 11/06/2014)
- [4] <http://www.planete-sciences.org/robot/index.php?section=pages&pageid=79> (valide à la date du 11/06/2014)
- [5] <http://www.planete-sciences.org/robot/data/file/coupe/2014/Rules2014%20-%20Version%20finale%20-%20Eurobot.pdf> (valide à la date du 12/06/2014)
- [6] <http://www.youtube.com/watch?v=H37Ce8IUyC8&feature=youtu.be> (valide à la date du 12/06/2014)

6. ANNEXES

6.1. Annexe 1 : Le but de la Coupe de France de Robotique

Cette année, les robots concourant pour la Coupe de France de Robotique remontent à la préhistoire. Dans un temps imparti de 90 secondes, les robots doivent effectuer un ensemble de tâches.

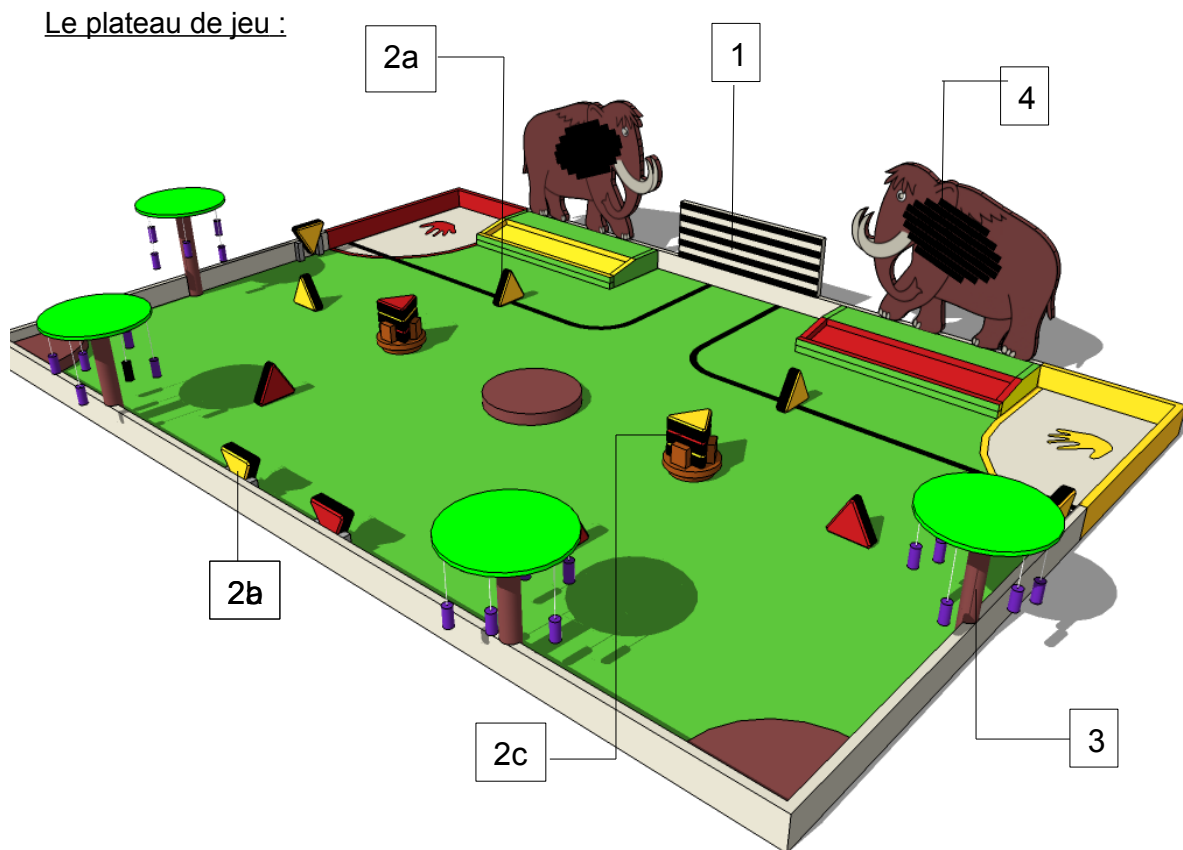


figure 4 : plateau de jeu de la Coupe de France de Robotique 2014

Les missions :

Voici la liste des missions à réaliser :

- **La fresque (1)** : les robots doivent coller des dessins sur la fresque
- **La conquête des feux (2a, 2b, 2c)**: les robots doivent s'approprier le plus de feux. Pour se faire la face visible du feu doit porter les couleurs du robot (rouge ou jaune).
 - Cependant, il existe divers types de feux :
 - Les feux positionnés verticalement (2a) doivent être renversés de telle sorte que la face visible porte les couleurs de l'équipe.
 - Les feux positionnés contre le rebord du plateau (2b) doivent être décrochés et déposés sur le plateau, de la même façon.

