

# Rapport final

## *Panneau d'impact*

par

*Équipe équipée*

Alexandre Aubrey (7276020)

Andreas Beaulieu (300059732)

Habib Cissé (300040740)

Michel Stephan (300089345)

*Travail présenté à*

*Professeur E. Bouendeu*

Pour le cours

GNG1503 – Génie de la conception

Université d'Ottawa

Le 9 décembre 2018

## Introduction

Dans le cadre de notre projet du cours GNG 1503, nous avons eu à concevoir un dispositif (panneau d'impact) pour les centres de recherche de la police qui leur permet d'étudier la forme des taches de sang qui impactent sur les scènes de crime. Nous sommes passés par le processus de conception dénommé "design thinking" comprenant 5 étapes à savoir: empathiser avec le client, définir le problème, générer les idées et concept préliminaire, faire des prototypes et les tester. Nous détaillerons toutes ces étapes pour arriver à notre solution finale dans les lignes suivantes.

Lors de la première rencontre avec le client nous l'avons écouté discuter de sa situation et de ses besoins. Nous lui avons posé des questions afin de mieux comprendre son problème et sa solution désirée.

M. Ugo Garneau cherche à obtenir une plaque d'impact avec angle variable qui peut servir de cible durant ses tests de chute de gouttes de sang. De notre conversation, nous avons interprété ses besoins et attribué une importance à ceux-ci.

### Besoins triés

- ❖ Salubre: Importance 5
- ❖ Ajustement précis et juste: importance 5
- ❖ Facile à utiliser: Importance 4
- ❖ Surface interchangeable: Importance 4
- ❖ Grandeur utile: Importance 3
- ❖ Abordable: Importance 3

Nous avons ensuite associé aux besoins identifiés des critères quantifiables pour la création du produit. Les besoins identifiés sont la salubrité, l'habileté d'avoir des ajustements précis, des surfaces interchangeables, une grandeur utile et un prix abordable.

### Assignment des critères:

Vous trouverez dans le tableau 1, ci-dessous, un résumé des critères assignés à chaque besoin.

### Salubrité:

La salubrité implique que le produit soit facile à nettoyer. Nous avons décidé qu'un temps requis raisonnable pour nettoyer l'appareil soit de 5 minutes ou moins. Étant donné que les

produits nettoyants sont de l'eau et du savon, il faut aussi que le dispositif soit étanche dans le but de protéger nos composants électroniques. Ces deux critères sont cruciaux et ont le poids maximal de 5/5.

### **Ajustement précis:**

Le client a spécifié que l'angle d'opération varie entre 0 et 90 degrés. Ceci porte une importance de 5/5. Il a mentionné qu'une incrémentation à une précision de 5 ou 10 degrés est raisonnable. Nous avons choisi de viser pour une incrémentation de 5 degrés, qui porte une importance de 5/5.

### **Facile à utiliser:**

Pour une bonne expérience d'utilisation, il faut que le dispositif soit facile à utiliser. Le dispositif doit donc être ajustable à la main (5/5), l'addition de contrôle électronique peut être ajouté, mais seulement avec une importance de 3/5. Il faut que le dispositif soit assez portatif pour être déplacé d'un laboratoire à l'autre et sur les établissements d'enseignement. Nous avons décidé de nous limiter à un volume de 0.3m<sup>3</sup> lorsque rangé, et un poids maximal de 10 lbs. Ceci a une importance de 5/5. Il faut que le dispositif soit facile à assembler, nous avons décidé qu'un temps d'assemblage de 5 minutes ou moins est raisonnable (ce critère a une importance de 5/5). Le client a demandé d'avoir un lecteur d'angle numérique pour faciliter les prises de mesure, donc ceci a une importance de 5/5. Pour améliorer l'aspect de portabilité, il serait utile d'incorporer une batterie qui aura comme but d'alimenter les moteurs (si l'option de contrôle électronique est implémentée), ceci porte seulement un poids de 2/5, car il y aura toujours un mécanisme manuel pour ajuster l'angle à la main. Le client a également mentionné qu'il serait attirant d'avoir un dispositif qui pourrait être imprimé par une imprimante 3D, ceci porte seulement un poids de 2/5, car il ne semblait pas être entêté à l'idée. De plus, un design qui va dans cette direction nous empêcherait d'implémenter certains critères. Finalement, si le dispositif peut être contrôlé via Bluetooth par une application sur un téléphone, ce serait attirant mais pas une priorité et ce critère porte un poids de 1/5.

### **Surface interchangeable:**

Étant donné l'utilité du produit, il est important pour le client de pouvoir utiliser le dispositif pour simuler des impacts sur différentes surfaces. Ceci porte une importance de 5/5. Certaines surfaces mentionnées incluent papier, carton, *drywall*, tissus etc. (liste plus complète dans le tableau 1).

### **Grandeur utile:**

Le client a mentionné qu'une grandeur utile serait approximativement la grandeur d'une page de papier format légal (8.5''x14''). Une grandeur utile est très importante, 5/5.

**Abordable:**

Le prix est important. Suite à la discussion avec le client, nous avons décidé qu'un prix inférieur ou égal à 100\$ serait approprié.

**Tableau 1: assignation et triage des critères aux besoins**

Besoins	Critères	Importance (5 Étant le plus élevé)
<b>Salubre</b>	Facile à nettoyer (<5 minutes)	5
	Utilisation d'eau chaude avec une éponge pour le nettoyage (impermeabilité)	5
<b>Ajustement précis</b>	Angle d'opération variant entre 0 et 90 degrés	5
	Angle incrémenté à tous les 5 degrés	5
<b>Facile à utiliser</b>	Capacité d'ajustement d'angle manuellement	5
	Capacité d'ajustement d'angle par moteur électrique	3
	Dispositif portable (<0.3 m <sup>3</sup> , <10 lbs)	5
	Facile à assembler (<5 minutes)	5
	Rapporteur d'angle numérique	5
	Fonctionne à l'aide d'une batterie	2
	Imprimable sur une imprimante 3D	2
	Contrôlé par l'entremise d'une application Android	1
<b>Surface interchangeable</b>	Surfaces différentes: papier, morceau de carton, bois mince, divers tissus et fabriques (linge, coton, fibres naturelles, fibres synthétiques), surfaces retrouvées dans les maisons (bois franc, tuile, <i>drywall</i> )	5
<b>Grandeur utile</b>	Grandeur approchant celle d'une feuille légale 8" x 14"	5
<b>Abordable</b>	Coût de production inférieur à 100\$	2

Ci-dessous, dans le tableau 2, nous avons catégorisé les critères par le type d'exigence qu'ils représentent (ayant aussi inclu l'importance de chacun, tiré du tableau 1).

**Tableau 2: Assignation du type de critère**

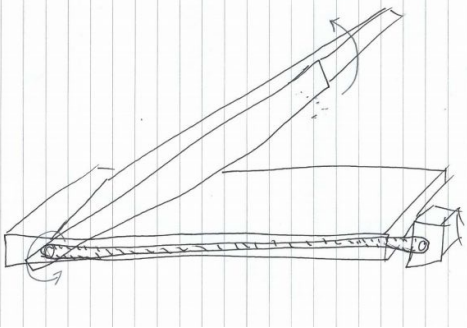
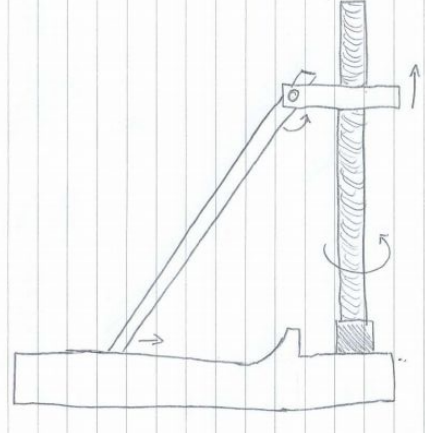
Type d'exigence	Critère	Importance
Exigence Fonctionnelle		
	Ajustement d'angle manuellement	5
	Aille des surfaces interchangeable: papier; morceau carton; bois mince; tissu (linge et choses qu'on trouve dans la maison; bois franc; tuile; <i>drywall</i> ); peut-être matériel mur( <i>drywall</i> avec mud et peinture)	5

	Angle d'opération variant entre 0 et 90 degrés	5
	Angle incrémenté à tous les 5 degrés	5
	Ajustement d'angle par moteur électrique	3
	Fonctionne sur une batterie	2
	Application Android	1
Contrainte		
	Dimensions: page de papier légale ~8"x14"	5
	Portatif (<0.3 m³, <10 lbs))	5
	Facile à nettoyer (<5 minutes)	5
	facile à assembler (peut être mit en morceau peut-être) (mais facile à assembler)	5
	Rapporteur d'angle numérique	5
	Imprimable sur un imprimante 3D	2
	Prix au choix de l'artiste (pas très important pour lui payer ce que vous aviez besoin de payer)	2
Exigence non fonctionnelle		
	Eau chaude éponge pour nettoyer (imperméabilité)	5

À l'aide de ces critères de conception nous pourrions évaluer plusieurs approches de création et quantifier leur applicabilité au problème posé par le client. Ceci nous sera grandement utile lors de l'étape de la création de dessins techniques et de prototypes puisqu'en connaissant ces informations et en les ayant organisées de façon à ne pas en oublier, nous pourrions développer un produit qui satisfera aux besoins du client. De plus, si toutefois, il faut éliminer certains besoins en raison d'un manque budgétaire, ou pour d'autres raisons quelconques, ceci pourra être fait en fonction de l'importance attribuée à ceux-ci afin de ne pas décevoir le client.

Suite à l'identification des besoins et critères de conception, nous avons généré des concepts préliminaires pour répondre à notre problème. Il convient ici de rappeler ces critères qui sont: la salubrité, l'ajustement précis, la facilité d'utilisation, l'interchangeabilité de la surface, la grandeur de la plaque et le coût total. Sur la base de ces critères, une analyse détaillée des avantages et inconvénients de chacun des concepts nous permettra de faire des choix pour arriver au concept final.

