

MODULE ART ET SCIENCES

ZOOM ALEATOIRE



Marie CUNIN - ESA
Théotim RAGUET - Polytech

SOMMAIRE

I - Présentation du projet	3
II - Objectifs de la semaine	5
III - Description des travaux réalisés	6
IV- Bilan	12
V- Evolution du projet artistique	13
VI - Conclusion	14
VII- Annexes	

I - Projet

Pour ce module avec Polytech, j'ai voulu pousser un peu plus loin une série de dessins que j'avais commencé l'année dernière. Cette série traite du corps, et plus particulièrement des planches d'anatomie. Que ce soit médicale ou artistique, les planches d'anatomie ont la particularité de montrer avec détail et finesse, chaque élément présent dans notre corps . Dans mes dessins, je cherche à prendre le contre-pied de cette représentation hyper détaillée, en dessinant seulement l'essentiel des muscles. Entre réalité et dé-réalité, entre dessin et vidéo, le corps se révèle par le blanc du papier et devient presque un paysage abstrait. Le projet final prend la forme de deux dessins suspendus, mesurant 1 x 3 mètres. Vu la grande taille de ces dessins, le corps devient visible seulement de loin. Lorsque l'on se tient au pied de la feuille, on peut seulement apercevoir le détail des traits et des muscles. L'idée serait donc de créer une seconde manière de regarder le dessin, non plus par l'œil, mais par le biais de la technologie.

Pour présenter le retable du Jugement Dernier de Roger van der Weyden, les Hospices de Beaune utilisent une loupe installée sur un rail. Se déplaçant aussi bien à l'horizontal qu'à la verticale, la loupe permet au public de voir certaines parties du retable plus en détail. Gilles Alonso utilise un peu le même dispositif technique dans la réalisation des photographies gigapixel.



Retable du Jugement Dernier, Roger van der Weyden, Hospice de Beaune



Dispositif technique pour les Gigapixel, mis en place par Gilles Alonso
<https://www.gigapixel-museum.com/>

II - Objectifs

Pour ce module avec Polytech, l'idée initiale est donc de reprendre le même procédé de rail que pour les Hospices de Beaune, mais avec une caméra à la place de la loupe. Ce système permettrait au spectateur de voir dans le détail ce qu'il a aussi bien à hauteur d'œil, qu'à trois mètres de haut, permettant ainsi une seconde lecture du travail. Les images visionnées par la caméra pourraient être retransmises en direct sur un écran à côté.

- *Quel matériau assez léger peut-être utilisé pour la fabrication du rail ?*
- *Comment concevoir un rail adaptable à différents appareils de capture vidéo (caméra; téléphone portable; appareil photo) ?*
- *Comment retranscrire l'image de la caméra en temps réel avec ou sans fil (bluetooth; wifi) ?*
- *Quelles sont les possibilités de motorisation du rail (joystick utilisable par le visiteur; mouvement aléatoire du dispositif) ?*

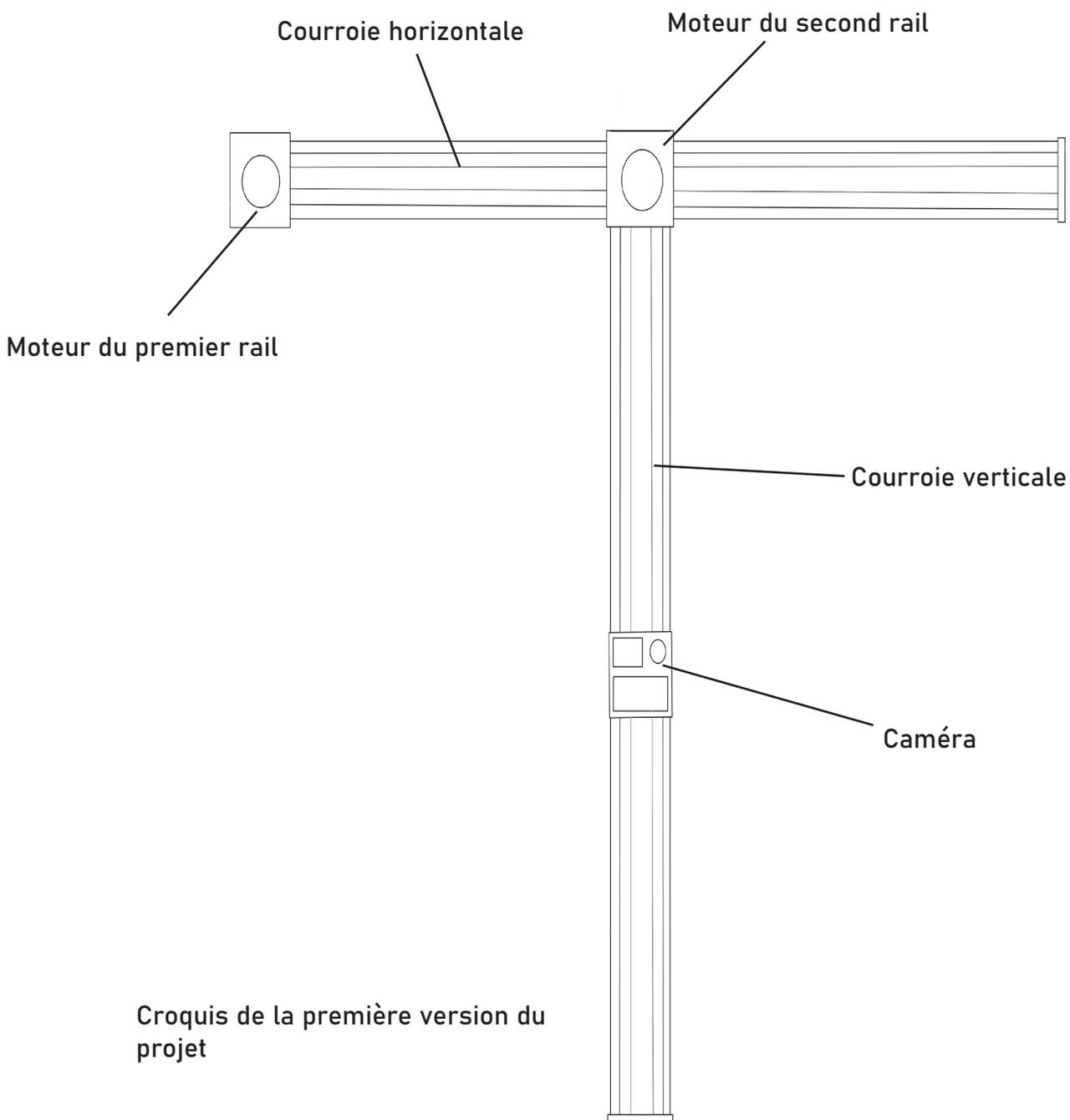
Pour cette semaine de workshop, nous nous sommes donc fixés plusieurs objectifs dans le but d'apporter des éléments techniques sur la réalisation du projet :

- Trouver un moyen de suspension pour la caméra
- Réalisation d'une maquette
- Programmation d'un algorithme permettant de parcourir l'ensemble de l'oeuvre dans un périmètre donnée.
- Optionnel : choix d'une caméra et de l'équipement embarqué (question de l'alimentation, de l'éclairage, etc.)