- Les feux présents dans les torches (2c), doivent eux, être sortis de leur support et également être positionnés sur le plateau.
- **La cueillette** : les robots doivent cueillir le plus de fruitmouths (3) possible.
Plus précisément, les robots doivent décrocher les bouchons de liège des arbres. Ces derniers sont accrochés à l'aide de Velcro.
- **Les mammouths** : les robots doivent envoyer le plus de lances possibles sur les mammouths (4).
Ces lances sont modélisées par des balles de ping-pong entourées de Velcro. Les mammouths sont eux aussi équipés de Velcro, ce qui permet une bonne adhérence avec les balles.
- **Capture des mammouths** : les robots peuvent capturer les mammouths à la fin du match.
Les robots sont autorisés, à la fin du match, à envoyer un filet sur le mammouth, dans le but de le capturer.

6.2. Annexe 2 : Mise en place des roues de roller et des encodeurs à quadrature

Voici la modélisation sous SolidWorks des roues de roller permettant la mobilité de notre robot :

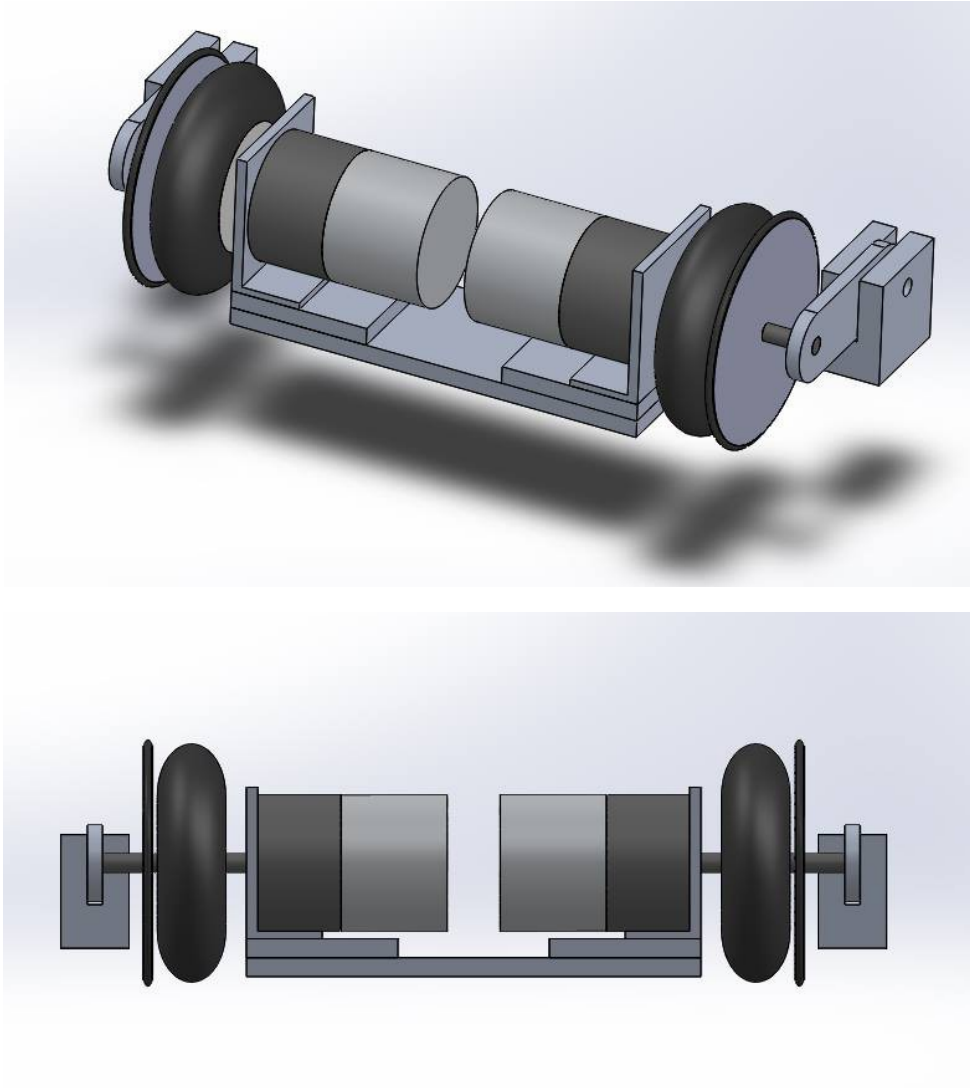


figure 5 : Modélisation sous SolidWorks des roues reliées aux moteurs

6.3. Annexe 3 : Système permettant le collage des dessins

Le robot doit selon le règlement de la Coupe de France de robotique 2014, être capable de coller des dessins sur une fresque.