**Choix de système:**

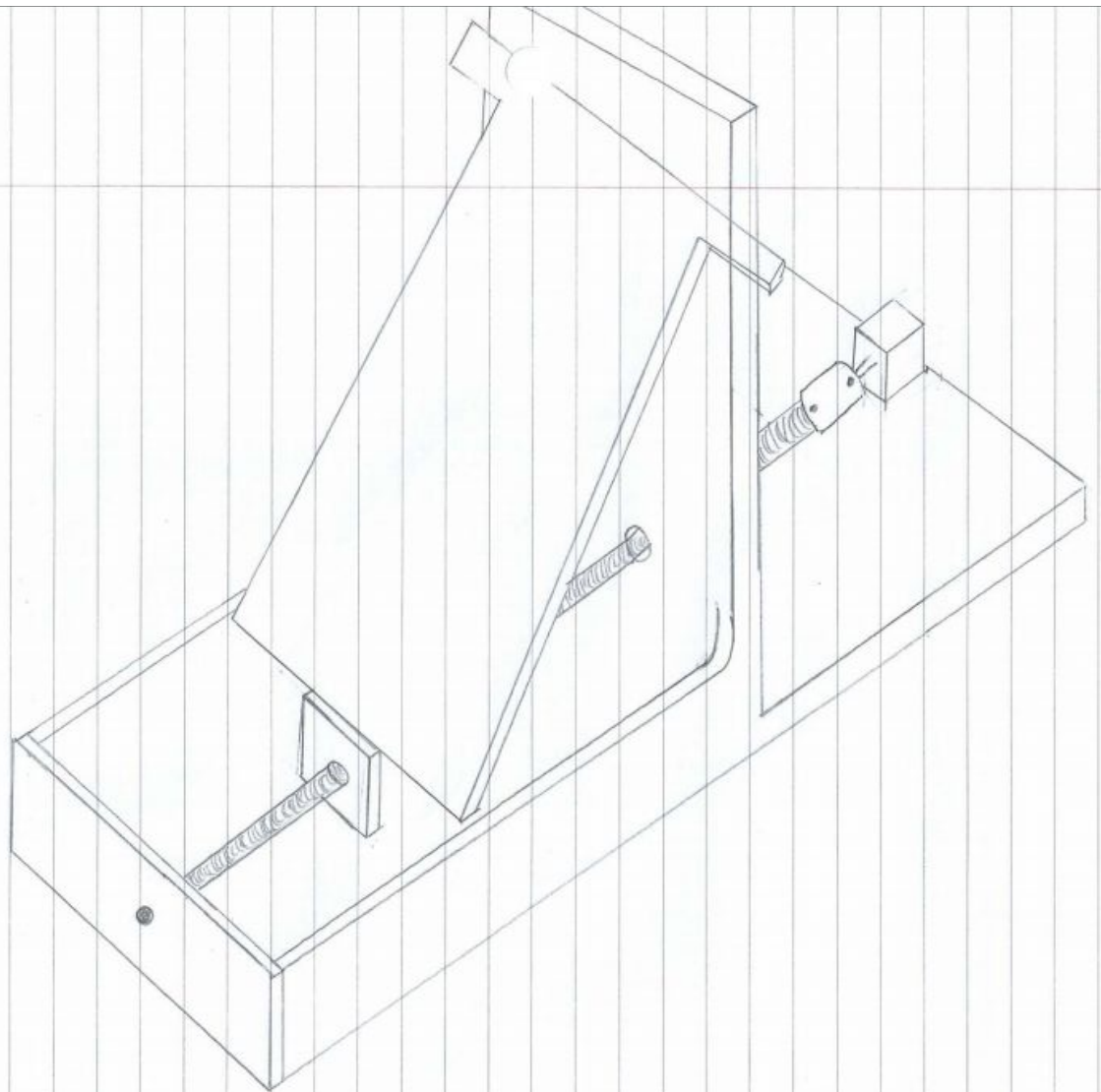
	
<p>On relie directement ici le point de pivot (alimentée par un moteur) à la plaque pour la faire monter et descendre.  <b>Avantages:</b> Plus facile à rendre imperméable. Dispositif compact et donc plus facile à ranger et transporter.</p>	<p>On utilise une tige filetée alimentée par un moteur qui la fait tourner. On relie une attache, qui elle-même est connectée à la plaque, à la tige via un pivot. Dépendamment du sens de rotation de la tige, l'attache monte et descend faisant également monter et descendre la plaque et change son angle.</p>

**Désavantages:** Fait forcer le moteur beaucoup plus lorsqu'il y a une charge plus pesante sur la plaque (p.ex. des tuiles).

**Avantages:** Tige+attache offre un support vertical à la plaque.

**Désavantages:** Pas aussi compact, plus difficile à rendre imperméable (eau + gravité=eau entre dans le moteur).

option 3:



On utilise une tige filetée alimentée par un moteur. On insère sur celle-ci un bloc fileté qui sert de lien entre la tige et la plaque. La plaque est reliée au bloc par un pivot. On utilise également un mur vertical pour soutenir la plaque. Lorsque la tige tourne, elle fait avancer/reculer le bloc faisant monter et descendre la plaque le long du mur.

**Avantages:** Compact, facile à rendre imperméable, force moins le moteur (deux points d'appui pour la plaque)

**Désavantages:** Plus complexe

**Choix:** Nous avons choisi la troisième option car elle est plus compacte, facile à rendre imperméable, force moins le moteur grâce à la friction entre le bloc et la tige.

### Sous systèmes:

1. Système de montage du moteur
2. Système de montage du mur vertical
3. Fonctionnement du pivot en dessous de la plaque
4. Rapporteur d'angle
5. Contrôle des mouvements
  - a. ajustement manuel
  - b. Ajustement avec moteur
6. Méthodes de monter le matériel à la plaque
7. Imperméabilité du moteur et des électroniques

### 1- Système de montage du moteur

Avoir un système d'ajustement d'angle motorisé augmente la facilité d'utilisation demandée par le client.

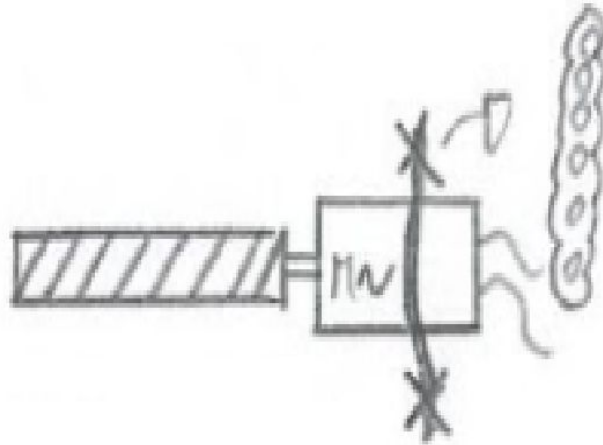


**Explication:** Tige attachée au moteur à l'aide d'un pignon de raccord. Le moteur quand à lui, sera attachée à la base avec des vis.

**Avantages:** Ceci est une manière très facile de transférer le mouvement de notre moteur à notre tige.



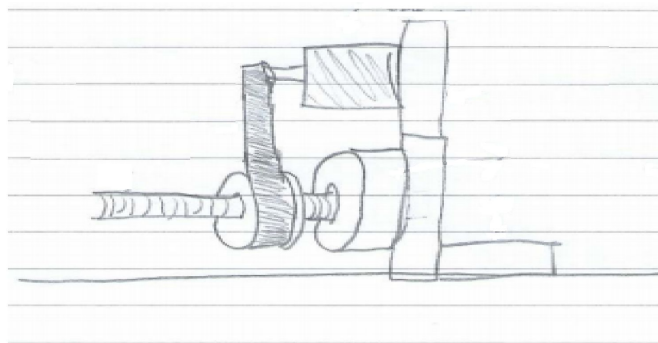
**Désavantages:** Dans le but de fixer le moteur directement sur notre base à l'aide de vis, nous devons trouver un modèle qui vient avec des trous de montage préexistants ce qui ne risque pas d'être simple.



**Explication:** Tige attachée au moteur à l'aide d'un pignon de raccord. Le moteur quand à lui, sera entouré par une bande métallique malléable (*steel strap*) avec des trous perforés. Ainsi, les vis fixeront la bande métallique qui contient le moteur à la base.

**Avantages:** Ceci est une manière très facile de transférer le mouvement de notre moteur à notre tige. Il est également très facile de fixer notre moteur à la plaque de cette manière.

**Désavantages:** Si la charge ainsi que la force du moteur est très grande, le moteur pourrait bouger et dévier un peu sous la bande de métal.



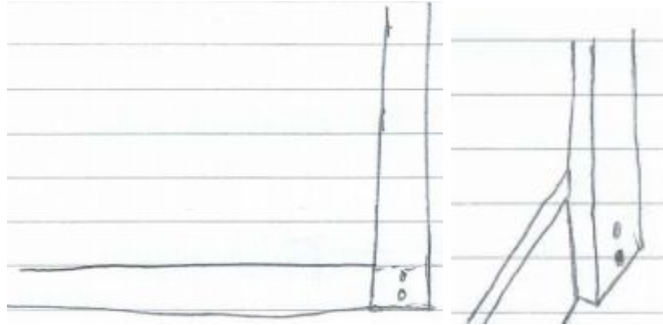
**Explication:** La tige est connectée au moteur par une courroie. La tige est aussi tenue en place à l'aide d'un support.

