

# PROJETS INDUSTRIELS - ELECTRONIQUE

*Année scolaire 2018-2019*

***"POLYCLAW CHESS"***

## Etudiants :

**Salomé BOUTMAR**

**Kévin DUCHAMPT**

## Encadrants :

**Monsieur MASSON**

**Monsieur ABDERRAHMANE**

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier nos encadrants, et en particulier Monsieur MASSON, pour toute l'aide qu'il nous a apporté, le matériel qu'il nous a obtenu et le temps qu'il nous a consacré afin de réaliser notre projet. Et nous remercions également monsieur ABDERRAHMANE pour ses conseils au début de notre projet, qui ont permis de nous décider et d'avancer plus rapidement vers l'élaboration du projet.

## SOMMAIRE

Introduction .....	4
Chapitre I : Le projet Polyclaw Chess .....	5
I.1. L'objectif .....	5
I.1.1. Le cahier des charges.....	5
I.1.2. Ce qui a finalement été réalisé.....	6
I.2. Vision d'ensemble du projet.....	6
I.2.1. Algorithme.....	6
I.2.2. Vision globale.....	7
I.3. Organisation du projet .....	7
I.3.1. Planning.....	8
I.3.2. Programme .....	8
I.4. Le développement du projet.....	8
I.5. Prise de recul après réalisation du projet .....	11
I.5.1. Bilan des erreurs et réussites durant le développement.....	11
I.5.2. Comment nous procéderions si c'était à refaire.....	11
Conclusion .....	12
Bibliographie .....	13

# Introduction

Un projet a été assigné à une promotion de CiP2 : réaliser un projet à l'aide du logiciel Arduino. Au sein de ce rapport, vous verrez comment le projet a été imaginé et mis en œuvre ; quelles ont été les difficultés et solutions trouvées, ainsi que le matériel utilisé. En bref, nous vous présenterons dans les grandes lignes comment nous avons mené ce projet au travers des neuf séances qui nous ont été données. Initialement, on a pensé à réaliser une machine à grappin, ensuite l'idée a évolué et on s'est décidé sur un déplacement d'échiquier par une pince. Un tel projet permet ainsi de déplacer des pièces d'échiquier par usage d'un téléphone, et on peut aisément imaginer que d'autres personnes pourraient reprendre ce projet afin de l'améliorer et permettre de jouer par commande vocale, ouvrant ainsi le monde des échecs aux personnes à mobilité réduites.