La fresque est modélisée par un panneau vertical sur lequel cinq bandes horizontales de Velcro ont été accolées. Cette fresque est positionnée sur le sol et mesure 600 mm de large sur 200 mm de haut. Les dessins, sont quant à eux symbolisés par des morceaux de tissu donc les dimensions ne doivent pas dépasser 100x160 mm et ne doivent pas être inférieures à 80x100 mm. Des bandes de Velcro sont également disposées sur ces dessins.

Le robot concourant doit donc être capable de coller ces morceaux de tissu sur ce panneau. A noter toutefois, que les dessins doivent être, au début de la compétition sur le robot. En conséquence, cela l'oblige à les stocker durant la première partie de la compétition.

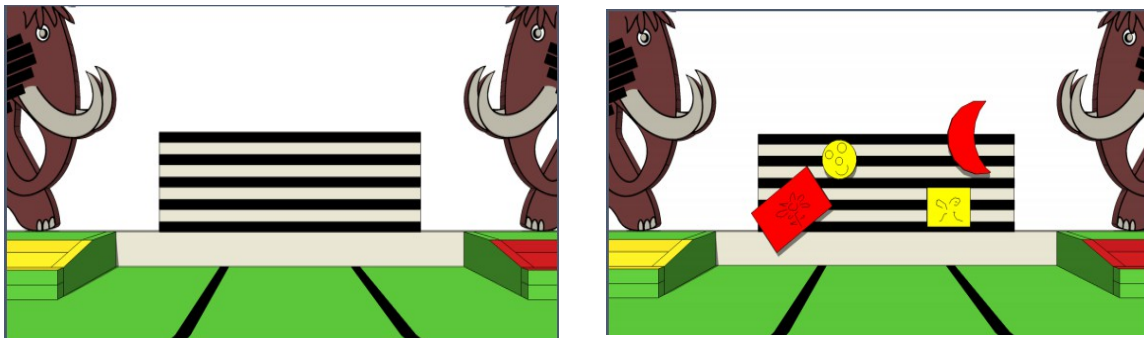
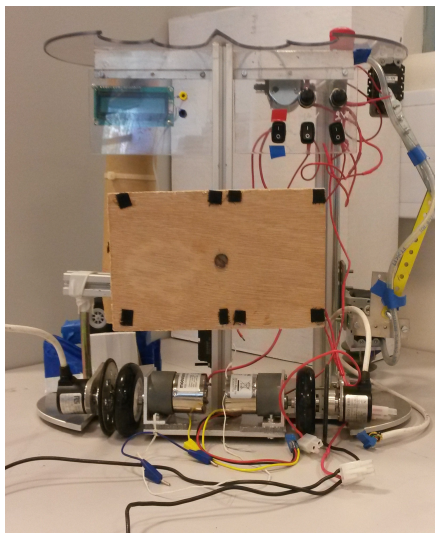
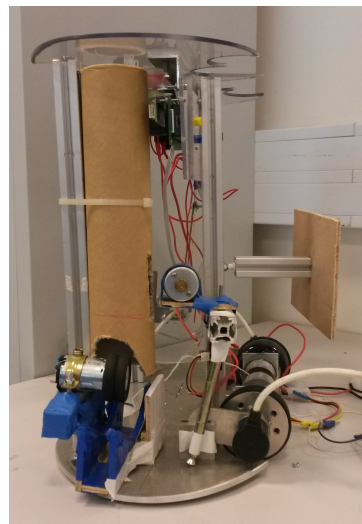


figure 6 : A droite la fresque non décorée. A gauche la fresque munie des dessins

Voici quelques photos rendant état du mécanisme réalisé.



Vue de dos



Vue de profil

figure 7 : Photo du mécanisme permettant de coller les dessins sur la fresque

Voici la modélisation réalisée sur SolidWorks du procédé implémenté :