**Avantages:** on peut changer les embrayages pour ralentir la vitesse de rotation de la tige.

**Désavantages:** Un peu plus complex

**Choix:** Nous Avons choisi d'implémenter la première option.

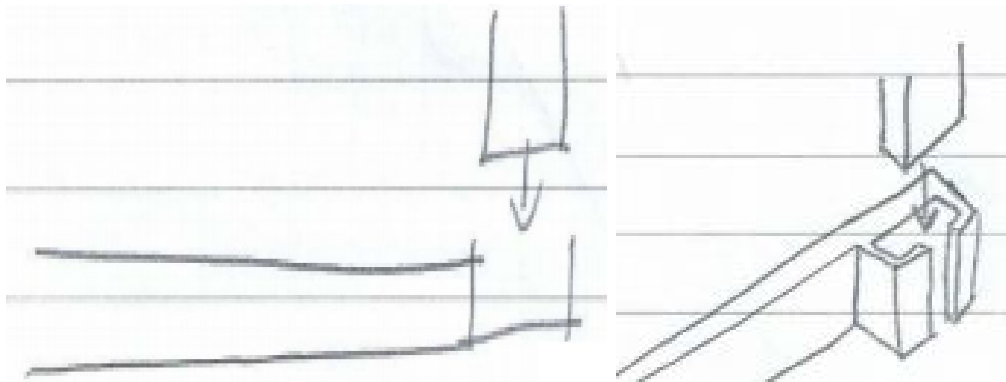
## **2- Comment visser et dévisser le mur vertical pour le ranger**



**Explication:** Mur viser dans la base

**Avantages:** Pas d'assemblage

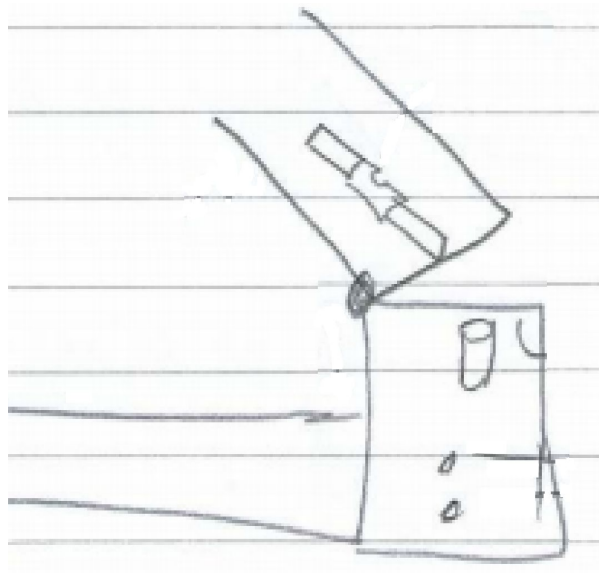
**Désavantages:** Pas compact, difficile à transporter



**Explication:** Le mur entre dans la base de façon à ce qu'on puisse l'assembler comme les blocs lego.

**Avantages:** Plus compact, facile à assembler.

**Désavantages:** Donne deux morceaux, ce qui est plus facile à perdre.



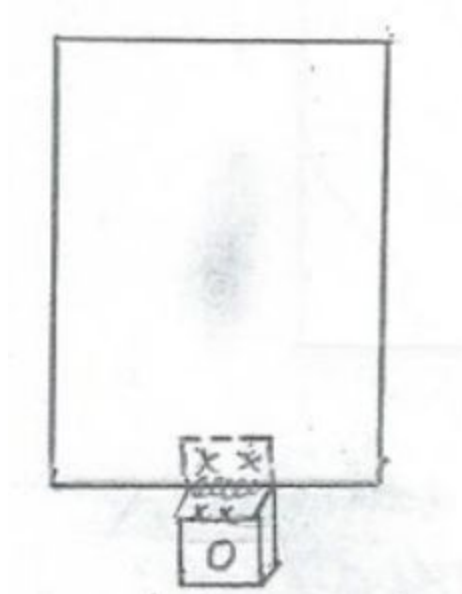
**Explication:** Une charnière fixe le mur à la base et une petite tige qui est fixée dans la base entre dans un trou situé dans le mur. La tige sert à immobiliser le mur sur la base.

**Avantages:** Très compact, tout un morceau, facile à transporter.

**Désavantages:** plus de morceaux qui bougent

**Choix:** Nous avons choisi d'implémenter la troisième option car elle nous permet de facilement et rapidement ranger le dispositif, tel qu'énoncé dans nos critères.

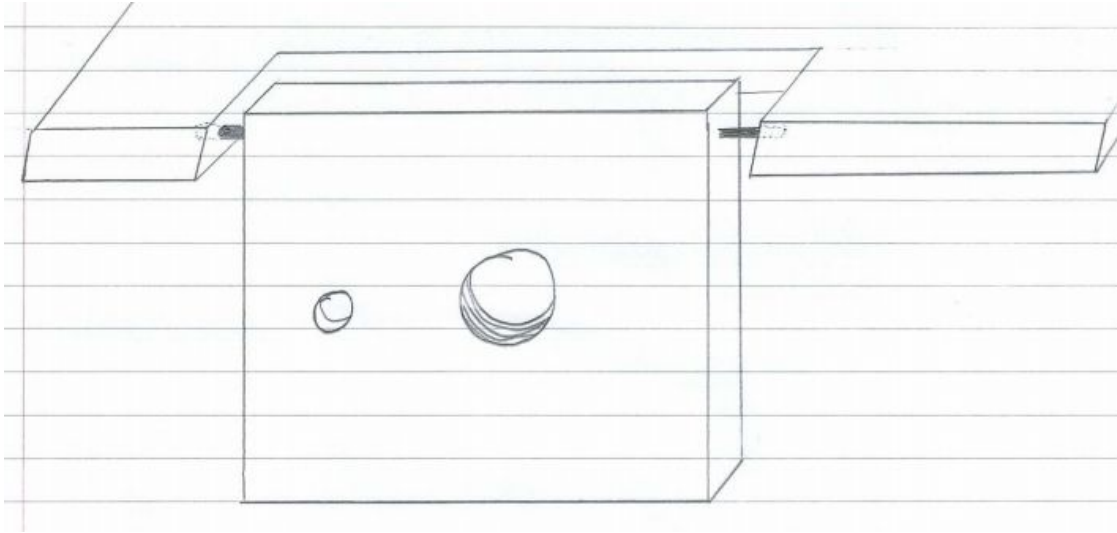
### **3- Fonctionnement du pivot en dessous de la plaque**



**Explication:** Un cube qui aura un trou fileté à l'intérieur pour la tige sera fixé à la plaque principale à l'aide d'une charnière. Ainsi, lorsque ce cube subira une translation en raison du mouvement de rotation de la tige, il s'approchera ou s'éloignera de la plaque de support faisant entraîner donc un pivotement de la plaque principale sur sa charnière.

**Avantages:** Permet de faire pivoter la plaque.

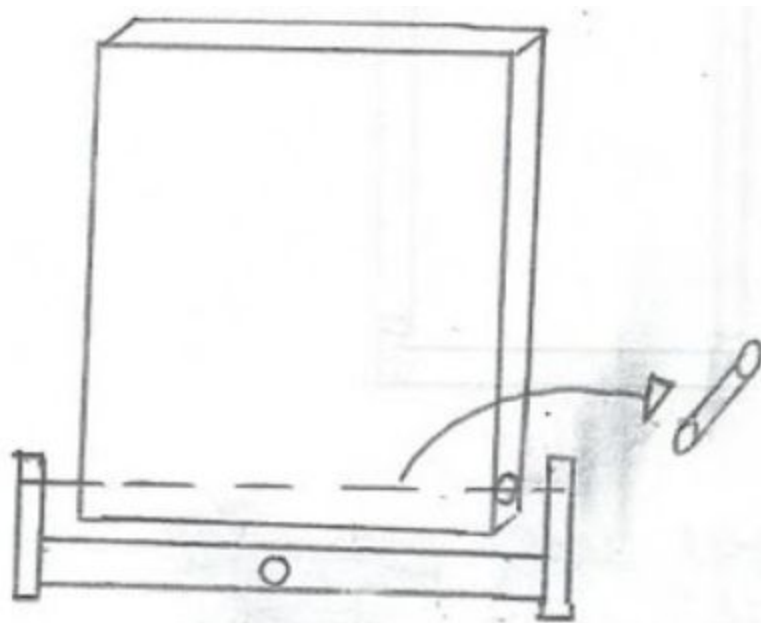
**Désavantages:** Cette méthode nécessite l'apport d'un mécanisme de support additionnel, comme une tige fixe, pour s'assurer que le bloc et la plaque principale ne tombe pas sur le côté.



**Explication:** Un cube ayant un trou fileté à l'intérieur (par où passe la tige) et un autre trou (par où passe une deuxième tige non fileté qui permet de stabiliser la plaque) est fixé à la plaque à l'aide de deux petites tiges qui relient chaque côté du cube centrale à la plaque. Ceci permet de faire pivoter les deux morceaux les uns sur les autres.

**Avantages:** Permet de stabiliser la plaque et d'avoir un mouvement de pivotement.

**Désavantages:** Un tout petit peu plus complexe.



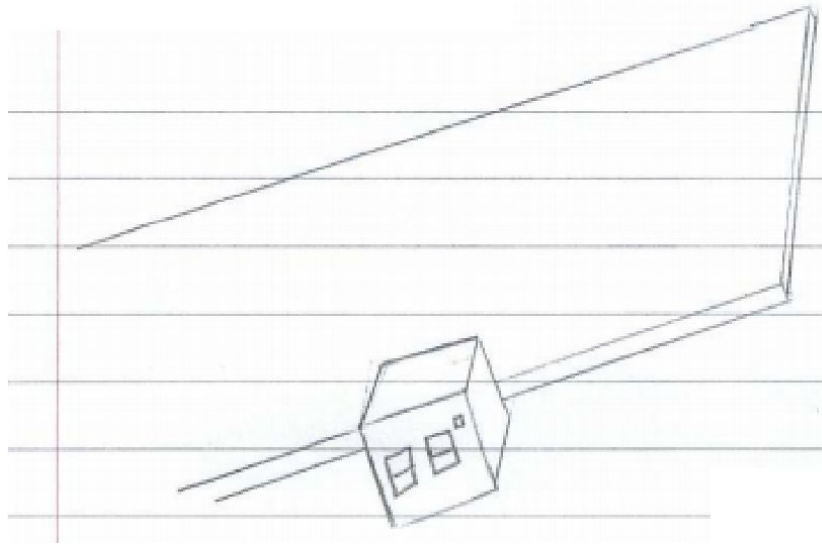
**Explication:** Ici, la plaque principale aura un essieu libre à l'intérieur d'elle. Cet essieu sera fixé dans deux indentations d'un support en forme de U. C'est le support qui aura le trou où la tige se vissera. Ainsi, lorsque le support bougera, la plaque principale pivotera sur l'essieu tout en étant appuyer sur le mur d'appui.