III - Travaux Réalisés

1) Première Version

Dans un premier temps, nous étions donc partis sur le système de deux rails motorisés reprenant le principe de certaines imprimantes 3D. Le premier rail aurait été fixé au plafond, et le second qui tient la caméra, fixé au premier. Ce système avait pour but de permettre à la caméra de se déplacer aussi bien à l'horizontal qu'à la vertical.



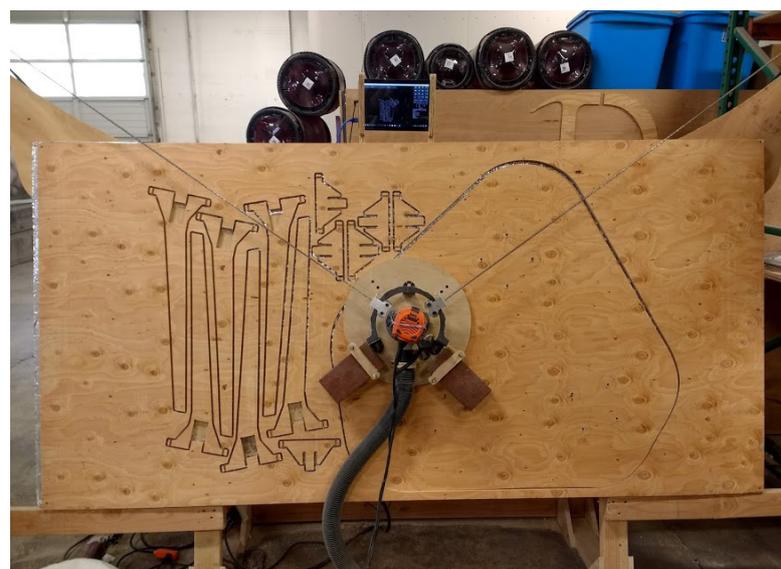
Malheureusement cette solution posait problème au vu de la grande taille du projet final. Au delà de la difficulté technique en ce qui concerne la réalisation du projet, la construction de deux rails motorisés de plusieurs mètres s'avérait être une solution encombrante et très onéreuse.

2) Seconde Version

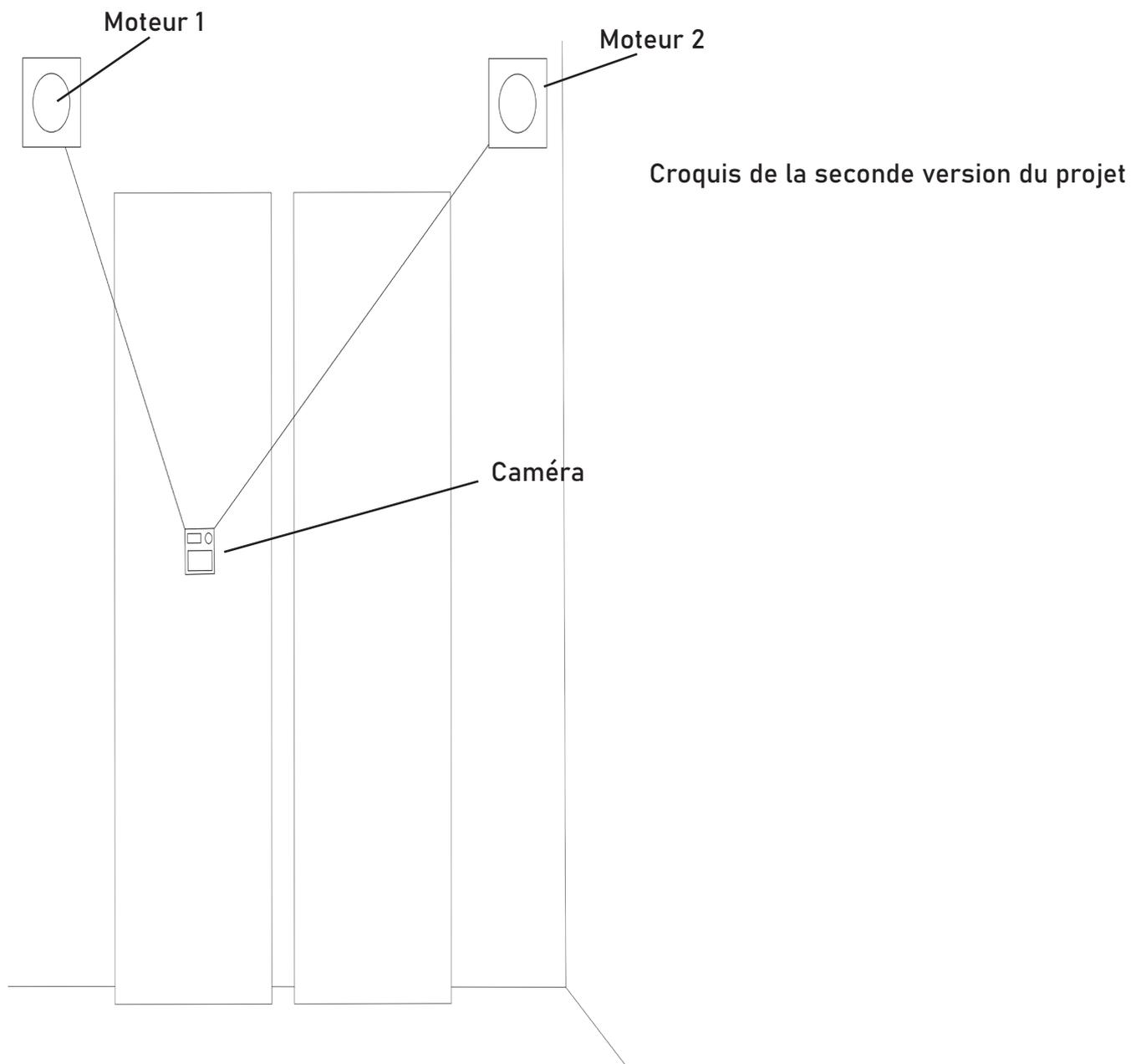
Nous avons donc du trouver une autre alternative pour déplacer la caméra dans l'espace. Après échange avec Stéphane, nous sommes partis sur un système de deux poulies motorisés relié toutes deux par un fil à la caméra. L'enroulement du fil de chaque côté, permettrait ainsi le déplacement de la caméra de manière fluide comme dans les exemples ci-dessous. La seule contrainte à prendre ici en compte dans ce projet, est que la caméra ne doit pas toucher le dessin. Il faut donc trouver un système de poids, et une certaine vitesse d'enroulement afin d'éviter que la caméra ne se balance d'avant en arrière.