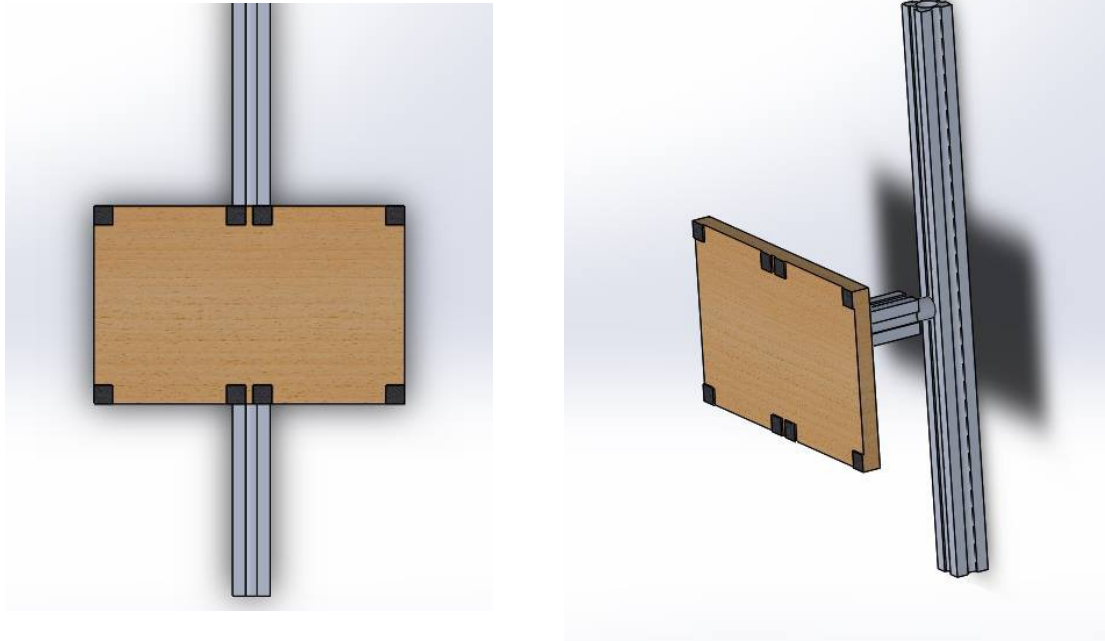


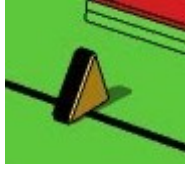


figure 8 : Modélisation sous SolidWorks du mécanisme permettant de coller les dessins sur la fresque

6.4. Annexe 4 : Système permettant le déplacement des feux

Comme nous l'avons expliqué dans la partie 3.3.1 de ce rapport, divers feux sont présents sur le plateau de jeu. L'action de base à réaliser est de les déplacer et de les déposer à plat sur le tapis, face visible portant la couleur de l'équipe. Pour permettre à notre robot de réaliser cette action, nous avons mis en place un ascenseur relié à une ventouse.

Pour vous illustrer la complexité de cette action, voici la liste des actions à réaliser pour chaque type de feu.

Les torches	Les feux accolés au rebord	Les feux verticaux
		
<ul style="list-style-type: none"> - sortir les feux de la torche - les poser sur le tapis de jeu ou les emmener sur le terre-plein central 	<ul style="list-style-type: none"> - décrocher le feu de son logement - le poser sur le tapis de jeu ou l'emmener sur le terre-plein central 	<ul style="list-style-type: none"> - faire tomber le feu sur le tapis de jeu
<p>Dans les trois cas, les feux doivent être à la fin du match poser sur le tapis ou sur le terre-plein central, face visible portant les couleurs de l'équipe.</p>		

Voici la liste du matériel que nous avons utilisé pour réaliser ce mécanisme :

- deux servo-moteurs AX-12A
- de la tuyauterie
- une pompe
- une plaque de plexiglass
- des longrines et des cornières de Meccano
- une ventouse
- glissière de tiroir

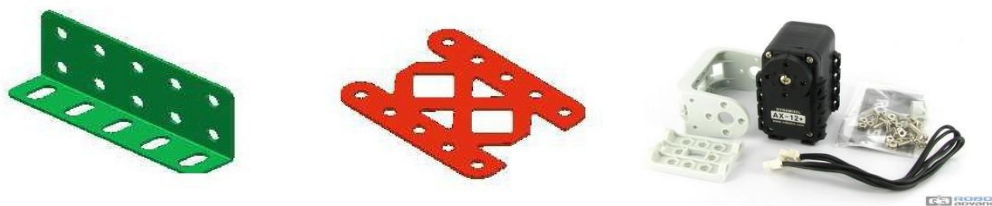
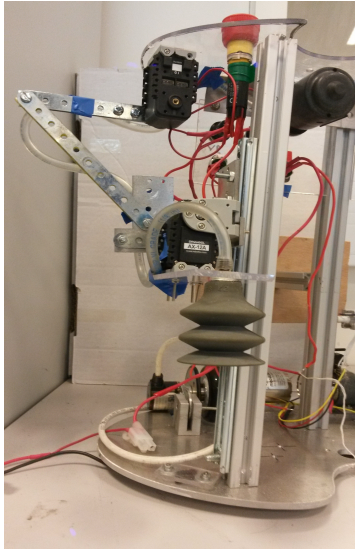