**Avantages:** Puisqu'on a un support en forme de U, nous aurons pas besoin d'une autre type ou forme de support pour empêcher la plaque de pivot de dérailler latéralement.

**Désavantages:** Ce dispositif prend beaucoup de place et nécessite une construction complexe de la base. Celle-ci devra contenir des rainure pour guide le support en U.

**Choix:** Nous avons choisi d'implémenter la deuxième option parce qu'elle permet de stabiliser la plaque et sans cela la plaque aurait une tendances à tourner.

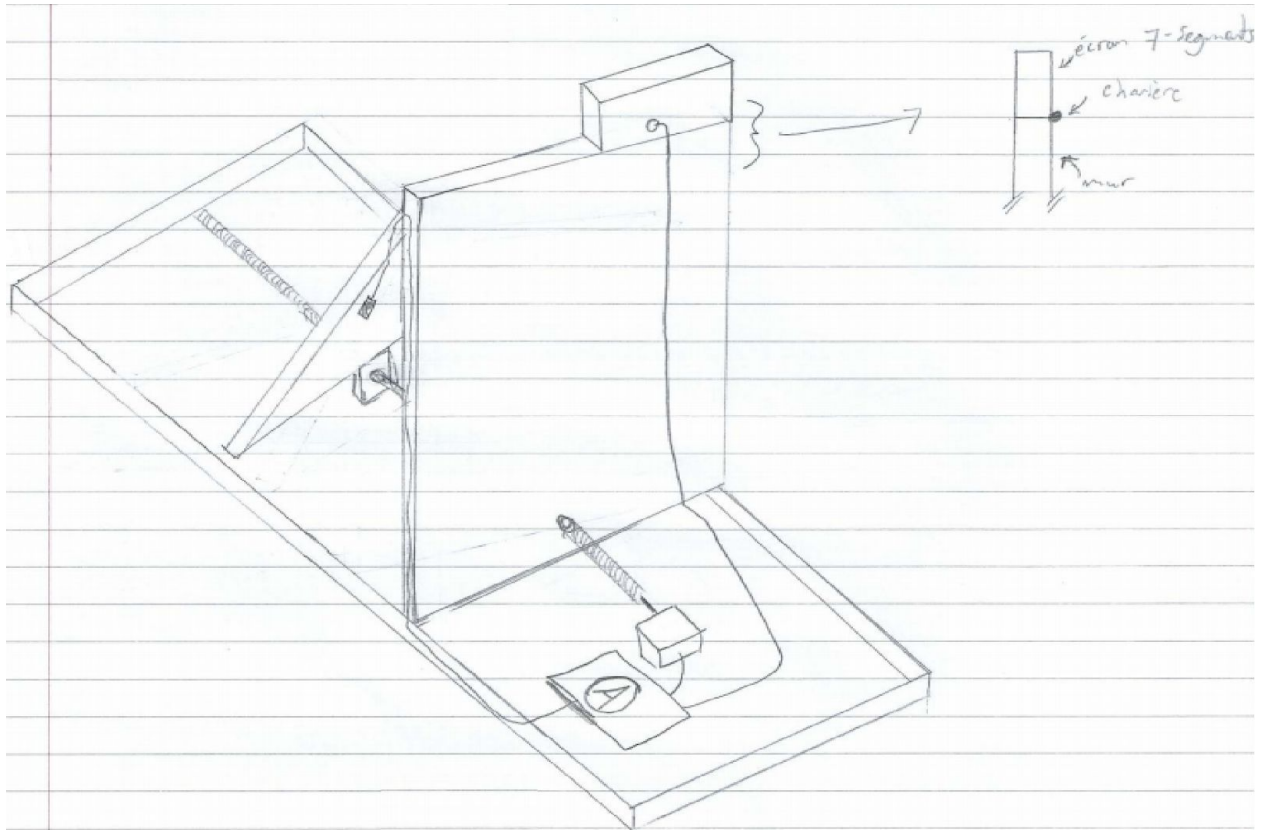
#### **4- Rapporteur d'angle**



**Explication:** on colle un rapporteur d'angle numérique au côté de la plaque. Ces rapporteur d'angles peuvent être achetés.

**Avantages:** Simple, précis.

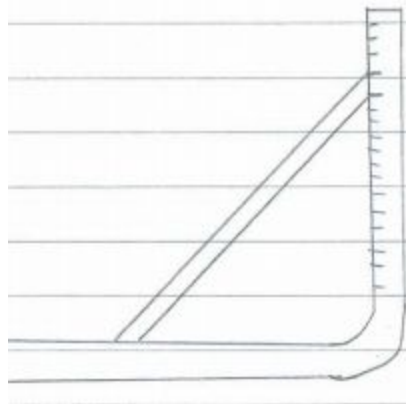
**Désavantages:** Dans le chemin, la valeur affichée n'est vue que du côté du dispositif.



**Explication:** On utilise un capteur relié à arduino pour mesurer la variation de l'angle. Arduino est programmé pour donner la valeur de l'angle sur un écran situé au-dessus du mur. L'écran sera relié au mur par l'intermédiaire d'une charnière pour faciliter le rangement.

**Avantages:** L'utilisateur pourra lire directement la valeur de l'angle au-dessus du mur via l'écran.

**Désavantages:** Plus coûteux, plus difficile à implémenter.



**Explication:** On imprime une échelle le long du mur vertical

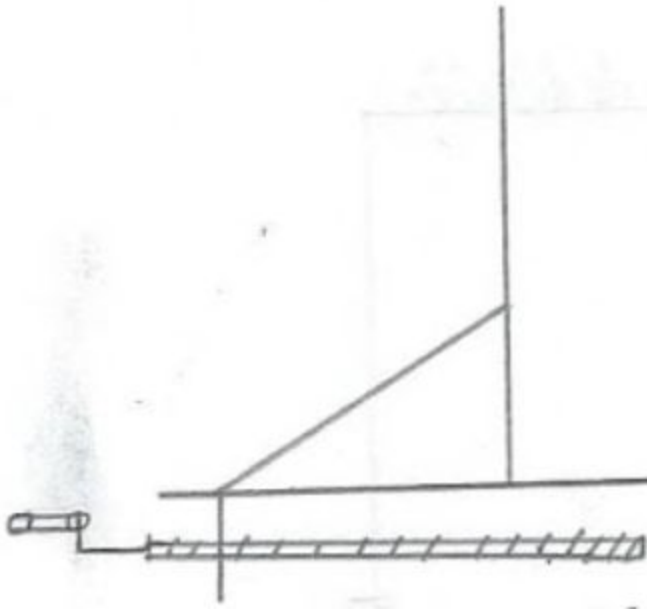
**Avantages:** Facile, simple, toujours là même lorsqu'on a pas d'électricité.

**Désavantages:** Pas aussi précis.

**Choix:** Si nous décidons d'utiliser un système basé sur Arduino, nous choisirons la deuxième option, sinon la première. Nous implémenterons aussi la troisième option en guise de surplus. Ces options donneront une mesure de l'angle numérique à l'utilisateur, tel que demandé par le client et nos critères de conception.

## **5- Contrôle des mouvements**

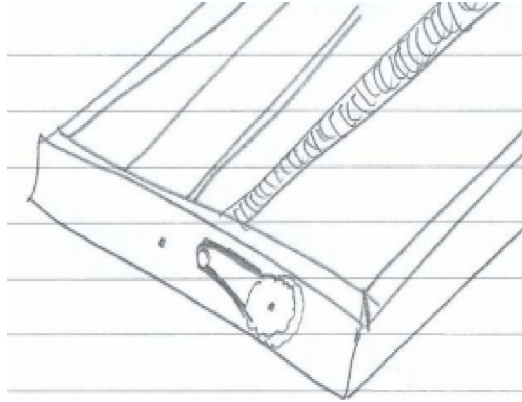
### **5.1- Ajustement manuel**



**Explication:** La tige peut être tournée à la main à l'aide d'une manivelle qui y sera attachée.

**Avantages:** Donne la possibilité au client de tourner la tige sans avoir besoin d'une source de courant tout en étant une méthode précise.

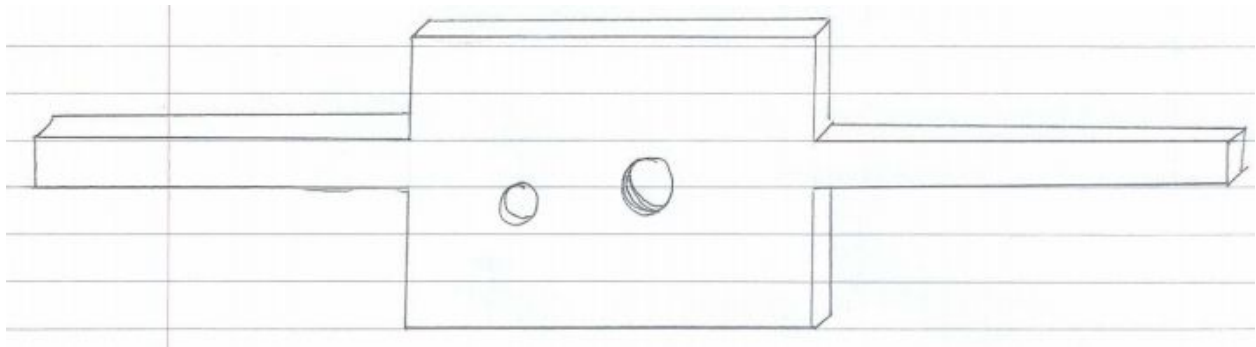
**Désavantages:** Moins rapide, plus exigeant pour le client.



**Explication:** Une poignée reliée par une courroie au bout de la tige nous permet d'utiliser des engrenages de dimensions différentes pour rendre l'ajustement plus rapide.