Scribit, machine à dessiner murale

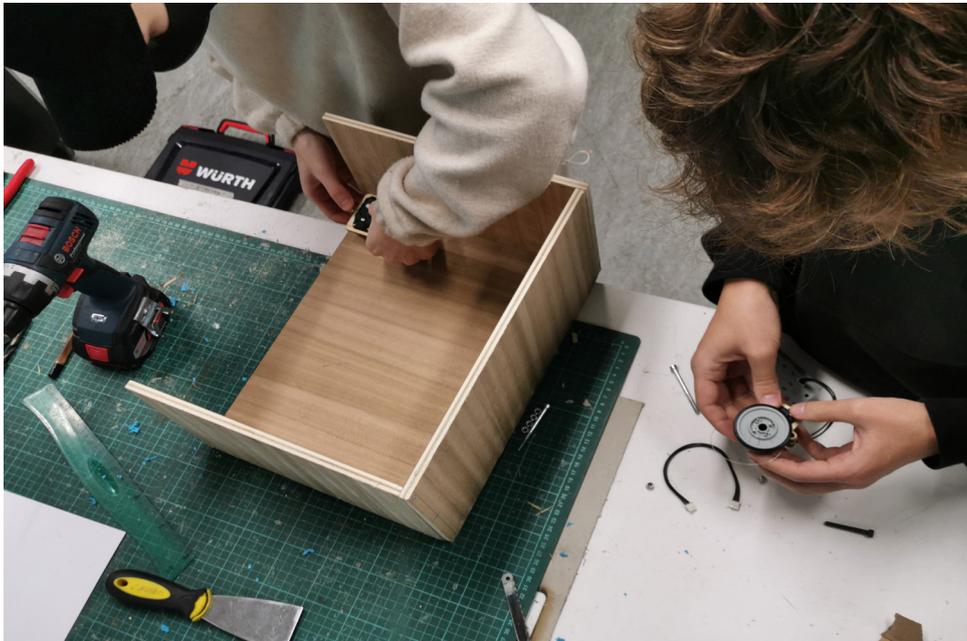


Maslow CNC, défonceuse à bois murale



a) Construction de la maquette

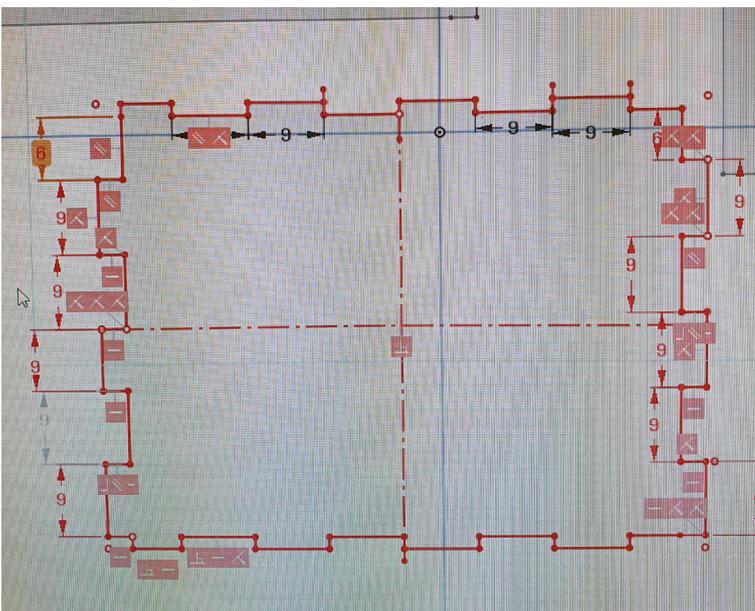
Dans un premier temps, il a fallu construire la boîte dans laquelle pourrait être installé le dispositif de déplacement de la caméra. Pour cela j'ai récupéré plusieurs chutes de bois de 10mm d'épaisseur que j'ai découpé, assemblé et bombé à la peinture blanche. La taille de la boîte est à une échelle 1/10 de l'espace où mes dessins seront suspendus dans la galerie commune. Vu que durant l'exposition mes dessins seront accrochés au plafond, le système de poulie motorisé le sera sans doute aussi, d'où une planche comme plafond dans ma maquette.