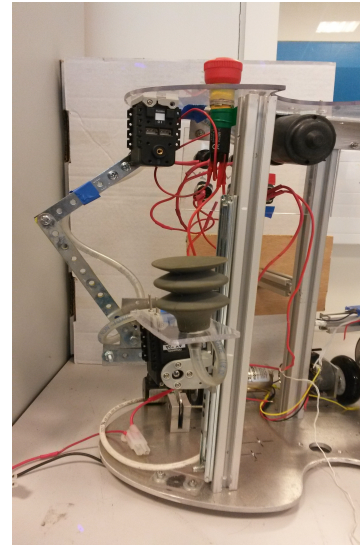
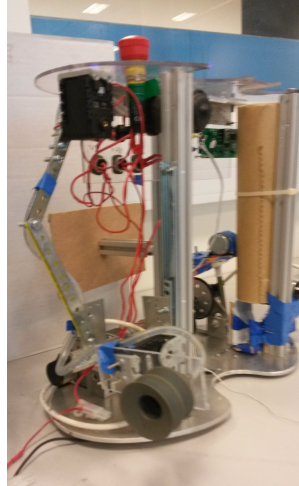
figure 9 : cornières et longrines de Meccano et un servo-moteur AX-12A

Voici une simulation sous SolidWorks du mécanisme réalisé ainsi qu'une photo de l'assemblage final. Ces deux photos rendent état du dispositif implémenté. Elles imagent de plus la mobilité de la ventouse autour de son axe de rotation.

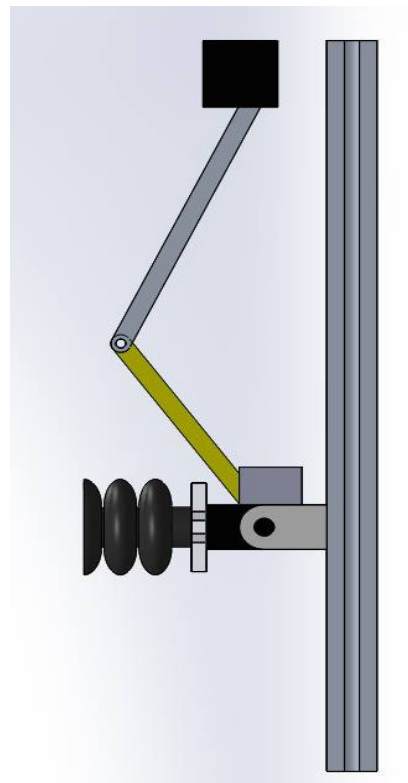
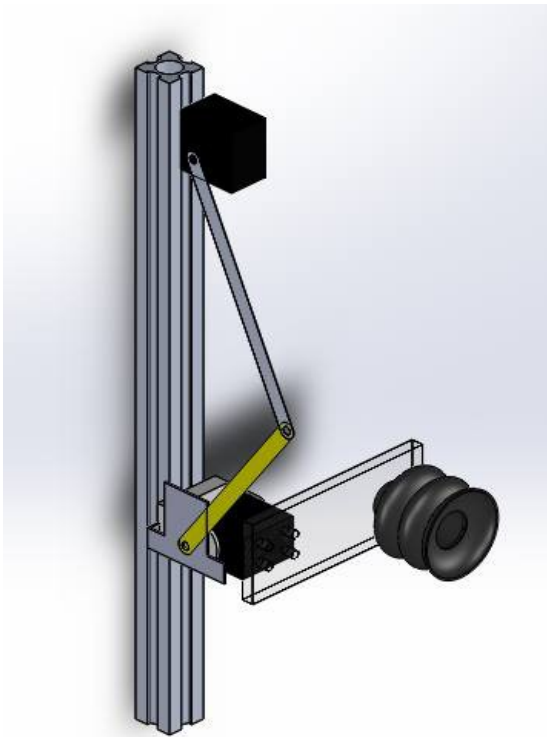


Ascenseur sans aucune rotation de la ventouse

Ascenseur avec une rotation de 90° de la ventouse



Ascenseur avec une rotation de 180° de la ventouse



6.5. Annexe 5 : Système permettant le lancement des balles de ping-pong

Cette annexe est donc dédiée au canon à balles de ping-pong, dont une description détaillée vous a été faite dans la deuxième partie de ce rapport.

Voici les plans de conception et schémas de montage de ce mécanisme :