**Avantages :** Rapide, facile à faire lever la plaque.

**Désavantages:** L'addition d'une courroie complique l'assemblage pour l'utilisateur



**Explication:** étendre des poignées sur les cotés du bloc sous la plaque qui s'étendent au delà des murs du dispositif, permettant à l'utilisateur d'utiliser ces morceaux pour ajuster la position de la plaque en poussant ou tirant.

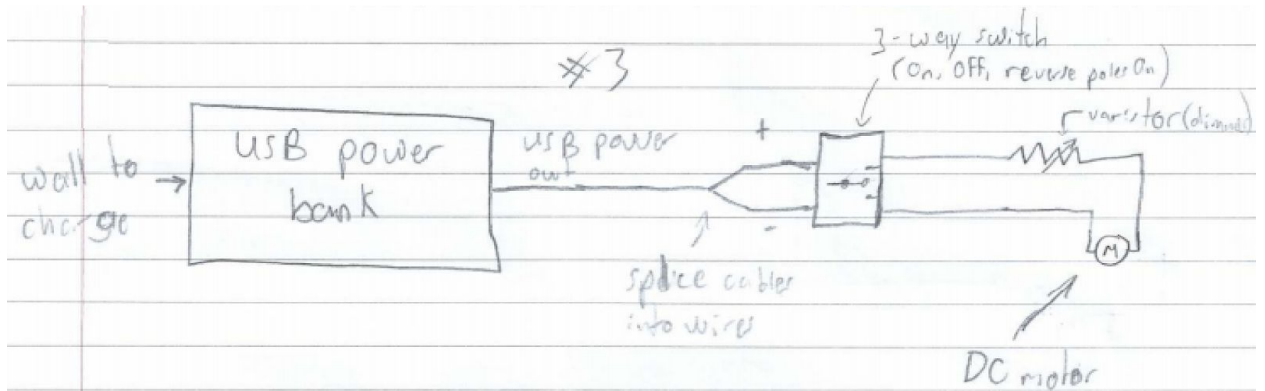
**Avantages:** Facile à utiliser

**Désavantages:** il faudra s'assurer d'utiliser un matériel assez fort pour ne pas briser les poignées

**Choix:** Nous avons choisi d'implémenter la deuxième et la troisième option. Car elles permettent un ajustement manuel rapide tel que demandé par le client.

5.2- (moteur)





**Explication:** Un USB power bank connecté à un câble USB (le câble USB sera coupé à un bout et les fils seront rattachés aux bornes positives et négatives de l'interrupteur) est utilisé pour alimenter le moteur et est réglé par un interrupteur (3 way switch) qui permet d'ouvrir et de fermer le circuit. Le moteur dans ce cas est un moteur DC (courant direct).

**Avantages:** Plus sophistiqué, simple, facile à imperméabiliser.

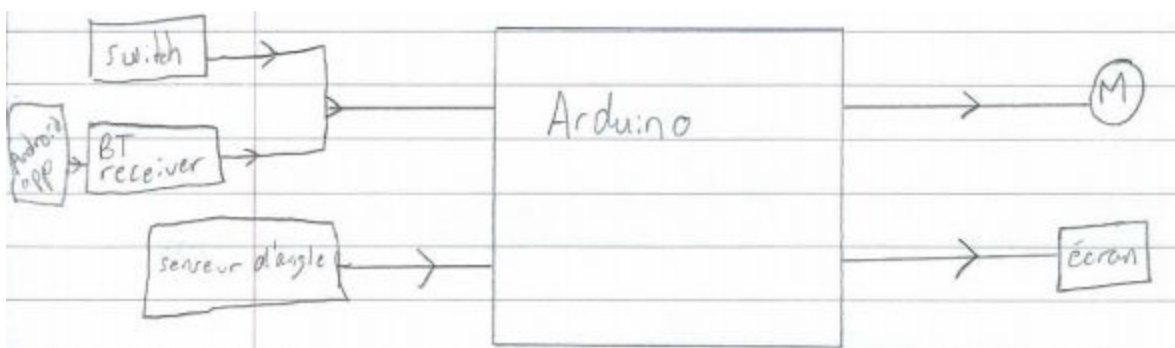
**Désavantages:** Plus coûteux.



**Explication:** Un tourne vis électrique est utilisé comme notre moteur. Ce dernier sera fixé à la tige.

**Avantages:** Peu dispendieux, facile à faire.

**Désavantages:** Très peu précis, ne peut pas régler la vitesse, moins beau.



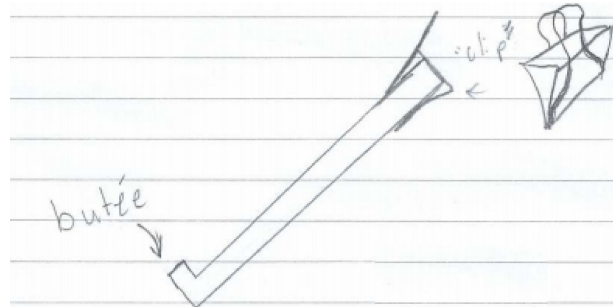
**Explication:** un programme roule sur Arduino et reçoit comme entrée la valeur lue par le rapporteur d'angle et l'entrée de l'utilisateur via des interrupteurs et/ou un receveur Bluetooth connectée à un dispositif Android. À l'aide de ces entrées, le programme affiche l'angle courant sur l'écran et actionne le moteur pour répondre aux demandes de l'utilisateur.

**Avantages:** la meilleure option côté fonctionnalité.

**Désavantages:** plus coûteux et difficile à implémenter.

**Choix:** nous avons choisi d'implémenter la troisième option. Si les contraintes de temps ne nous permettent pas de terminer l'implémentation de cet option, nous implémenterons la deuxième option.

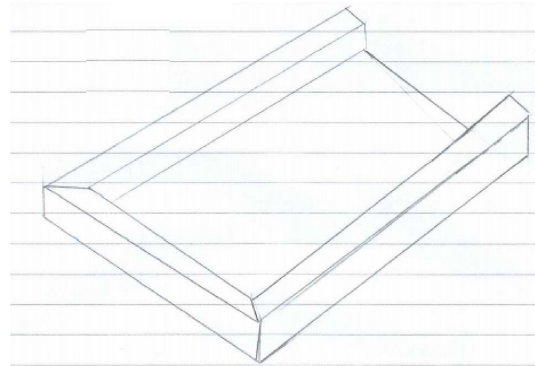
### 6- Épingles pour fixer le matériel à la plaque



**Explication:** On utilise ici des épingles pour fixer le matériel à utiliser à la plaque et une butée pour que le matériel ne glisse pas plus loin que le bas de la plaque (bon pour les matériaux pesants comme les tuiles).

**Avantages:** simple, facile à utiliser, peu coûteux. Permettent de fixer les matériaux plus mince comme le papier, les tissus, les linges, etc.

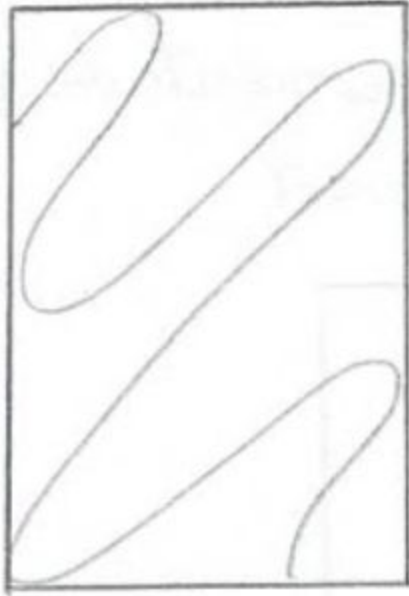
**Désavantages:** Les épingles peuvent obstruer le matériel. L'utilisateur doit faire une chose de plus avant pouvoir utiliser l'appareil (fermer des épingles).



**Explication:** Des butées sur 3 des 4 bords pour garder les matériels en place sur la plaque.

**Avantages:** Simple, déjà là (pas besoin de faire quelque chose).

**Désavantages:** Fonctionne pour les matériaux lourds et rigides, mais pas autant pour les tissus, les linges, le papier, etc.



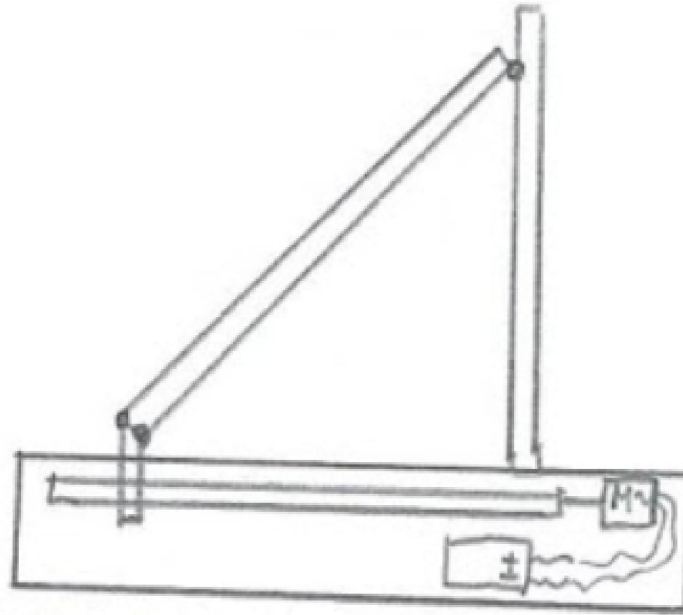
**Explication:** La planche de base sur laquelle nous accrochons les autres surfaces sera recouverte d'une substance gélatineuse, collante ou à haute friction.

**Avantages:** Le grand avantage de cette technique est le fait que la plupart des surface seront bien fixé sur la planche, peu importe leur nature.

**Désavantages:** En raison de la nature collante de la surface ou de son très grand nombre d'aspérités, la plaque sera extrêmement difficile à nettoyer advenant qu'elle se salisse. Ceci n'est point commode pour notre critère de salubrité.

**Choix** Nous avons choisi d'implémenter la première option puisqu'elle est simple et peut tenir les matériaux comme les linges et les tissus en place. Ces matériaux font partie des matériaux listés par le client. De plus, ils répondent à notre critère d'interchangeabilité de la surface.