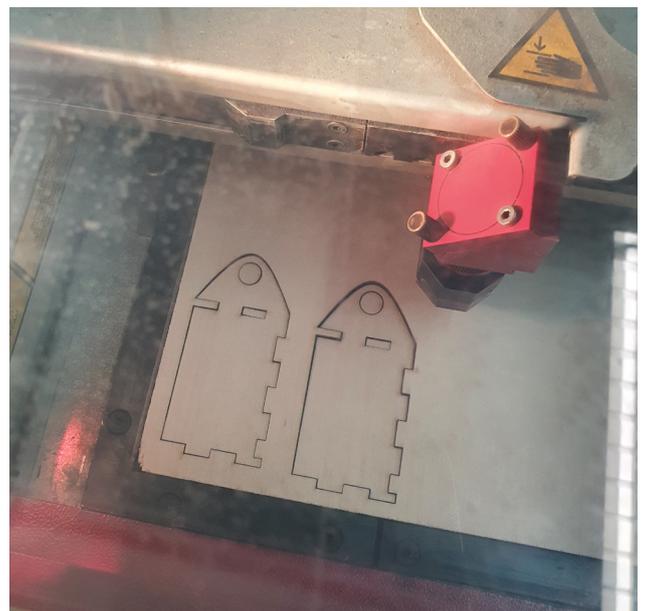
Assemblage de la boîte

b) Découpe Laser

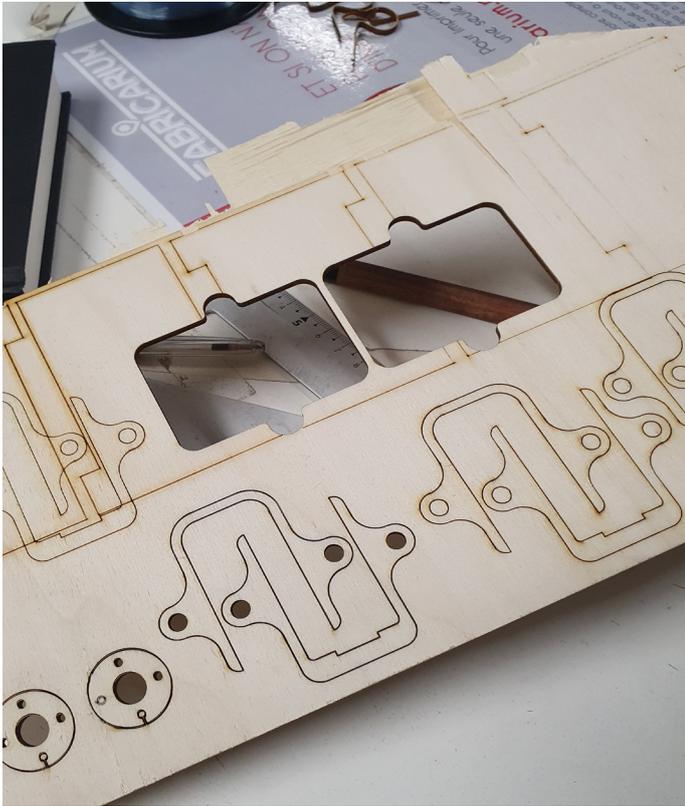
Dans un second temps, nous avons utilisé la découpeuse laser, pour la fabrication de différentes petites pièces : des éléments pour accrocher les moteurs au mur, sans gêner l'enroulement des fils; une nacelle pour la caméra, avec un trou de chaque côté pour la relier aux poulies. Tout d'abord il a fallu mesurer et faire les plans des pièces que nous avons besoin. Ensuite Théotim s'est chargé de faire les dessins de chaque élément sur Onshape avant de les exporter en fichiers vectoriels.



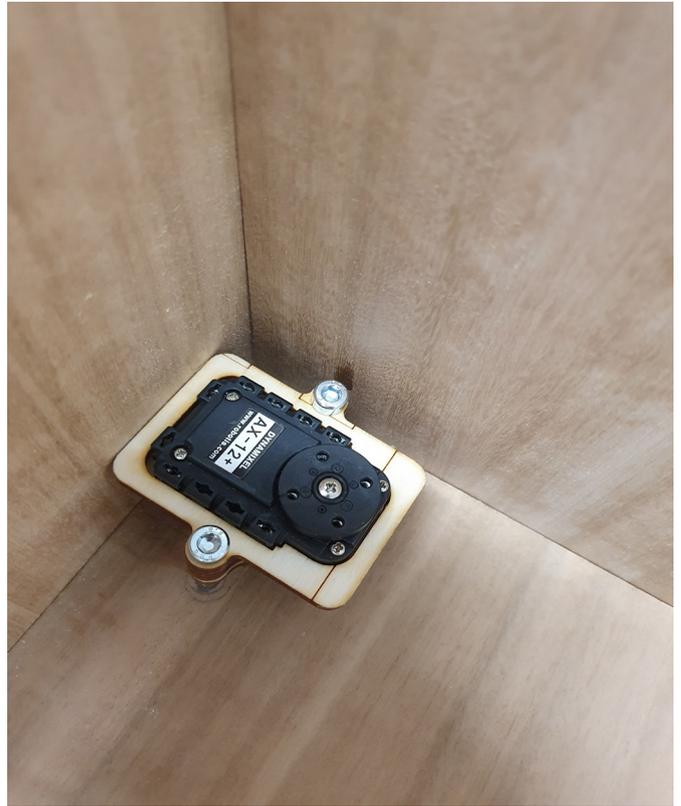
Plan de la nacelle



Découpe laser de la nacelle



Eléments d'attaches des moteurs



Moteur assemblé et fixé à la maquette



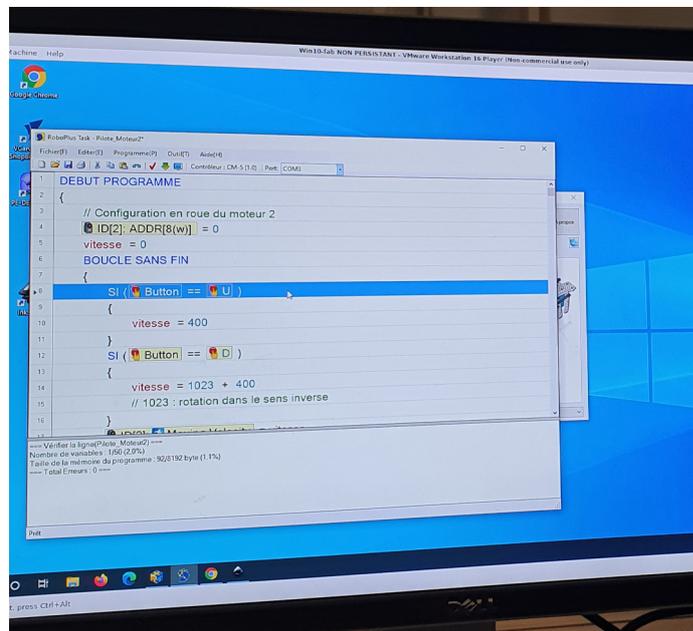
Assemblage des pièces découpés

c) Programmation des déplacements de la caméra

Pour cette maquette, nous avons utilisé deux moteurs dynamixel, que Théotim a programmé avec le logiciel RoboPlus. De base, je voulais que la caméra bouge de manière aléatoire dans un périmètre donné, malheureusement le logiciel ne permettait pas l'exécution de cette fonction. Il a donc fallu trouver plusieurs alternatives pour que la caméra parcoure l'espace défini. Le plus difficile dans ce système de déplacement à deux poulies motorisés, et de veiller à ce que la caméra reste bien droite lors de l'enroulement des fils, mais aussi à ce que les fils ne soient pas trop tendus ou détendus. Ici pour cette maquette, nous avons déjà essayé de nous familiariser avec le logiciel. Théotim a programmé pour les moteurs un mode de déplacement «aléatoire», mais aussi plusieurs boutons permettant de contrôler l'arrêt ou l'enroulement des fils.



Branchement des moteurs au boîtier de commande



Programmation sur RoboPlus

IV - Bilan

Suite à cette semaine, une grande part des objectifs ont été remplis (réalisation d'une maquette, programmation des moteurs etc.) cependant il reste encore quelques détails techniques à régler pour le projet final.

a) Problèmes non résolus

- stabilité de la caméra
- synchronisation des deux moteurs pour éviter la tension et la cassure des fils
- déplacement aléatoire de la caméra

b) Tâches à faire d'ici l'accrochage

- achat du matériel pour le dispositif
- réalisation du dispositif à taille réelle
- programmation arduino pour les moteurs
- trouver une solution pour l'autonomie de batterie de la caméra
- trouver un dispositif lumineux
- ajuster le poids pour éviter le balancement de la caméra.