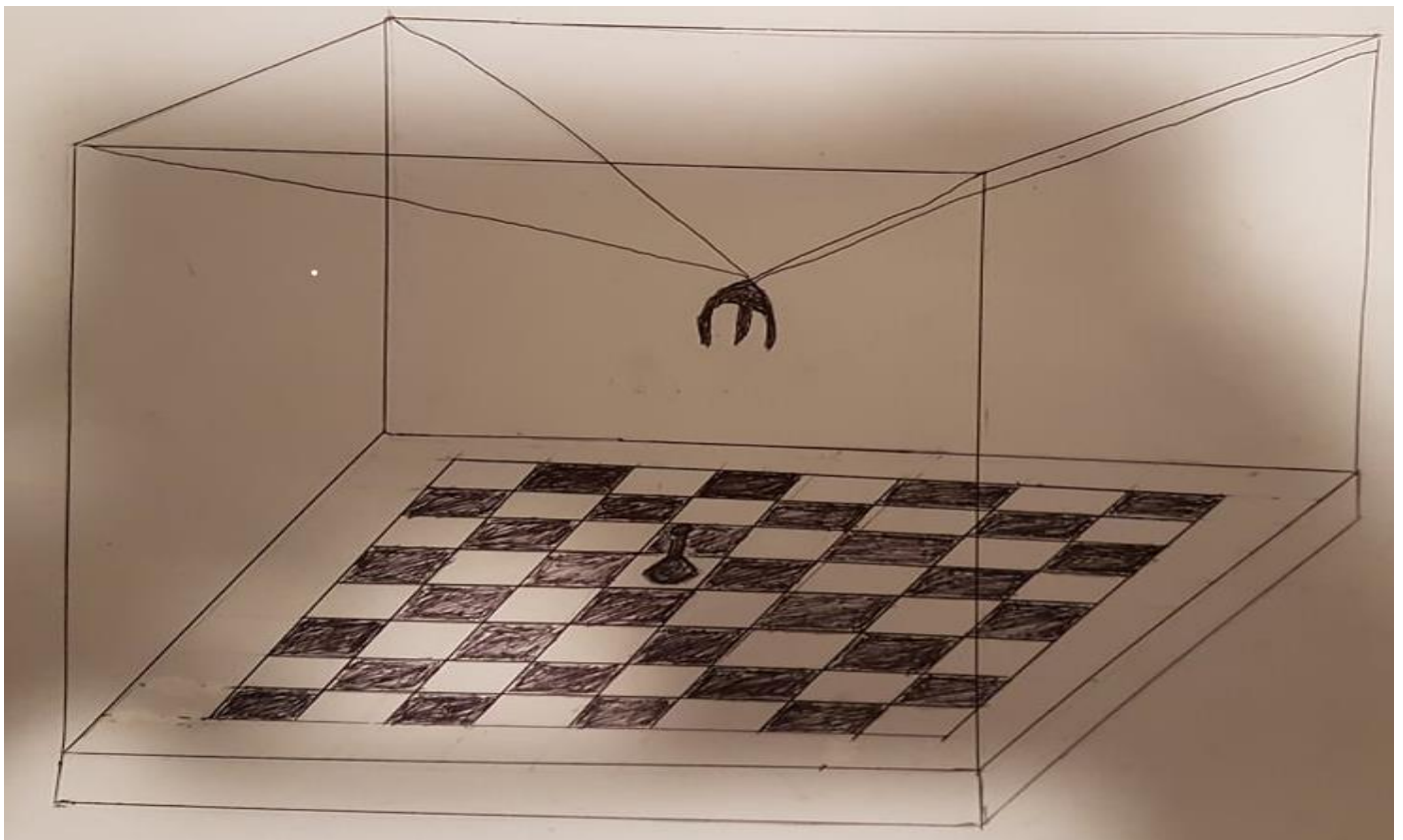
# Chapitre I : Le projet Polyclaw Chess

## I.1. L'objectif

Cette partie est consacrée à la compréhension de ce qui était attendue et finalement obtenue.

### I.1.1. Le cahier des charges

Nous souhaitons réaliser une pince qui pourra déplacer des pièces d'un échiquier. Cette pince devra être commandée par Bluetooth, et déplacée à l'aide de câbles. La pince se déplacera de gauche à droite et de haut en bas. La pince devra ainsi avoir une prise précise afin de ne pas laisser la pièce s'échapper, être suffisamment crantée pour que la pièce ne s'échappe pas. La pince étant déplacée par des câbles, il faudra par conséquent qu'elle ne soit pas trop lourde, sous peine de ne pas pouvoir être portée, ni trop légère afin de ne pas avoir de balancements qui compromettraient la précision. Aussi, il faut que la pince ait une ouverture le plus proche possible de la largeur des cases de l'échiquier, afin d'augmenter davantage sa précision. Le montage sera placé sous l'échiquier, et par conséquent l'échiquier devra être coulissant afin de permettre non seulement de remettre les pièces en place, et également d'accéder au montage. En conséquence, un des panneaux de la boîte devra être amovible.



### I.1.2. Ce qui a finalement été réalisé

Finalement, la boîte a bel et bien été réalisée, mais nous avons dû renoncer au système de coulissement par manque de temps. Nous n'avons également pas eu le temps de faire passer les fils sous l'échiquier ainsi que de réaliser le programme des quatre moteurs pas à pas fonctionnant en même temps et sur le même programme. Nous avons cependant réalisé le code nécessaire au mouvement d'un moteur pas à pas et du

grappin, nous avons ensuite adapté le code pour l'utiliser via Bluetooth. Finalement l'ouverture de la pince a réussi à être commandé par Bluetooth ainsi que le moteur pas à pas. Ci-joint une image de la boîte réalisée. L'échiquier n'est pas présent, par oubli de photographie, mais a bien été réalisé sur papier. Nous avons pris 6 feuilles de papier qu'on a scotché ensemble, calculé et tracé les dimensions, puis colorié les cases à la main. Il a été fourni lors de la présentation du projet.