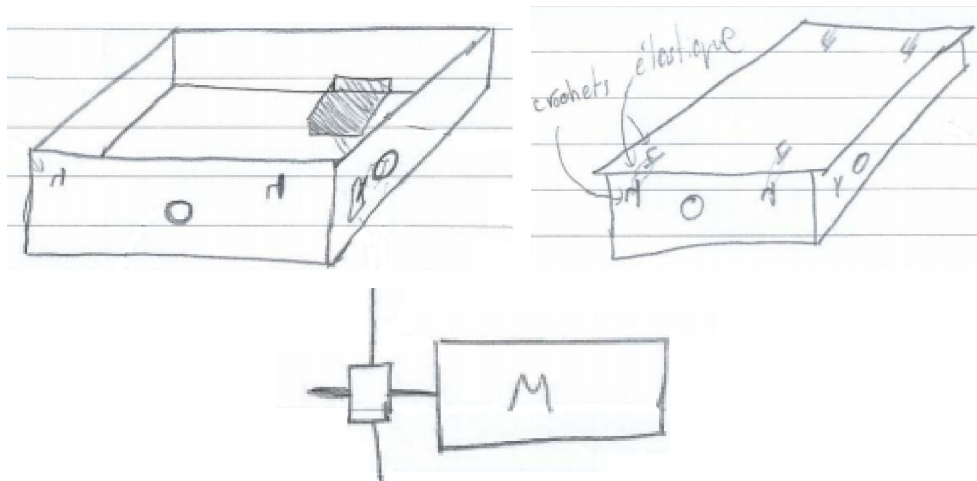
## **7- Imperméabilité du moteur**



**Explication:** Ici, c'est la base de notre dispositif qui sera utilisé comme boîtier pour protéger notre moteur ainsi que l'intégralité de nos circuits électriques.

**Avantages:** Manière compacte et efficace de protéger nos équipements contre l'eau.

**Désavantages:** Puisque c'est un espace hyper compact, il nécessitera énormément d'organisation pour faire entrer tous les équipements dans cette base. Cela pourrait facilement être bien trop compliqué si nos composants sont gros.



**Explication** 4 murs et le dessous de la boîte seront imperméable. Les interrupteurs utilisés seront étanches à l'eau et seront scellés pour garder la boîte imperméable. Un joint d'étanchéité sera placé entre la boîte et son couvercle, qui sera tenu en place par des élastiques. Le moteur sera lié à l'extérieur par un roulement étanche.

**Avantages:** Plus facile à rendre imperméable (moins d'organisation nécessaire que la première option). Plus facile à accéder les composants.

**Désavantages:** Moins compact et moins beau.

### **Envelopper les électroniques avec une pellicule de plastique**

**Explication:** Nous envelopperons les électroniques dans une pellicule de plastique

**Avantages:** Facile à implémenter

**Désavantages:** Difficile à entretenir, gestion de la chaleur du moteur sera impossible, car la pellicule est directement dessus.

**Choix** nous avons choisi d'implémenter la deuxième option car elle sera celle qui sera le plus étanche à l'eau (et au sang), un point important pour notre client et mentionné dans nos critères de conception.

Des trois différents prototypes énumérés ci-haut, le troisième a été choisi, car il est plus compact, facile à rendre imperméable et force moins le moteur. De plus, différentes options pour chaque sous système dudit prototype ont été considérées dont les meilleures ont été retenues pour une implémentation optimale de notre dispositif selon les critères de conception.

Après la génération des concepts préliminaires et le choix de notre dispositif final, la prochaine étape de notre travail était en premier lieu de dresser une liste de tâches à accomplir, leur durée ainsi que les membres qui seront responsables de les faire. Ensuite, réaliser un diagramme de Gantt avec tous les événements clés et les dépendances du projet. Enfin, nous ferons une estimation des coûts pour toutes les composantes et matériaux dont nous avons besoin pour les différents livrables des prototypes avant de procéder à leur création.

Le premier prototype planifié constitue une base en carton et tige métallique fileté. Notre but est de démontrer qu'en visant la tige, la géométrie de notre système fonctionne pour l'étendu d'angle de  $0^\circ$  à  $90^\circ$ .

Les tâches reliées à ce prototype sont de rapailler le matériel nécessaire (du carton, gratuit, pour faire la structure et acheter une tige fileté et des boulons) et assembler un modèle grandeur réelle pour évaluer le montant de matériel requis pour les prochaines étapes. Une analyse du temps requis et des coûts reliés sont montrés ci-dessous.

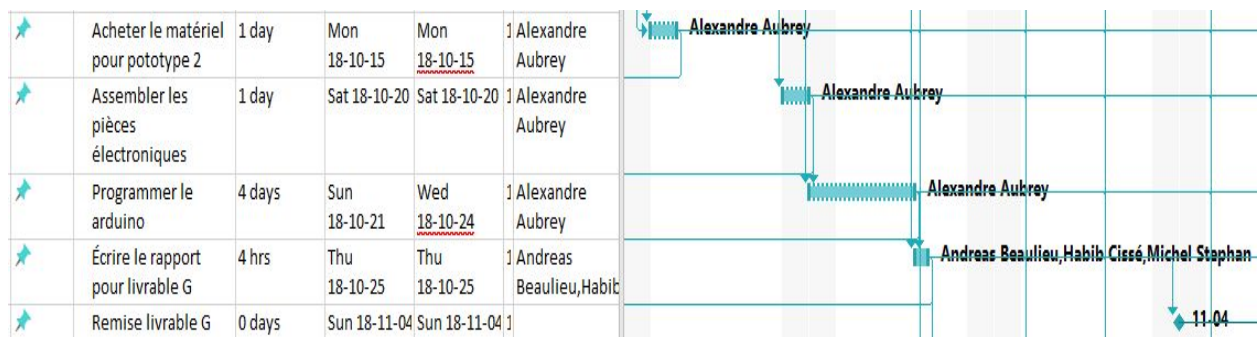
Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names	'18 Oct 14							'18 Oct 21				
						S	M	T	W	T	F	S	S	M	T		
➤	Acheter le matériel prototype 1	1 day	Fri 18-10-12	Fri 18-10-12													
➤	Prendre les mesures prototype 1	20 mins	Mon 18-10-15	Mon 18-10-15	Tous												
➤	Couper le carton	5 mins	Mon 18-10-15	Mon 18-10-15	Tous												
➤	Assembler le prototype	45 mins	Mon 18-10-15	Mon 18-10-15	Tous												
➤	Écrire le rapport pour livrable F	4 hrs	Mon 18-10-15	Mon 18-10-15	Tous												
➤	Remise livrable F	0 days	Sun 18-10-21	Sun 18-10-21													

Les matériaux requis pour ce prototype sont comme suit:

Matériel	Coût
Boîtes de carton pour bâtir la structure	Aucun frais
Tige filetée <a href="https://www.homedepot.ca/en/home/p.14--20-x-72in-thread-rod-plated.1000149688.html">https://www.homedepot.ca/en/home/p.14--20-x-72in-thread-rod-plated.1000149688.html</a>	3.27 (avec taxes)
Boulon <a href="http://www.canadiantire.ca/en/pdp/hillman-finish-hex-nut-zinc-1-4-in-20-1610467p.html">http://www.canadiantire.ca/en/pdp/hillman-finish-hex-nut-zinc-1-4-in-20-1610467p.html</a>	2.28 (avec taxes)
Tige non filetée <a href="https://www.homedepot.ca/en/home/p.hardwood-dowel-18-in-x-48-in-white.1000115238.html">https://www.homedepot.ca/en/home/p.hardwood-dowel-18-in-x-48-in-white.1000115238.html</a>	0.98*1.13
total	6.65 \$

Le deuxième prototype sera l'inclusion d'un système de contrôle arduino. Notre but pour ce prototype est de créer un système de contrôle de mouvements basé sur arduino. Nous voulons être capable de contrôler un moteur à distance avec télécommande, détecter un angle et créer un système qui affiche l'angle et réponds aux commandes de l'utilisateur.

Les tâches reliées à ce prototype sont de rapailler le matériel nécessaire (carte arduino, moteur, un *driver* pour le moteur, système télécommande (module bluetooth contrôlé avec un téléphone ou infrarouge avec télécommande), un écran, et un capteur d'angle) pour implémenter le mécanisme de motion télécommandé et d'affichage de l'angle énoncé dans le livrable D. Une analyse du temps requis et des coûts reliés sont montrés ci-dessous.



Pour implémenter ce sous-système, nous avons l'option d'acheter chaque pièce séparément ou d'acheter un kit qui contient la plupart des morceaux.