V - Projet Artistique

Au fil de cette semaine mon projet a beaucoup évolué. De nombreuses contraintes ont été mises en avant, notamment le problème des matériaux et de la construction du rail vu la dimension du projet final. Ne pouvant pas réduire la taille de mes dessins, j'ai du trouver une alternative au système de rail qui était prévu de base. Au final le système de poulies motorisées s'avèrent être une solution bien moins encombrante. Les échanges avec mon binôme m'ont permis d'y voir plus clair dans l'évolution de ce projet et les aboutissements possibles. Au final j'ai beaucoup apprécié la dimension sonore de la pièce rajouté par les moteurs: à voir pour la suite si c'est à garder ou non.

Il peut y avoir une autre alternative si le dispositif à taille réel ne fonctionne pas pour diverses raisons. Avant de faire des dessins de trois mètres de haut, j'ai réalisé plusieurs dessins de 20x20 cm avec le même traitement graphique. L'idée pourrait être donc de reprendre le système de rails motorisés mais à plus petite échelle. Pourquoi pas reprendre le même système qu'une imprimante 3D, ou qu'une machine à dessiner et revoir la programmation? Vu l'échelle, la caméra ne serait donc plus une autre manière de regarder le dessin, mais la seule façon d'apercevoir le corps dessiné. Le dispositif numérique deviendrait imposant vis à vis du dessin, et le spectateur serait contraint de regardé le chemin suivi par la caméra si il veut apercevoir quelque chose. Cette série traitant des planches d'anatomie, ici la caméra deviendrait presque un microscope.

VI - Conclusion

Marie : Malgré la densité du travail sur ces quelques jours, ce workshop a été très enrichissant. Je me suis très bien entendu avec mon binôme et il a été d'une aide précieuse dans l'avancée du projet. Il reste encore beaucoup à faire, mais malgré plusieurs contraintes et changements, le projet prend forme. Cette semaine m'a permis d'apporter des réponses à certaines questions techniques, en par conséquent de faire évoluer mon projet artistique.

Théotim : Pendant une semaine, nous avons eu l'occasion d'explorer une filière de l'ingénierie encore peu répandue mais en pleine expansion. Nous avons pu constater en parcourant les différents projets que l'art fait de plus en plus appel à l'ingénierie que ce soit dans le domaine du numérique, des matériaux ou encore dans le cas présent dans la mécanique. Les apports techniques de l'élève ingénieur ont permis à l'élève artiste d'avoir un autre regard sur son projet notamment en termes de faisabilité. De même, nous avons constaté que nos compétences peuvent servir l'art aussi bien que l'art peut nous servir puisque c'est de l'imagination des artistes que sont nées les idées qui ont été développées lors de ce module. En mettant bout à bout les compétences d'une équipe aux profils complémentaires et ainsi en exploitant les connaissances de chacun, nous avons pu en 2 jours concevoir une maquette du système qui n'avait rien à voir avec l'idée initialement prévue. Ce module fut riche d'un point de vue technique, créatif, culturel et social et nous a montré qu'en tant qu'élève ingénieur, la polyvalence et la curiosité pourraient jouer un rôle essentiel dans notre avenir.

Module Art et Science : Rapport Scientifique
Systeme de poulie pour caméra mobile

Introduction

Dans le cadre du module Art et Science en partenariat avec l'ESA de Tourcoing, nous avons été amenés à travailler en collaboration avec un artiste sur son projet. Notre aide a été sollicitée pour lever les verrous sur les aspects du projet nécessitant des compétences techniques en lien avec l'ingénierie. Cette expérience hors du commun mettra à profit les connaissances de chacun avec pour objectif commun. Dans ce compte-rendu, vous trouverez les différents résultats obtenus à la fin de notre semaine de travail en binôme et les différents éléments scientifiques et techniques apportés au projet de l'artiste.

Contexte et objectifs

Le projet de Marie consiste en une grande toile suspendue de plusieurs mètres de haut. Cette toile sera exposée dans un grand hall avec une certaine hauteur sous plafond (environ 4m). Le spectateur sera donc sujet à une grande difficulté pour observer la toile notamment en détail. Il s'agit dès lors de trouver un moyen pour celui-ci de voir la toile dans ses détails sans pour autant se déplacer.

L'idée initiale pour répondre à cette problématique était un système de caméra monté sur deux rails (comme on peut trouver sur des systèmes de travelling au cinéma par exemple). La caméra doit être capable de retransmettre les images au spectateur en direct (via bluetooth, Wifi, etc) et . Un rail permettant de se déplacer sur le plan vertical vis à vis de la toile l'autre rail sur le plan horizontal. Il faut savoir que l'artiste ne souhaitait pas un déplacement avant-arrière par rapport à la toile.

Néanmoins l'ensemble du système se doit d'être facilement transportable et doit être léger car il sera, tout comme la toile, accroché au plafond.

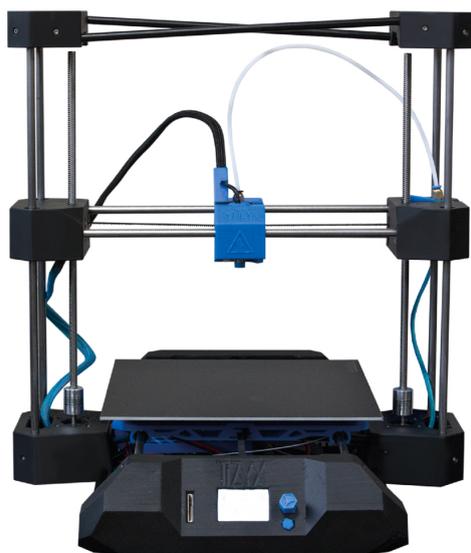
Nous avons en début de semaine fixé les objectifs suivants:

- trouver un système de suspension pour la caméra et en réaliser une maquette
- programmer ce système de sorte à ce qu'il soit commandable et automatique (en boucle ouverte)
- trouver une caméra adaptée à nos besoins