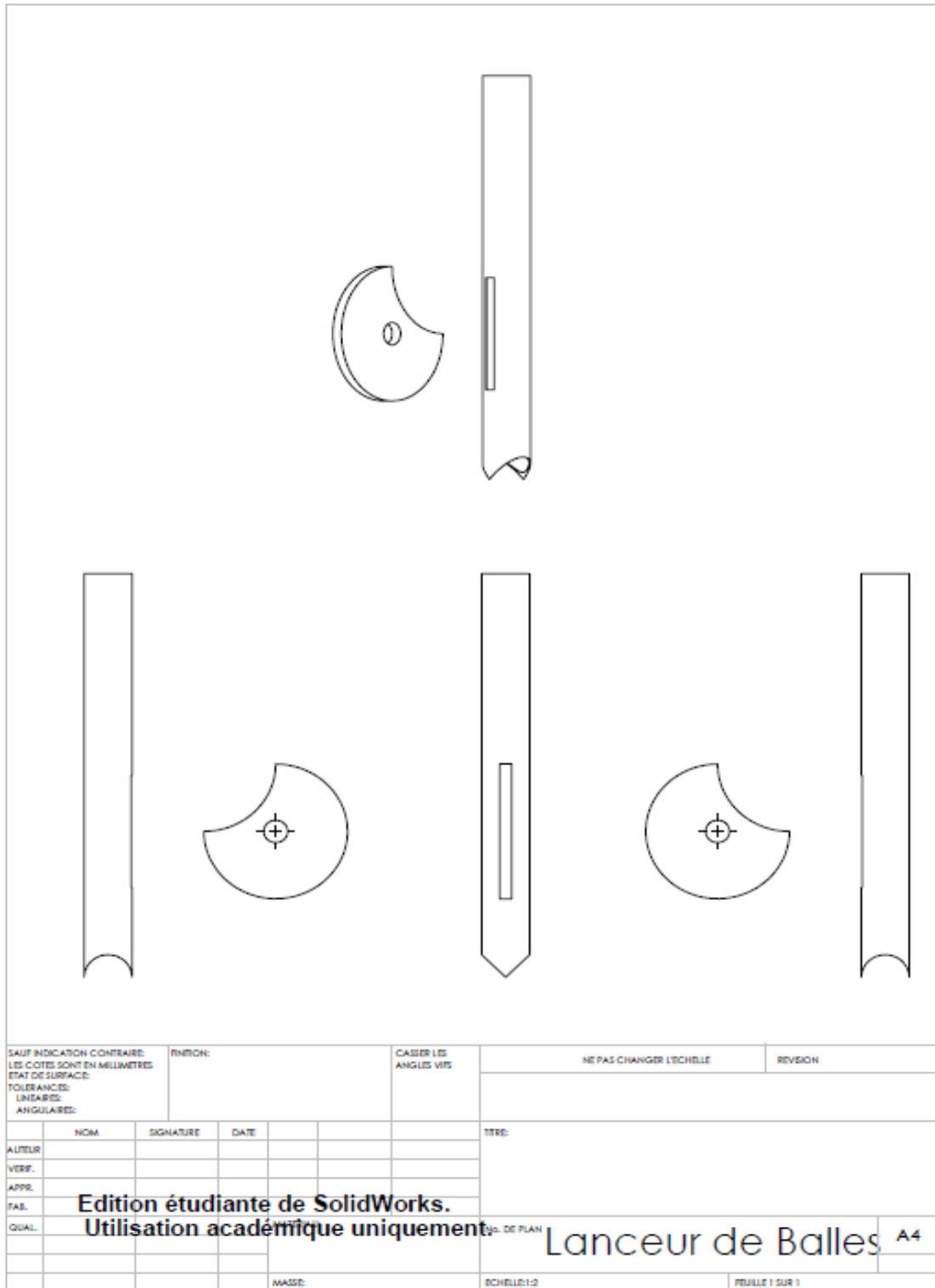


figure 10 : Plan technique du lanceur de balles – réalisé sous SolidWorks

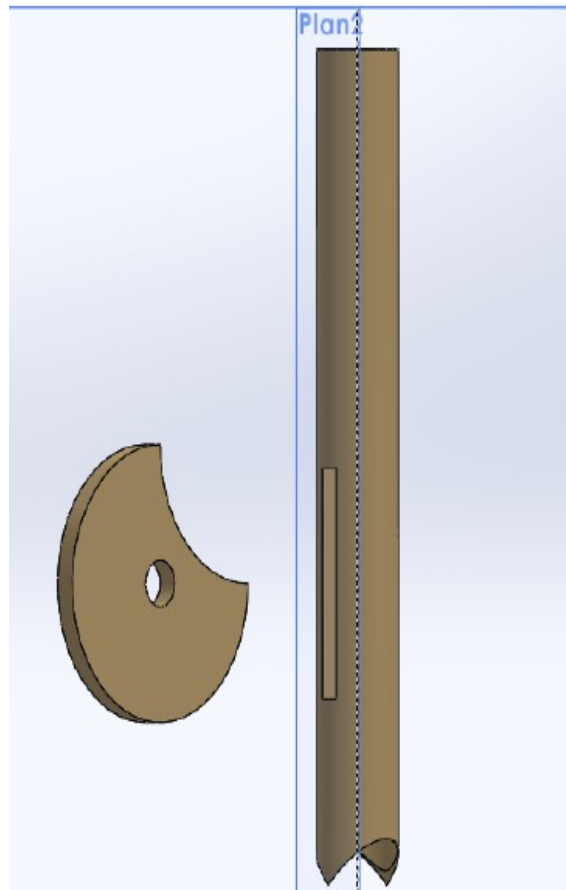
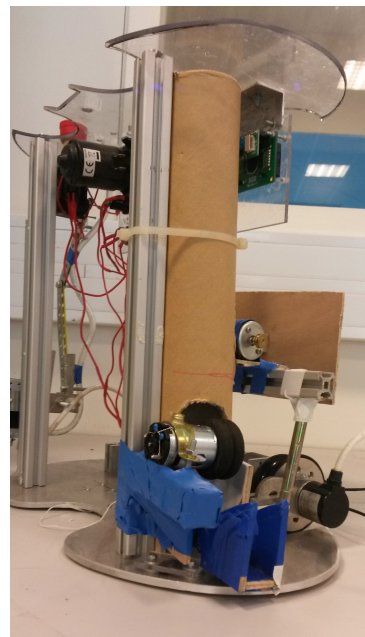
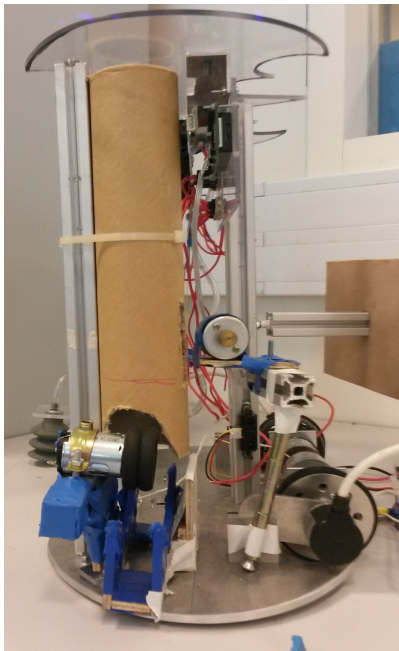