Matériel	Coût
Option 1: acheter toutes les pièces séparément	-----
Carte arduino <a href="https://www.buyapi.ca/product/arduino-uno-rev3/">https://www.buyapi.ca/product/arduino-uno-rev3/</a>	26.95 \$ * 1.13
Moteur <a href="https://www.buyapi.ca/product/stepper-motor-nema-17-40mm-1-2a/">https://www.buyapi.ca/product/stepper-motor-nema-17-40mm-1-2a/</a>	14.95 * 1.13
Écran <a href="https://www.active123.com/SE104030003-Grove-4-Digit-Display-Pr odview.html">https://www.active123.com/SE104030003-Grove-4-Digit-Display-Pr odview.html</a>	10.80 \$ * 1.13
Module bluetooth <a href="https://www.buyapi.ca/product/hc-06-bluetooth-wireless-module/">https://www.buyapi.ca/product/hc-06-bluetooth-wireless-module/</a>	12.95 \$ * 1.13
Motor driver <a href="https://www.buyapi.ca/product/uln2003-stepper-motor-driver/">https://www.buyapi.ca/product/uln2003-stepper-motor-driver/</a>	1.95 * 1.13

Capteur d'angle <a href="https://www.amazon.ca/Aukru-Module-Gyroscope-Accelerometer-Arduino/dp/B019SX74TE/ref=sr_1_3?ie=UTF8&amp;qid=1539294366&amp;sr=8-3&amp;keywords=arduino+accelerometer">https://www.amazon.ca/Aukru-Module-Gyroscope-Accelerometer-Arduino/dp/B019SX74TE/ref=sr_1_3?ie=UTF8&amp;qid=1539294366&amp;sr=8-3&amp;keywords=arduino+accelerometer</a>	9.99 * 1.13
total	87.67
Option 2: acheter un kit qui contient la plupart des pièces	-----
Arduino kit <a href="https://www.amazon.ca/Smraza-Tutorials-Compatible-MEGA2560-Components/dp/B06XXYVWVJ/ref=sr_1_1_sspa?ie=UTF8&amp;qid=1539293307&amp;sr=8-1-spons&amp;keywords=arduino+tilt+sensor&amp;psc=1">https://www.amazon.ca/Smraza-Tutorials-Compatible-MEGA2560-Components/dp/B06XXYVWVJ/ref=sr_1_1_sspa?ie=UTF8&amp;qid=1539293307&amp;sr=8-1-spons&amp;keywords=arduino+tilt+sensor&amp;psc=1</a>	38.99 * 1.13
Capteur d'angle <a href="https://www.amazon.ca/Aukru-Module-Gyroscope-Accelerometer-Arduino/dp/B019SX74TE/ref=sr_1_3?ie=UTF8&amp;qid=1539294366&amp;sr=8-3&amp;keywords=arduino+accelerometer">https://www.amazon.ca/Aukru-Module-Gyroscope-Accelerometer-Arduino/dp/B019SX74TE/ref=sr_1_3?ie=UTF8&amp;qid=1539294366&amp;sr=8-3&amp;keywords=arduino+accelerometer</a>	9.99 * 1.13
total	55.35

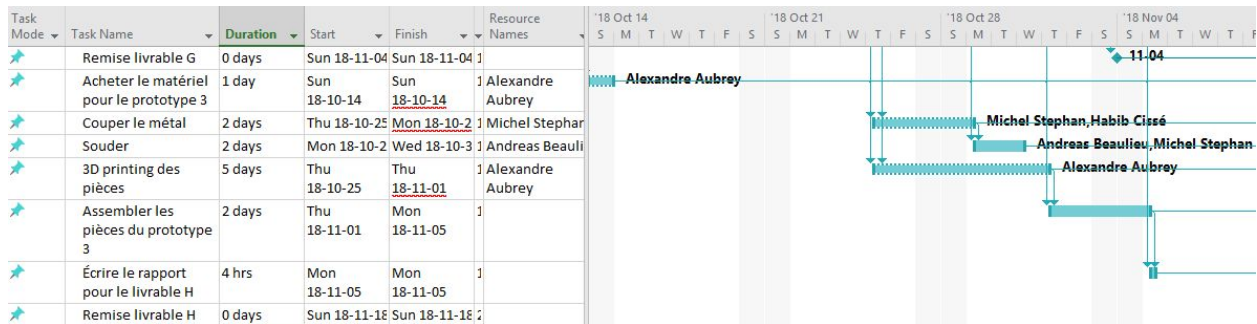
Nous avons choisi d'acheter le kit.

Total des deux premiers prototypes: 62.00\$



Le troisième prototype sera un assemblage d'une structure améliorée du prototype 1 (avec meilleurs matériaux) avec le système de contrôle du prototype 2 et y ajouter les sous-systèmes précédemment énoncés pour arriver avec un prototype final ayant toutes les fonctionnalités demandées.

Les tâches liées à ce prototype sont de rapailler le matériel nécessaire (matériel de construction de la structure, un coupleur pour le moteur, des charnières pour la plaque, un poignée et une courroie pour l'ajustement manuel, des épingles et un contenant en plastique) pour assembler un prototype final utilisant la structure de prototype 1 (refaite avec un meilleur matériel que du carton), en utilisant le prototype 2 pour le contrôle de mouvement et en y ajoutant le reste des sous-système énoncés précédemment. Une analyse du temps requis et des coûts reliés sont montrés ci-dessous.



<b>Matériel</b>	<b>Coût</b>
Matériel de construction de la structure <a href="https://www.kijiji.ca/v-view-details.html?adId=1390021679">https://www.kijiji.ca/v-view-details.html?adId=1390021679</a>	10\$ (pas de taxe)
Coupleur + attaches pour le moteur (boulon (50c) dans un dowel de bois (gratuit) connecté au moteur)	0.50*1.13
Charnières pour la plaque, l'écran et le mur <a href="https://www.homedepot.ca/en/home/p.1-inch--zinc-narrow-hinge-fixed-pin-2pk.1000773730.html">https://www.homedepot.ca/en/home/p.1-inch--zinc-narrow-hinge-fixed-pin-2pk.1000773730.html</a>	2.35*3*1.13
Poignée et courroie pour ajustement manuel <a href="https://www.robotshop.com/ca/fr/courroie-synchrone-60-dents.html">https://www.robotshop.com/ca/fr/courroie-synchrone-60-dents.html</a>	Poignée et poulies 3D printed courroie
Épingles <a href="https://www.staples.ca/en/Staples-Binder-Clips-Assorted-Sizes-Fashion-Colours-Sizes-30-Tub/product_43457_1-CA_1_20001">https://www.staples.ca/en/Staples-Binder-Clips-Assorted-Sizes-Fashion-Colours-Sizes-30-Tub/product_43457_1-CA_1_20001</a>	4.93*1.13
Contenant en plastique pour étanchéité du moteur	Gratuit, fait à partir du matériel de construction de la structure
total	24.10\$ + courroie

**Coût total des trois prototypes:** 86.10 \$ + courroie

En somme, la génération de prototypes est très importante pour les concepteurs tant que pour le client. Les prototypes permettent aux concepteurs de visualiser leur conception et de voir où il faut faire des modifications et permettent au client de visualiser le concept. Le client pourra ensuite voir si son message a bel et bien été reçu et décider quels modifications il aimerait voir.

Après la génération d'un plan et un budget clair, nous allons élaborer ici un plan d'essai et développer notre premier prototype. Nous obtiendrons par la suite la rétroaction de notre client vis à vis de celui-ci.

## Plan d'essai pour le prototypage

### Pourquoi est-ce qu'on fait cet essai?

Cet essai sera effectué pour nous permettre de visualiser l'apparence et les dimensions du concept. Cela nous permettra de voir là où il faut faire des modifications au besoins et permettra au client de voir le concept sans que ce soit une image tridimensionnelle dessiné dans un plan à deux dimensions (ce qui peut être parfois très difficile de comprendre et de visualiser). Cela ...améliorera également l'aspect de la communication avec le client puisque nous pourrons lui apporter quelque chose de tangible qui pourra agir en tant que support visuel lors de la prochaine rencontre. De plus, en créant un prototype comme le prototype 1, nous pourrons démontrer le progrès de l'équipe et montrer au client que nous sommes en train d'avancer dans notre projet afin qu'il ne soit pas découragé.

### **Description des objectifs de l'essai**

#### **Quels sont les objectifs spécifiques de l'essai?**

Le prototype 1 nous permettra de vérifier le fonctionnement du sous-système qui traite la levée de la plaque à l'aide tige en métal fileté et des écrous. Le tout nous permet de diminuer les risques et les coûts liés à ces risques puisqu'en effectuant un tel essai, nous vérifions que le concept pourra bel et bien fonctionner à cent pourcent. Sans vérifier cela, si par chance le concept ne fonctionnait pas, il sera beaucoup plus dispendieux à réaliser cela lorsque nous sommes en train de construire des prototypes qui sont beaucoup plus complexes et ayant des composantes beaucoup plus chère.

#### **Qu'est-ce qu'on peut apprendre ou communiquer exactement avec ce prototype?**

Ce prototype nous montre comment la plaque sera levée à l'aide de la tige fileté et des écrous. À travers celui-ci, nous pouvons également déterminer si le dispositif fonctionne bien ou pas. C'est à dire que le dispositif va nous révéler si oui ou non, notre solution est bonne ou doit être changée.

#### **Quels sont les types de résultats possibles?**

La solution peut fonctionner ou pas. C'est à dire que nous pouvons arriver à lever notre plaque à l'aide de la tige fileté et des écrous ou observer un dysfonctionnement ne permettant pas à la plaque d'être levée ou abaissée.

#### **Comment est-ce que ces résultats vont aider à prendre des décisions ou choisir des concepts?**

On met en place des standards qui correspondent à "réussite" ou "échec" dans les essais. À chaque fois que le prototype satisfait un standard, on le conserve sinon on change/améliore le sous-système lié à cet échec pour faire fonctionner le prototype. Par exemple, si l'on n'arrive pas à faire monter et abaisser la plaque à l'aide de la tige fileté et des écrous, on considère ce standard comme "échec" et l'on met en place un autre moyen d'implémenter ce sous-système.

### Quels sont les critères pour le succès ou la faillite de l'essai?

Afin de déterminer si le prototype a fonctionné, il faut prédéterminer des critères qui pourront faciliter les décisions par rapport à la réussite du prototype. Si notre prototype est fonctionnel, cela veut dire que le sous-système choisi pour faire lever la plaque fonctionne. Alors, la plaque est en train de monter le mur de support quand la tige fileté tourne sans un sens et descend quand la tige tourne de l'autre sens. De plus, il est facile de voir les dimensions et l'apparence du prototype ressemble assez bien aux esquisses. Pour voir si le prototype n'a pas fonctionner il suffit de voir si les critères mentionnées ci-dessus ont été vérifiées et si non, le prototype a faillit.

### Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Pendant l'essai du prototype 1 nous allons mettre à l'essai le sous-système traitant la levée de la plaque à l'aide d'une tige filetée et de trois écrous qui seront montées sur la structure en carton. En faisant tourner la tige à l'aide d'une perceuse (pour ressembler à la vitesse actuelle à l'aide d'un moteur) nous allons observer ce qui se passe à la plaque et si elle est en train de lever et de descendre comme elle doit pouvoir le faire.