Le système de déplacement de la caméra

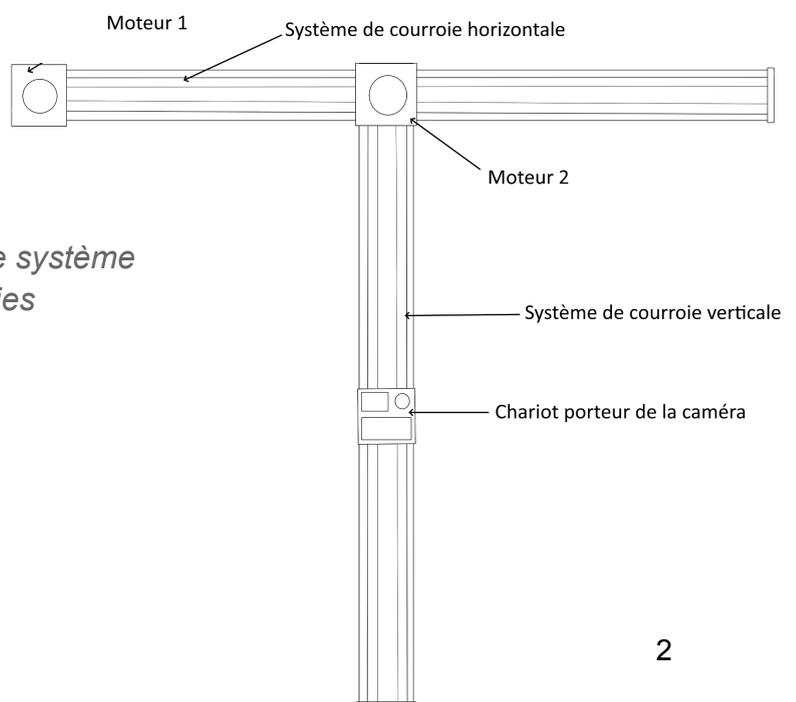
Le système de travelling paraissait être la plus évidente au premier abord. La caméra fixée sur un rail vertical pouvait ainsi parcourir en hauteur la toile. Ce déplacement sur le rail pouvait être soit automatisé à l'aide d'un chariot motorisé parcourant le rail soit par un système de poulie permettant de monter et descendre la caméra le long du rail. Concernant le déplacement horizontal, il aurait été assuré par un second système de rail, lui-même accroché au plafond et sur lequel pouvait glisser le premier.

En partant de l'hypothèse d'un système de chariot se déplaçant sur 2 rails, une des premières solutions envisagées fut de construire un système à 2 courroies inspiré de certains design d'imprimante 3D comme le modèle K35 de TiZyX. Le rail permettrait ici de maintenir la caméra dans la direction souhaitée en atténuant les phénomènes de balancements.



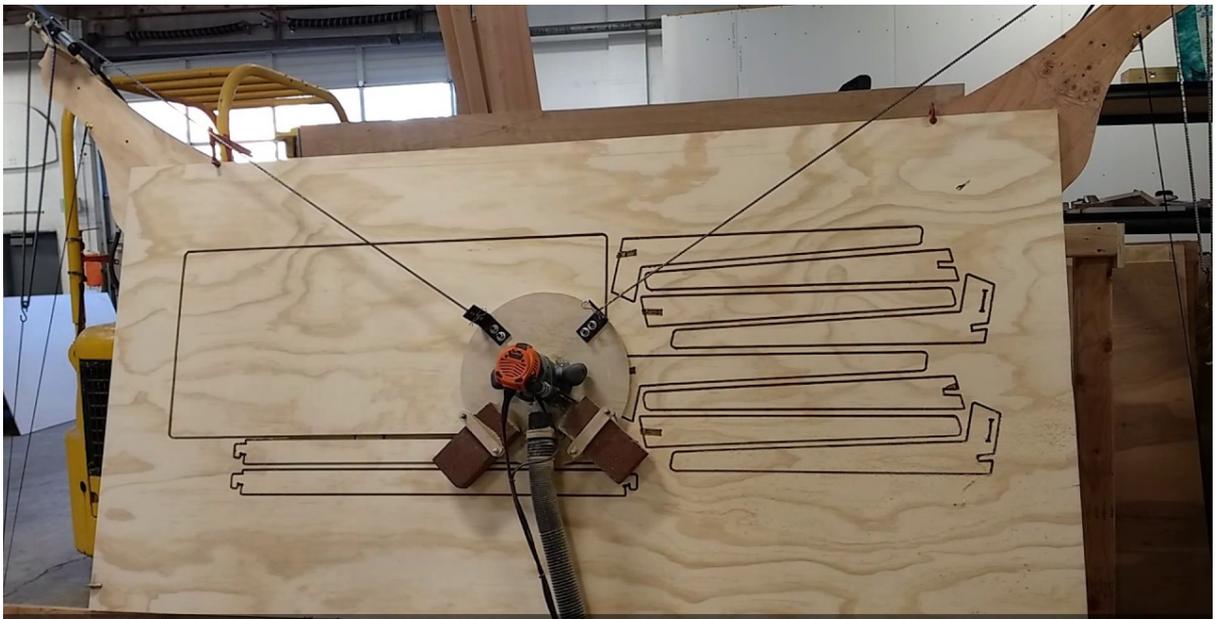
Modèle TiZyX k35 avec système de courroie horizontale

Ébauche de notre système de rail à 2 courroies



Cependant nous avons rapidement remarqué que la solution était loin d'être la plus simple et la plus évidente. En effet, un système de rail nécessitait un bon nombre de composants impliquant un certain coût pour sa conception. L'aspect automatique aurait été plus simple à superviser mais son côté bruyant et peu esthétique ainsi que son poids n'en fait pas une solution idéale. De fait il prend beaucoup d'espace et est très encombrant il fallait donc trouver une autre solution. Nous voulions un système bien moins coûteux et plus flexible.

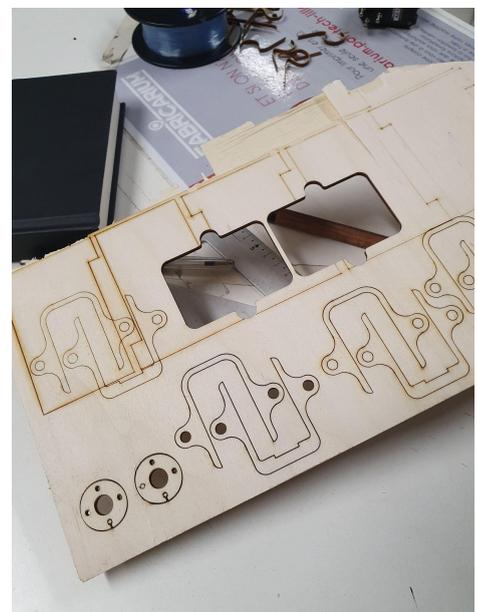
En cherchant des solutions, on nous a suggéré de reprendre un système très simple à base de 2 poulies uniquement. Il est inspiré du Maslow CNC, défonceuse à bois qui opère automatiquement sur des planches grâce à une technique alliant poulies et contrepoids. Cet outil d'un permet de réaliser des travaux de précision or sur surface plane. Nous sommes partie dès lors dans l'idée de reproduire ce système dans le contexte du projet de l'artiste.



Le Maslow CNC en pleine découpe de bois

Pour réaliser la maquette nous avons besoin de concevoir ce système de poulies à petite échelle. Nous avons emprunté de vieux moteurs de robot ayant la particularité d'être contrôlables et programmables (nous reviendrons sur le code dans la deuxième partie de ce rapport). Puis nous avons imprimé à l'aide de la découpeuse laser une structure permettant de maintenir et accrocher les moteurs.