## I.2. Vision globale du projet

Au sein de cette partie, nous allons vous faire visualiser le projet dans son ensemble, en montrant tout d'abord comment devra fonctionner la machine, et ensuite comment chaque composante vont se comporter entre eux.

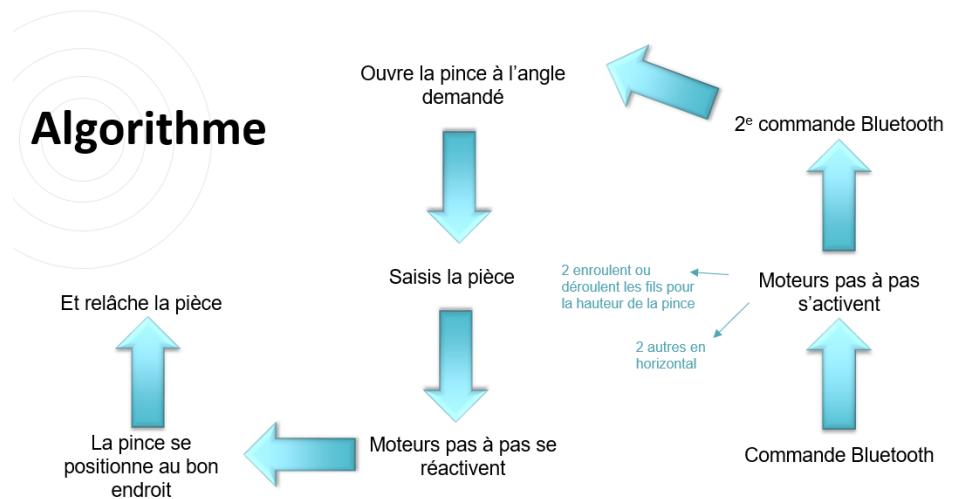
### I.2.1. Algorithme

Par commande Bluetooth, on active les moteurs pas à pas. Selon la position souhaitée, les 4 moteurs pas à pas vont enrouler ou dérouler le fil afin de retranscrire le mouvement souhaité. En effet, par exemple lorsqu'on veut déplacer la pince à droite et que l'on clique sur la flèche associée sur *Bluetooth Electronics*, le caractère 'R' est transféré par

Bluetooth ce qui permet grâce au programme de faire tourner les deux moteurs concernés dans le bon sens ; l'un déroulant et l'autre enroulant le fil de pêche, déplaçant la pince à droite.

Ensuite, une seconde commande Bluetooth va permettre à la pince de s'ouvrir à l'angle souhaité, saisir la pièce et refermer le grappin, avec la jauge sur *Bluetooth Electronics* : le nombre correspondant à la position de la jauge est envoyée par Bluetooth et converti en microsecondes par le programme Arduino. L'information est utilisée pour le servomoteur située dans la pince.

Enfin les moteurs pas à pas vont encore s'activer afin de déplacer la pièce à la case souhaitée. Le grappin va s'ouvrir une dernière fois afin de relâcher la pièce d'échec sur la case.



### I.2.2. Vision globale

Visualisons le projet dans sa globalité. Tout d'abord, il s'agit d'une boîte, dans laquelle se trouve un échiquier, au-dessus duquel se trouve un grappin. En dessous de la boîte se trouve un montage, et sur l'échiquier il y a quatre trous dans chaque coin.

Quatre moteurs pas à pas sont situés en dessous de la boîte, avec le montage. Du fil est enroulé sur la partie tournante du moteur pas à pas. Le fil passe par les trous, rentre dans des tubes et ressortent jusqu'au grappin, auquel ils seront fixés.

## I.3. Organisation du projet

Dans cette partie, nous verrons comment les tâches de réalisations du projet ont été prévues et réparties entre les membres de l'équipe.