figure 11 : Modélisation du réservoir du lanceur de balles - réalisé sous SolidWorks

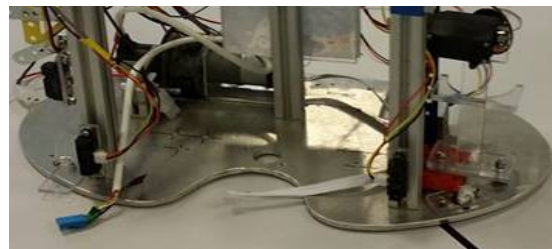
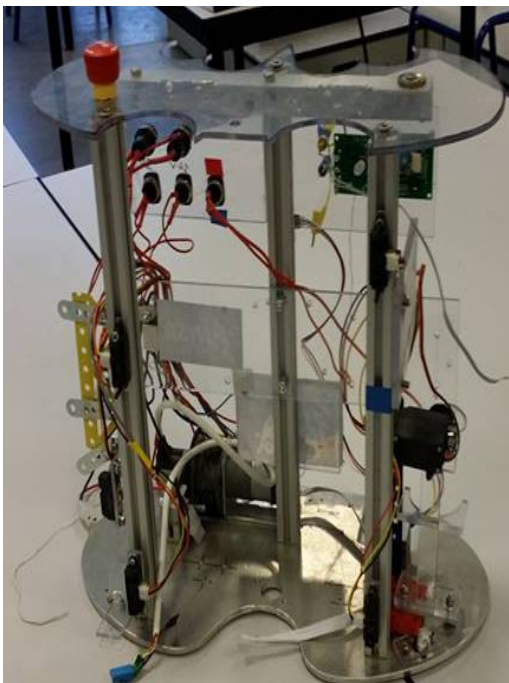
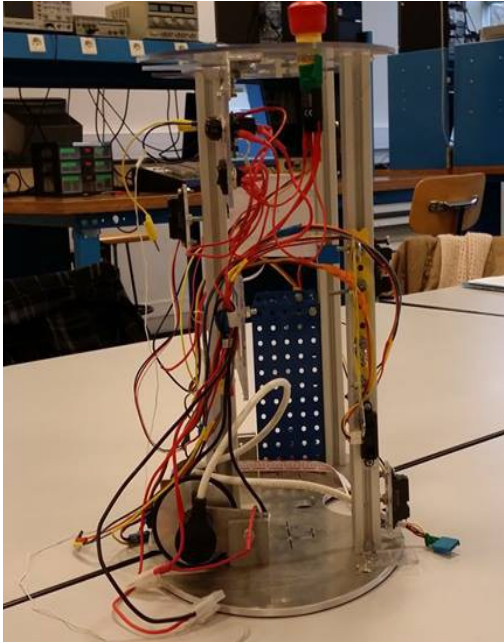
Voici les photos du montage mis en place :