Découpe des pièces de maintien du moteur





Assemblage des pièces autour du moteur

Comme vous pouvez le constater ces pièces possèdent 2 trous permettant de joindre 2 vis CHC pour fixer le moteur sur le plafond de notre structure en bois représentant la galerie d'exposition.

Nous avons par la suite pris du fil de ligne de pêche que l'on a enroulé autour de nos poulies puis attaché à la "nacelle". Cette dernière également imprimée avec la découpeuse laser sert à recueillir la caméra.

Le code et calculs

Un des objectifs principaux en dehors de la maquette était de programmer les poulies de sorte à ce qu'elles puissent faire parcourir la toile automatiquement à la caméra. Nous y avons ajouté une fonction permettant à l'utilisateur de stopper la caméra pendant 5 secondes à tout moment avant qu'elle reprenne son cours via un bouton de la télécommande. En plus du mode automatique, nous avons décidé d'ajouter un mode manuel, ainsi depuis la télécommande, l'utilisateur peut également contrôler chaque poulie manuellement et reprendre le cours du mode automatique via le bouton Start.

Le mode automatique déroule et enroule les deux poulies de manière désynchronisée et à des vitesses différentes de sorte à créer une illusion de mouvement aléatoire (le logiciel RoboPlus sur lequel sont programmés les moteurs ne permettait pas de générer des valeurs aléatoires). Cependant le mode automatique nécessitait en amont un certain nombre de mesure car dans certains cas les deux poulies pouvaient forcer sur la corde (voir schéma ci-dessous)

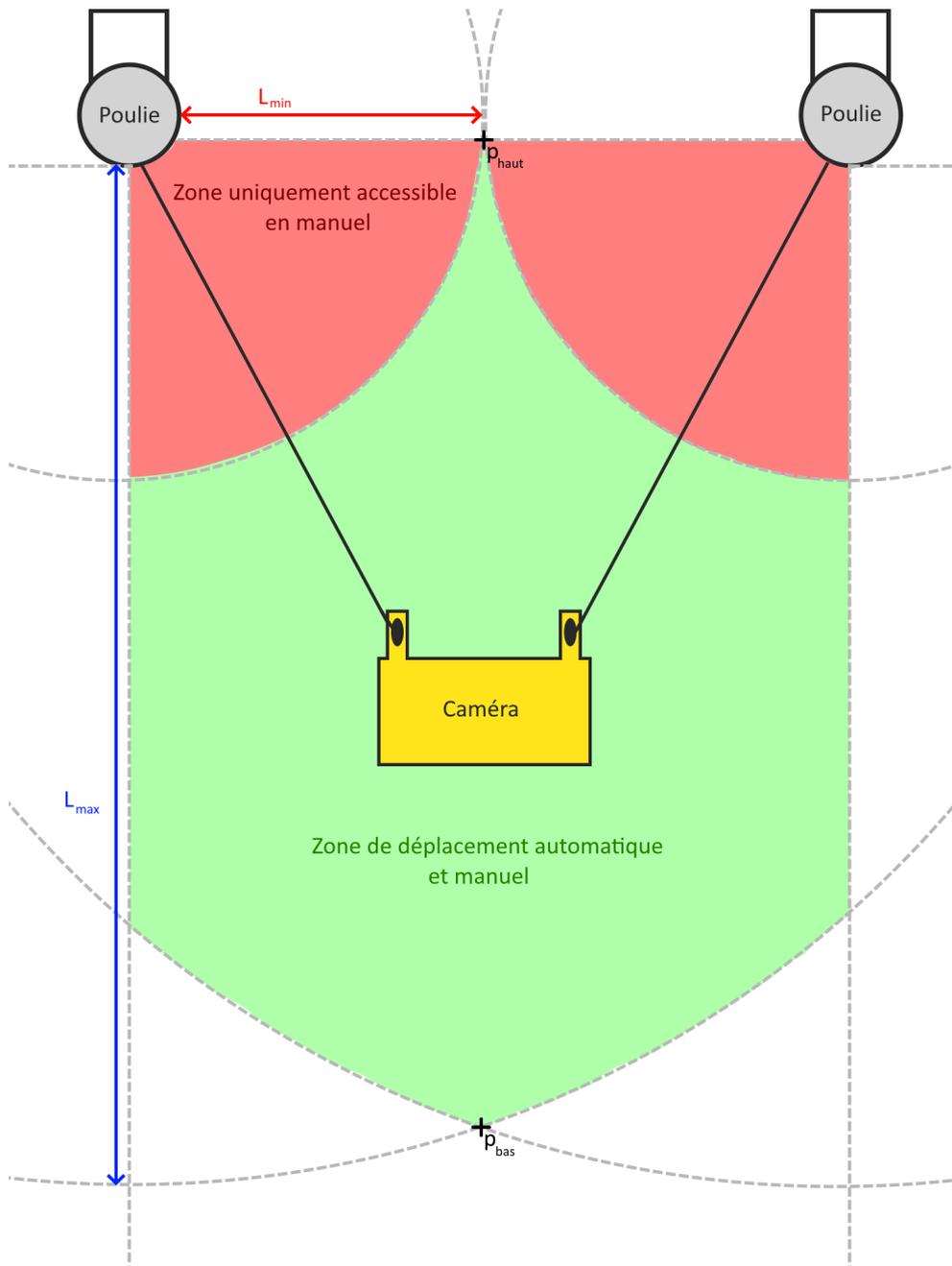


Schéma représentant l'espace couvert par les modes automatique et manuel

L_{min} représente la longueur minimale de fil atteinte lors de l'enroulement de la poulie

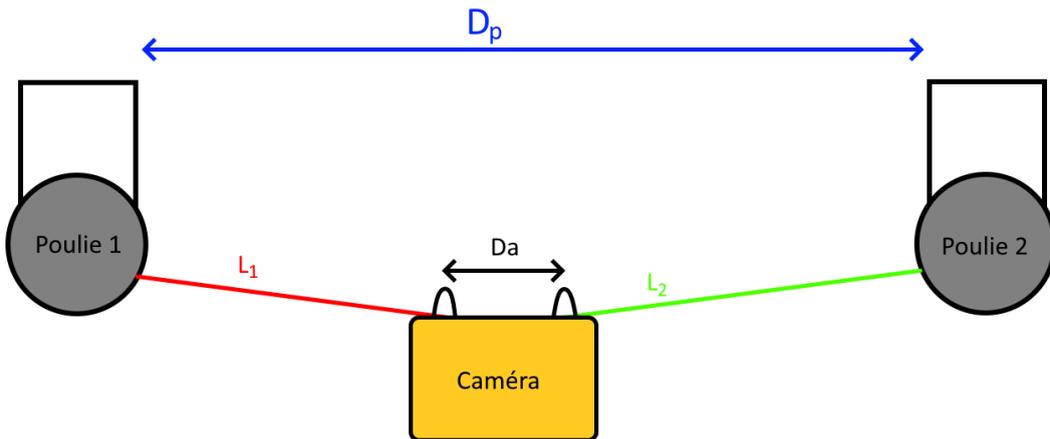
L_{max} représente la longueur maximale de fil atteinte lors du déroulement de la poulie

p_{haut} et p_{bas} sont respectivement les points accessibles les plus en haut et en bas pour la caméra