### I.3.1. Planning initial

Le planning initial était le suivant :

	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 6	Séance 7	Séance 8	Séance 9
Détermination des dimensions									
Détermination et mise en forme des matériaux									
Montage des câbles et du grappin									
Mise en place des servo moteur									
Programmation et montage du circuit									
Test et optimisation du système									
Design									

Durant la première séance, nous devons déterminer les dimensions de notre boîte, quels matériaux utiliser et les mettre en forme. On aurait terminé la mise en forme à la deuxième séance. La troisième séance aurait été consacrée à la mise en place des câbles et du grappin, on aurait terminé cela à la



cinquième séance. Les séances 4 et 5 auraient eu pour objectif de terminer la mise en place des servo moteurs, des câbles et du grappin. A la sixième séance on aurait terminé la mise en place des servo moteurs et commencé la programmation et le montage du circuit, qu'on aurait terminé à la séance 7. Et enfin, les deux dernières séances auraient été consacrées aux test, optimisation du temps de réponses, fluidité des mouvements de la pince, et le design de la boîte.

### I.3.2. Planning final

Finalement, durant les deux premières séances, on a déterminé les matériaux à utiliser, et on a cherché à comprendre le fonctionnement du robot à câble. On a déterminé le code pour utiliser le grappin et les moteurs pas à pas avec un potentiomètre. A la séance 4, on a adapté la pince pour une utilisation par Bluetooth et on a essayé de faire un système de coulissement, enfin on a réalisé deux pièces qui nous ont pris énormément de temps. Durant les séances 5 à 8, on a réalisé le montage de la boîte. Et entre la 8<sup>ème</sup> séance et la 9<sup>ème</sup> séance, on a énormément travaillé sur le code des 4 moteurs pas à pas.

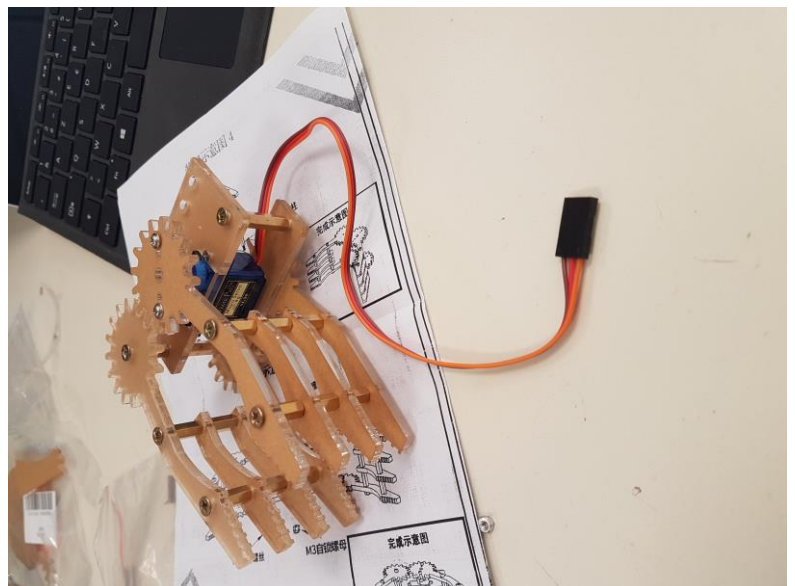
## I.4. Le développement du projet

Lors de notre première séance, nous avons créé notre GitHub pour pouvoir suivre l'avancée du projet que nous avons décidé d'appeler : *PolyClaw*. Nous avons également réalisé le cahier des charges soulignant nos objectifs et attentes de l'appareil ainsi que le planning. Celui-ci a été fait en découpant par étapes la réalisation puis en les répartissant sur les neuf séances. On a rencontré des problèmes pour l'achat des pinces, nous n'avons pas trouvé beaucoup de sites vendant des grappins assez petits pour attraper des petits objets, ou à trois doigts. Un site cependant a retenu notre attention, celui-ci étant spécialisé pour les pinces : *Twisted Quarter*.

Concernant l'application de notre projet, nous hésitions encore entre le tétis, qui posait un problème d'équilibres ; les produits chimiques, qui demandait à ce que la pince soit très précise et les mouvements délicats ; un usage industriel pour le déplacement des médicaments ou bien un usage classique avec des bonbons ou des peluches. Pour la répartition des tâches, nous voulions originellement que Kévin s'occupe du calcul des dimensions et Salomé de la programmation de la pince et des câbles puis faire le reste dont les montages en binôme. Cependant nous avons pris du retard sur le planning et la répartition n'a pas été très respectée.