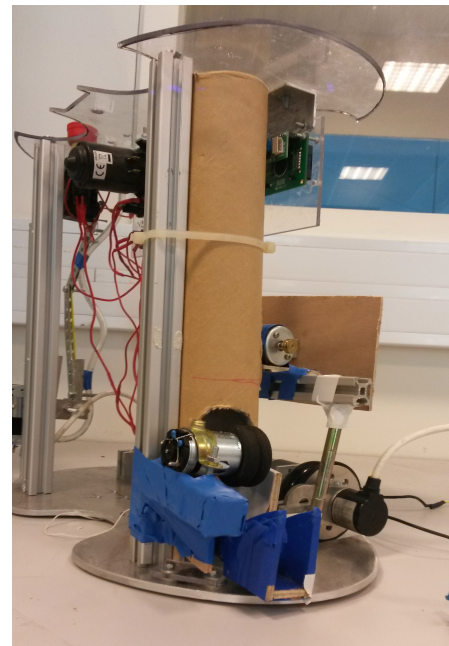
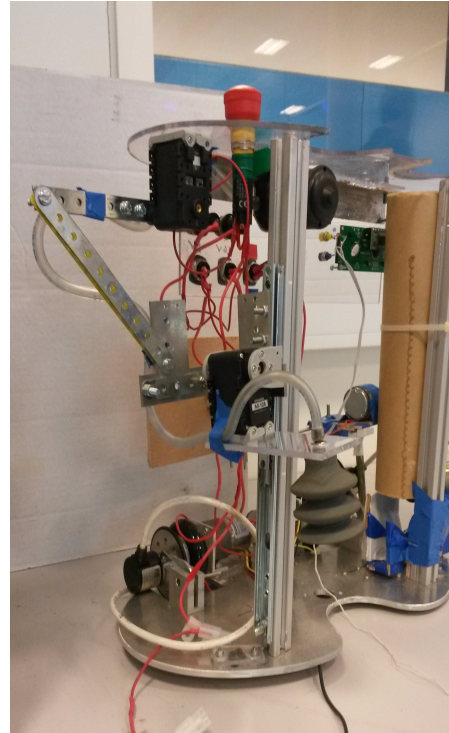
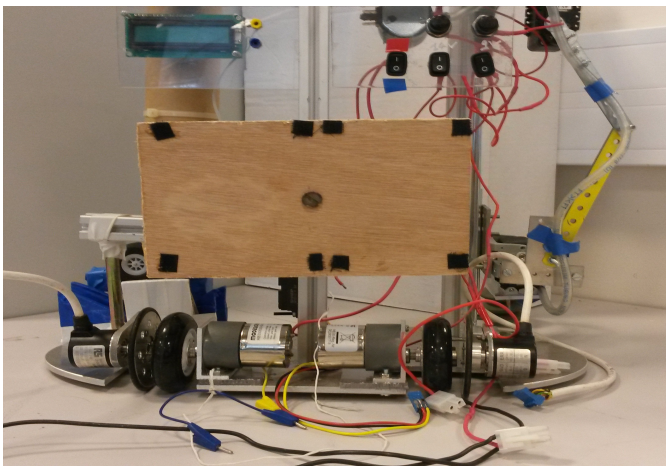
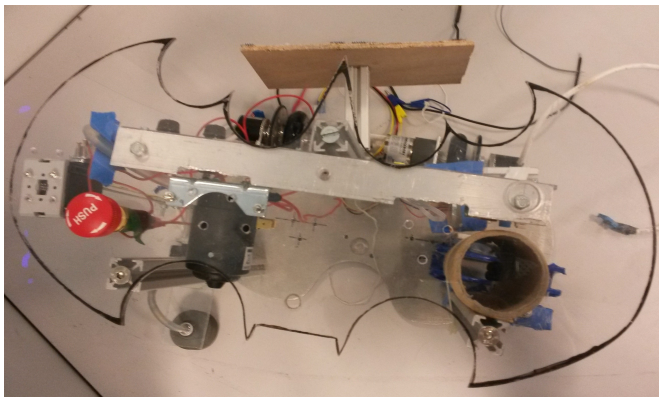
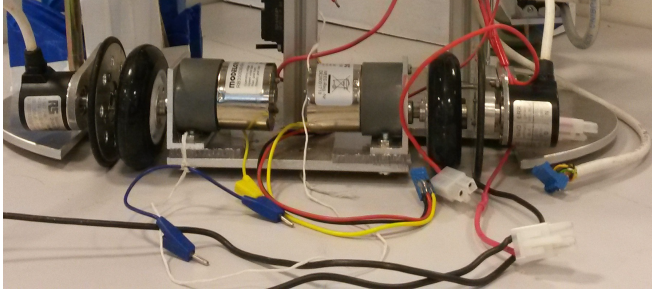
6.6. Annexe 6 :La transformation du robot

Comme nous l'avons dit précédemment, lors de la première séance consacrée à ce projet, notre professeur référent nous a fourni une base de robot. Il nous a semblé judicieux de prendre en photo cette base, pour pouvoir la comparer au robot final.

Voici donc, quelques unes de ces photos :



Nous avons procédé de la même manière il y a quelques jours, et voici les clichés réalisés :



6.7. Annexe 7 : Modélisation sous SolidWorks de Batman