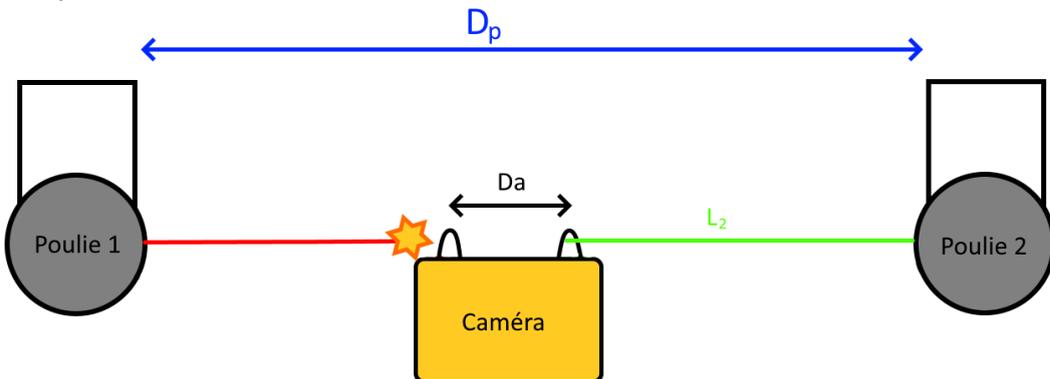
Dans ce schéma L_{max} correspond à la longueur totale de la corde (qui est de 35cm pour les 2 poulies) et de ce fait, lorsque les 2 poulies sont à une longueur de corde déroulée L de L_{max} , la caméra est au niveau de p_{bas} . Lors du lancement du mode automatique, il est préférable que les 2 poulies soient complètement déroulées. En effet, si les 2 poulies venaient à trop s'enrouler de sorte à ce que la longueur de corde L déroulée soient inférieure à L_{min} , la nacelle romprait sous la tension des deux cordes. C'est pourquoi l'enroulement est programmé pour les 2 poulies de sorte à faire varier L entre L_{max} et L_{min} avec pour valeur de L commune au départ L_{max} .

La zone en rouge est donc uniquement accessible en mode manuel du moment que la somme de L_1 , L_2 (les longueurs de corde de chaque côté) et D_a (la distance entre les points d'accrochage de la nacelle) est supérieure à la distance D_p entre les poulies.

$$D_p < L_1 + L_2 + D_a$$



$$D_p > L_1 + L_2 + D_a \text{ (Poulie 1 et 2 en phase d'enroulement)}$$



Ici lorsque D_p est supérieur aux autres longueurs, la corde sous trop de tension lâche

Voici ci dessous les détails du code des poulies fait sur RoboPlus:

```

1  DEBUT PROGRAMME
2  {
3    // Configuration en roue du moteur 2
4    ID[2]: ADDR[8(w)] = 0
5
6    BOUCLE SANS FIN
7    {
8      vitesse = 300
9      APPEL Timer1
10     vitesse = 1023 + 300
11     APPEL Timer1
12     // 1023 : rotation dans le sens inverse
13   }
14 }

```

La vitesse est fixée à 300 ce qui correspond à 1023/300 tr/s.
Ici la poulie tourne dans le sens inverse.

```

15 FONCTION Timer1
16 {
17     ID[2]: Moving Velocity = vitesse
18     Timer = 12,800Sec
19     BOUCLE TANT QUE ( Timer > 0,000Sec )
20     {
21         SI ( Button == L )
22         {
23             x = Timer
24             Timer = 5,120Sec
25             ID[2]: Moving Velocity = 0
26             TANT QUE ( Timer > 0,000Sec )
27             Timer = x

```

Timer1 crée un délai de 12,8 secondes entre chaque changement de vitesse.

Si pendant cet intervalle l'utilisateur appuie sur le bouton L, la poulie se stoppe pendant 5.1 secondes et revient en mode automatique.

```

28     ID[2]: Moving Velocity = vitesse
29     }
30     SI ( Button == U )
31     {
32         x = Timer
33         BOUCLE TANT QUE ( Button != S )
34         {
35             APPEL Manuel
36         }
37         Timer = x
38         ID[2]: Moving Velocity = vitesse
39     }
40     SI ( Button == D )
41     {
42         x = Timer
43         BOUCLE TANT QUE ( Button != S )
44         {
45             APPEL Manuel
46         }
47         Timer = x
48         ID[2]: Moving Velocity = vitesse
49     }
50 }
51 }

```

Si pendant cet intervalle l'utilisateur appuie sur le bouton U ou D, la poulie passe en mode manuel et revient en mode automatique dès que l'utilisateur appuie sur le bouton Start.

```

53 FONCTION Manuel
54 {
55     vitesseman = 0
56     SI ( Button == U )
57     {
58         vitesseman = 400
59     }
60     SI ( Button == D )
61     {
62         vitesseman = 1023 + 400
63         // 1023 : rotation dans le sens inverse
64     }
65     ID[2]: Moving Velocity = vitesseman
66 }

```

La fonction Manuel permet de monter et descendre la poulie via les boutons U et D respectivement.

L'autre poulie est quant à elle configurée à une vitesse de 400 pour un Timer à 9.6s.

Le choix de la caméra

Question technique déterminante dans la finalisation de notre projet, nous devons trouver une caméra capable de relayer les images en direct de préférence sans fil. Pour cela il existe des modèles de caméra embarquées type GoPro capable de "streamer" les images de la toile en passant par le Wifi ou le bluetooth. La caméra qui nous avons utilisé pour notre maquette, la Gopro Hero 8 est capable de filmer en direct l'image avec une qualité plus que correcte et permet de retransmettre l'image sur téléphone ou tout autre appareil numérique capable de se connecter en wifi. Le poids et la taille de ces caméras permettent de les déplacer aisément au sein de la nacelle, le seul bémol étant l'autonomie de 3 heures pouvant poser souci lors d'utilisation prolongée.

Le futur du projet

Ayant réalisé un maquette à échelle 1/10 il s'agira par la suite d'appliquer ce procédé à un système avec de plus longues cordes. Dans ce cas-ci, les poulies devront être plus puissantes et précises (peut-être en incluant le système de contrepoids similaire au Maslow CNC). Le code du parcours en aléatoire reste également améliorable.