Par la suite, nous avons calculer les différentes mesures à réaliser : les dimensions de l'échiquier et donc de la boîte l'entourant ; ce qui nous a poussé à avoir une limite de taille pour la pince et son ouverture afin de rendre le projet fonctionnel. En effet : on sait qu'une pièce devrait occuper environ 75% d'une case. Pour remettre les pièces en place à la fin de chaque jeu, nous avons eu l'idée de faire soulever une des planches en PVC puis de faire coulisser le plateau pour le refaire à la main.

On a finalement trouvé un grappin convenable sur le site *lextronic*. Les pièces d'échec devaient être faites en impression 3D



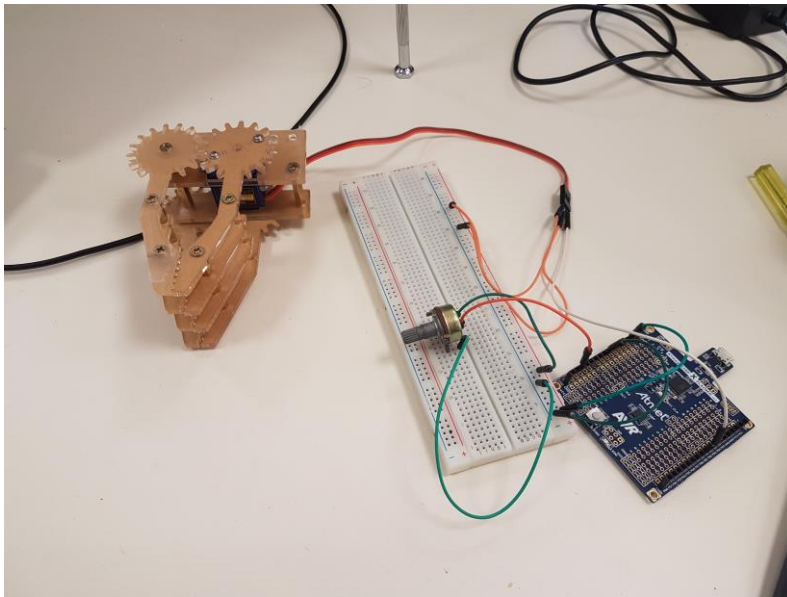


pour avoir exactement la bonne dimension ; nous avons pour cela rechercher des programmes sur *cults3d*.

La séance suivante, nous avons reçu la pince que nous avons monté. Nous avons rencontré quelques problèmes techniques pour cela : les différentes sortes de vis n'ont pas été mises au bon endroit ce qui nous a obligé à la refaire plusieurs fois car les composantes du grappin se désolidarisaient régulièrement. De plus l'objet nous permettant de visser s'est cassé.

Nous avons également reçu les quatre planches en PVC, nous avons donc dessiné les dimensions dessus puis nous avons tenté de le découper avec un couteau spécial, cependant n'y arrivant pas nous avons par la suite acheté les planches avec les bonnes tailles.

Pour l'échiquier, on voulait également l'imprimer en 3D au Fablab de notre établissement mais nous avons finalement pris une planche de bois aux bonnes dimensions ayant servi pour un projet antérieur.



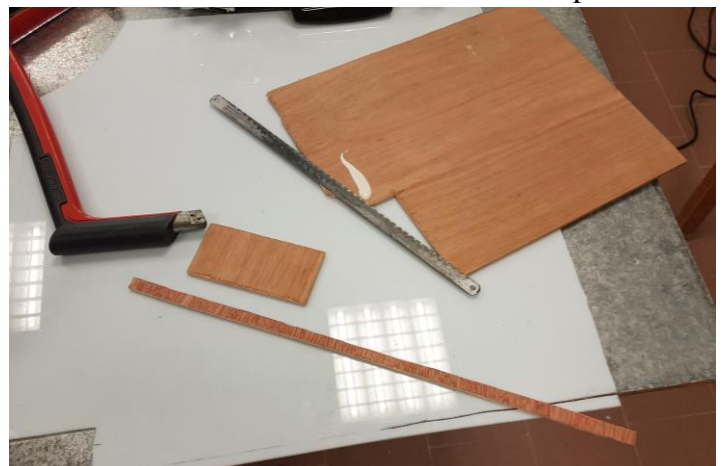
Après avoir obtenu les planches en PVC de 65x40 cm, nous avons adapté les dimensions du plateau de jeu à 65x65 cm. Nous avons ensuite finalement trouvé les pièces d'échec sur e-bay. Elles nous ont été livrées pour le jour de notre présentation.

Pour la programmation, nous avons d'abord fait des tests avec le potentiomètre pour l'ouverture de la pince ainsi que pour l'activation des moteurs pas à pas. Ensuite nous avons réussi à télécommander l'ouverture de la pince à distance (via Bluetooth) sur arduino grâce à une jauge sur l'application *Bluetooth Electronics*. Néanmoins, les mouvements

étaient relativement saccadés ce que nous avons réglé en augmentant les temps de délais, modifiant les angles en micro-secondes et en utilisant une carte MEGA.

Nous avons réalisé les montages des steps moteurs et avons dû nous poser des questions pour faire un programme pouvant faire marcher simultanément les quatre moteurs. C'est avec plusieurs recherches que nous avons découvert la bibliothèque Accelstepper nous aidant justement pour ce sujet.

Durant la sixième séance, nous avons fabriqué des pièces nécessaires au coulisement. Cela a été très difficile, car il y avait de nombreuses contraintes : nous voulions créer une sorte de support qui se serait collé au bord des deux panneaux et aurait permis à un des panneaux d'être amovible. Il fallait donc que ça soit le plus fin possible. On a longtemps cherché un matériau et une façon de le mettre en forme, nous avons opté pour le bois. On a pris une planche en bois et à l'aide d'une scie à bois, on a découpé plusieurs « bandes » de bois. Il fallait ensuite fixer 3 bandes ensemble afin de créer un espace où le panneau de PVC pouvait se glisser. Cependant, ni le pistolet à colle, ni la colle à bois, ni la pâte à fixe n'ont réussi à les maintenir ensemble. On a finalement opté pour les vis.



A l'aide d'une perceuse, on a d'abord créé le trou et on a ensuite inséré une vis qu'on a vissé. Il fallait 4 vis par objet créé et nous en avons créé deux. On a également découpé un support en bois de 10 par 5 cm.

On a ensuite, durant la séance, beaucoup

recherché sur le fonctionnement du robot à câble : on ne comprenait pas comment on allait réussir à faire tenir les fils, ni comment nous pouvions faire fonctionner cela. En effet, quand nous recherchions sur internet, on trouvait des robots à câbles parallèles, qui eux avaient 8 câbles et un mouvement très fluide. On comprenait mal comment on arriverait à avoir un tel mouvement avec seulement 4 câbles : on allait avoir un côté qui penche.

On a ensuite compris qu'il fallait équilibrer le mouvement : pour déplacer vers la droite, il ne suffisait pas de tirer la ficelle avec les 2 moteurs pas à pas du côté droit, il fallait également ajuster la hauteur avec les 2 moteurs pas à pas du côté gauche. On a alors imaginé chaque cas possible de mouvement, il nous restait à coder cela.

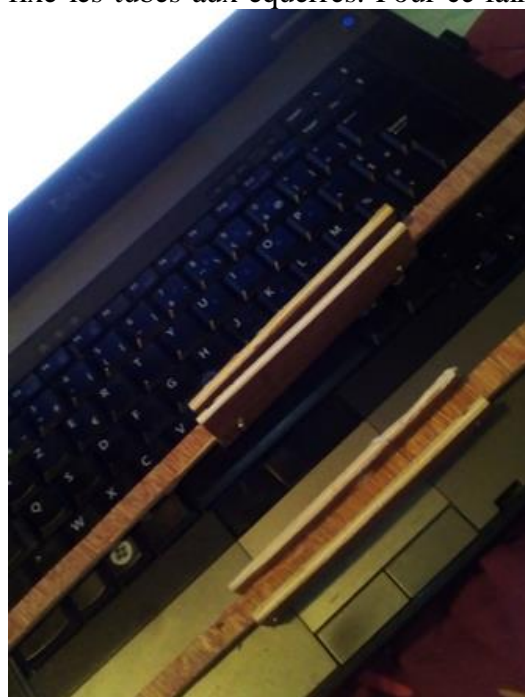
Durant la septième séance, nous avons analysé la situation : le matériel possédé, où il serait mis, comment on le mettra en forme, et autres questions importantes afin de ne pas faire une action qui nous coûtera du temps. On a ensuite coupé les équerres obtenues à la longueur souhaitée. Pour ce faire, nous avons simplement marqué à l'aide d'un crayon gras et découpé à l'aide d'une scie. Ensuite, la scie étant imprécise, il a fallu limer les différences de longueur entre chaque équerre.

On a également commencé à monter la boîte du jeu. Pour ce faire, nous nous sommes servis d'une riveteuse. En effet, nous percions d'abord un trou avec une perceuse, et ensuite il nous suffisait d'y mettre un rivet. Nous avons dû faire en tout 13 trous, en effet 12 auraient suffi mais le pvc s'est cassé, ne supportant pas son propre poids. Enfin, nous avons mis des rivets dans chacun de ces trous.

La principale difficulté de cette septième séance a été la riveteuse et l'accès à la perceuse. En effet, nous étions 3 groupes à convoiter la perceuse, et certains l'utilisaient davantage pendant un long moment. Concernant la riveteuse, au début le surplus de métal restait coincé dans l'appareil et il nous fallait démonter l'appareil et le remonter, ce qui était particulièrement long et difficile. Le problème a été résolu avec de la pratique en changeant l'angle en appuyant avec la riveteuse, mais tout ceci nous a coûté beaucoup de temps.

A la 8ème séance, nous avons terminé le montage de la boîte. On a fini de placer les équerres, ce qui était difficile car la position était compliquée à maîtriser, et on a ensuite coupé les tubes par où allaient passer les fils. Pour ça, on s'est servi d'une scieuse et on a limé la zone qui allait amener le fil à la pince, en l'arrondissant, afin que les fils ne se coupent pas par usure lors des déplacements. On a ensuite fixé les tubes aux équerres. Pour ce faire, on a utilisé un pistolet à colle, et on a utilisé de la pâte à fixe

pour un tube qui refusait de se coller avec les différents types de colle.



On a ensuite percé l'échiquier afin de faire passer la ficelle : nous avons laissé tomber un marqueur dans les tubes, et on perçait sur la marque qui s'était faite. En perçant, il a fallu faire attention à ne pas toucher la vis qui fixait l'échiquier à l'équerre, car sinon le bois allait se briser.

On a essayé de faire passer la ficelle, mais le trou était trop fin et on n'avait pas d'aiguille, on a donc décidé de faire ça chez nous.

Et à la dernière séance, nous avons dû soutenir notre projet. Nous sommes passés en dernier et on a profité pour continuer de se préparer pour notre présentation orale. On a également essayé de faire marcher la carte arduino de nouveau, qui avait eu un problème, mais on rencontrait le même souci et ce même avec un montage et un code qui avait marché auparavant. Nous n'avons donc pas su comment réagir face à cela, on a pensé à utiliser la carte MEGA mais nous n'avons pas réussi.

## **I.5. Prise de recul après réalisation du projet**

### **I.5.1. Bilan des réussites et erreurs durant le développement**

Nous avons eu quelques belles réussites, à savoir la compréhension du projet que l'on voulait réaliser, une banque de connaissances quant aux librairies arduino à utiliser, comment chaque composante devra se comporter, la réalisation de la boîte et la compréhension du robot à câble. Pour le faire monter on aurait ramené les quatre fils, pour le descendre on aurait lâché un peu les quatre ficelles, et les déplacements sur les côtés il aurait fallu ramener la ficelle du côté voulu et ajusté la hauteur au fur et à mesure. En somme, la grosse réussite durant ce projet a été la recherche de connaissance. Cependant, notre plus grosse erreur a été l'organisation. Nous avons perdu une séance à réaliser des pièces inutiles, et nous n'avons pas pensé que gérer quatre moteur pas à pas en même temps serait d'une difficulté supérieure à celle d'en commander seulement un. Ainsi, on a fait en priorité le code du grappin et du moteur pas à pas, et on s'est focalisé sur la réalisation de la boîte. Lorsqu'on a voulu tout mettre ensemble, on a réalisé qu'il était extrêmement difficile de gérer les quatre moteurs pas à pas en même temps. On a donc passé toute une journée, à essayer de résoudre ce problème, et on ne sait comment, mais la carte arduino a cessé de fonctionner. Nous lancer trop tôt sur le montage de la boîte a donc été une erreur très importante, on aurait dû d'abord vérifier qu'on arrivait à déplacer la pince.

### **I.5.2. Comment nous procéderions si c'était à refaire**

Si c'était à refaire, nous procéderions tout autrement. On aurait passé moins de temps à rester indécis sur un projet, choisissant peut-être un projet moins bien mais au moins, nous l'aurions débuté bien plus tôt. Ensuite, on aurait d'abord réalisé l'échiquier et codé les quatre moteurs pas à pas ainsi que le grappin : une fois ceci réussi, on aurait commencé à réaliser la boîte et on aurait tout mis bien place. Ainsi, on aurait eu quelque chose de plus pertinent à montrer, et en cas de panne (comme ça nous est arrivé) on aurait pu réagir et obtenir de l'aide et des solutions. En effet, le caractère esthétique du projet n'est pas si important. De plus, on aurait moins cédé à la panique : devant la difficulté on a tendance à se réunir afin de la surmonter, cependant cela a un sérieux coût en temps et finalement on prend du retard. Il aurait fallu se heurter à cette difficulté et la surmonter seul, afin de gagner du temps. De plus, lorsque l'on travaillait chez nous, on s'organisait mal et on travaillait trop, amenant à de la fatigue ou éventuellement de la démotivation, le travail fourni était donc moins efficace.

## Conclusion

En résumé, nous avons réussi le montage la boîte comme nous l'avions prévu, en faisant quelques petites concessions afin de respecter les délais demandés. Cependant, dû à un manque d'organisation, nous avons dû faire face à des imprévus qui nous ont pénalisés lors de la présentation du projet. Dans l'ensemble, chaque composant marchait individuellement, on arrivait bien à contrôler la pince et les moteurs pas à pas, la difficulté que l'on a négligée a été que tout fonctionne ensemble. Il y a à la fois les soucis du nombre d'entrées sur la carte, mais également la difficulté de bien utiliser la librairie Accelsteper. Par rapport au cahier des charges, seul le fonctionnement de chaque composante ensemble reste à faire. Ce qui n'a pas marché a été l'organisation de notre projet, on aurait dû commencer par le codage afin de recevoir de l'aide, car c'est sur ce point là qu'on a eu des soucis.

Ce projet nous a apporté de multiples connaissances en nous faisant exploiter plusieurs matières pour arriver à nos fins notamment la programmation et la physique. Nous avons davantage été mis dans un contexte de travail d'équipe par rapport à nos études ce qui nous aidera par la suite dans notre emploi en entreprise.

# Bibliographie

Afin de réaliser notre projet, nous avons obtenu de l'aide grâce aux liens suivants :

<https://www.youtube.com/watch?v=4RIKQsfrcdA>

<https://www.youtube.com/watch?v=IJrYqB2U7nE>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=324296.0>

<https://github.com/adafruit/AccelStepper>

<http://users.polytech.unice.fr/~pmasson/Enseignement/Elements%20de%20robotique%20avec%20arduino%20-%20Moteurs%20-%20Projection%20-%20MASSON.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=JFXB7m-o75M>

Il y a en réalité beaucoup plus de liens que ça nous avons énormément recherché, mais ces liens ont été les plus pertinents et utiles. En effet, ils nous ont permis de mieux visualiser, de mieux comprendre et nous ont fourni les outils nécessaires à la réalisation de l'objectif souhaité.