### Décrivez le type de prototype (p. ex. ciblé ou compréhensif) et la raison pour avoir choisi ce type de prototype.

En raison du fait que notre prototype sera construit avec des matériaux tangible, ce prototype sera de type physique. Il sera également ciblé car il traite plutôt l'aspect du sous-système implémenté pour la levée et la descente de la plaque.

### Décrivez le processus d'essai avec assez de détail pour permettre quelqu'un d'autre que vous de construire et essayer le prototype.

À l'aide d'une règle et de marqueurs, il faut tracer les dimensions de la base et du mur de support sur du carton. La base fait 8 pouces de larges avec 2 pouces en plus de chaque côté qui seront pliés par la suite et 14 pouces de long. La plaque quant à elle fait 8 pouces de large pour 14 de long. Le pivot attaché au bas de celle-ci fait 2 pouces de large et de long. Le mur vertical a la même largeur que la base pour 16 pouces de long. On replie ensuite les 2 pouces en plus de chaque côté de la base et du mur vertical qu'on joint avec du ruban adhésif. On perce un trou au milieu des deux pouces de repli de la base et du mur de support ainsi que du pivot sous la plaque Dans lequel faire passer la tige filetée. On fixe un écrou au niveau du trou dans le pivot où passe la tige filetée avec du ruban adhésif et les deux autres sont placés de part et d'autre du repli de 2 pouces au niveau de la base.

### Qu'est-ce qui sera mesurée?

Ces essais du prototype 1 tenterons de mesurer l'efficacité de notre sous-système traitant la levée de la plaque et déterminer l'apparence réelle de l'appareil. Nous allons également déterminer nos mesures en conséquence et cela nous permettra d'avoir une meilleure idée quand il vient le temps de créer le prototype 3. Nous allons également mesurer le temps nécessaire de façon approximative pour voir si le processus de la levée de la plaque prend trop de temps. Nous allons par la suite conclure basé sur ces aspects et quelques autres mentionnées précédemment dans ce document si le concepte vaut la peine.

#### Qu'est-ce qui sera observé et comment est-ce que ce sera documenté?

Pendant l'essai de ce prototype nous allons observer le fonctionnement du sous-système traitant la levée et la descente de la plaque. Nous allons nous assurer que le tout fonctionne comme prévu et qu'il n'y a pas de défaillances au niveau fonctionnel du sous-système. Le tout sera documenté à l'aide de vidéo et de notes écrites.

#### Quels matériaux sont requis et quelle est l'estimation de leurs coûts approximatifs?

Les matériaux qui seront requis sont du carton, un tige fileté en acier galvanisé, du ruban adhésif et trois écrous. Le coût du carton est négligeable puisqu'il a été pris du recyclage et le ruban adhésif a été pris de la maison et n'agit pas vraiment comme une part des matériaux. La tige fileté en acier galvanisé coûte 3,27\$ avec les taxes et les trois écrous coûtent 50¢ pour les trois. Alors l'estimation du coût total revient à 3,77\$. Nous allons réutiliser ce que nous allons acheter pour ce prototype afin de construire notre prototype 3.

#### Quel travail (p. ex. logiciel d'essai ou travail de construction ou de modélisation ou de recherche) doit être fait?

Nous allons établir un prototype physique ciblé qui nous permettra de déterminer si la tige fileté et les écrous pourront faire monter et descendre la plaque. Mais pour pouvoir faire cela il faut déterminer les tâches à faire, qui fera quoi et comment nous allons procéder pour faire les essais. D'abord, nous devons compléter une petite liste de tâches à faire avant de continuer. Il va falloir acheter le matériel pour le prototype, ensuite construire le prototype et effectuer les tests. Comme décidé, ce sera Alexandre qui achètera le matériel et nous allons tous participer dans la construction et dans les essais de l'appareil. Maintenant pour ce qu'il y a à faire avec la procédure pour les essais, le tout sera déterminé et rédigé dans ce document (le document contient la plan d'essai pour le prototypage ce qui est la partie qui traite cela).

#### Comment est-ce que cela va se passer?

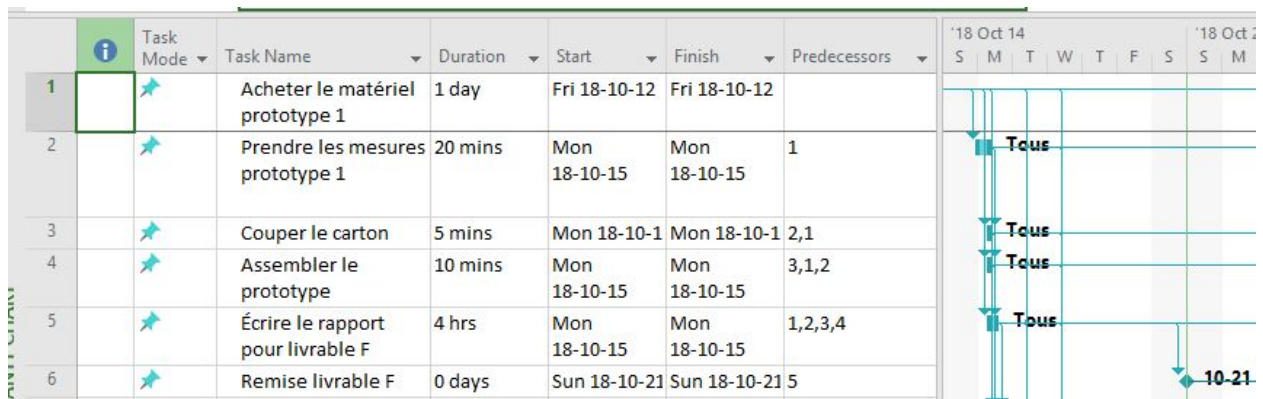
Nous allons réunir le matériel nécessaire à la réalisation du prototype 1, se rencontrer à STEM dans le "maker lab" et construire notre prototype physique à l'aide de carton, de ruban adhésif, de la tige fileté et des écrous. Alexandre tracera les dimensions de la plaque, du mur de support

et de la base sur le carton. On se chargera tous de découper le carton suivant les dimensions de chaque composante et de les assembler ensemble pour former le prototype 1.

Combien de temps est-ce que l'essai va prendre et quelles sont les dépendances (c.-à-d. qu'est-ce qui doit arriver avant de pouvoir faire l'essai)?

L'essai ne va pas prendre trop de temps. En effet nous allons nous réunir dans le Makerspace à STEM afin de construire le prototype et effectuer les essais nécessaires. L'étape de la construction devrait nous prendre environ une heure et les essais ne devraient pas nous prendre plus de dix minutes si tout se passe comme il le faut. Sinon, nous allons persister jusqu'à ce soit fait, ou bien, nous allons faire les modifications nécessaires pour nous assurer que le tout soit complété avant la date d'échéance. Avant de pouvoir faire les essais pour le prototype 1 il faut d'abord nous assurer que nous avons tous le matériel nécessaire pour la construction du prototype. Alexandre Aubrey sera chargé de cette tâche et il apportera le matériel pour la rencontre afin que nous puissions faire ce qui est demandé de nous.

Un diagramme de Gantt séparé peut être préparé pour s'assurer que l'essai correspond bien avec le calendrier global du projet ou peut être défini comme faisant parti intégral de ce calendrier (p. ex. comme une sous-tâche).



Par quand est-ce que les résultats sont requis (c.-à-d. qu'est-ce qui dépend des résultats de cet essai dans le plan du projet)?

Les résultats des essais du prototype 1 sont requis avant la prochaine rencontre avec le client et avant la date d'échéance du livrable F. La complétion du document contenant tous les résultats des essais du prototype 1 seront nécessaires pour démontrer le progrès de la conception et donner un aperçu au client ainsi qu'aux membres de l'équipe. Sans eux, nous ne pouvons pas nous assurer que le concept fonctionne comme il est supposé et le client n'est pas convaincu de nos

efforts envers la conception. Il devient donc primordial que le tout soit complété au plus tard le 21 octobre avant minuit tel que prédéterminé par le professeur du cours de GNG 1503.

### **Déroulement des essais:**

La construction et les essais du prototype 1 se sont très bien déroulées. Nous nous sommes rencontrés au Makerspace le 18 octobre et nous avons construit le prototype à l'aide du matériel apporté par Alexandre. Nous avons coupé le carton et assemblé les morceaux afin de construire notre modèle selon les croquis. Ensuite nous avons attaché la tige de métal fileté et les écrous. Par la suite est venu l'étape des tests et il a fallu vérifier le fonctionnement du sous-système traitant la levée de la plaque le long du mur de support. Cela a été très efficace en tenant compte des matériaux utilisés. Nous avons pu lever la plaque sans difficulté pour donc confirmer le fonctionnement efficace du sous-système.

Les images qui suivent démontrent l'apparence et le fonctionnement du sous-système ciblé.

### **Images:**

1.



2.



3.





Après avoir créer le premier prototype, nous avons eu la deuxième rencontre avec le client. Ceci s'est très bien déroulé. Nous lui avons montré nos esquisses pour les sous-système et l'ensemble du concept. Il semblait impressionné par notre idée d'utiliser une télécommande pour faire fonctionner l'appareil et par l'aspect salubrité de notre projet. Le client nous a également donné quelques suggestions tel que l'utilisation d'un niveau pour s'assurer que le tout est nivelé lorsque placé sur le plancher et nous avons aussi déterminé que nous pourrions utiliser des pattes ajustables pour mettre l'appareil à niveau (cependant le client a dit que ce n'était pas absolument nécessaire). Le client n'avait aucun commentaires négatif envers la conception et semblait satisfait par notre travail.

En somme, notre prototype 1 qui traitait du sous système de levée de la plaque à l'aide de la tige filetée s'est avéré fiable car tous les tests ont donné des résultats positifs. Nous pouvons donc finaliser notre dispositif avec celui-ci.

Après avoir développé notre prototype 1 et suivant notre plan, nous avons créé le prototype 2. Celui-ci traite du sous-système des composantes électroniques de notre dispositif. Nous obtiendrons également une rétroaction de celui-ci du client.

## **Plan d'essai pour le prototype 2**

### **Pourquoi est-ce qu'on fait cet essai?**

Cet essai a été exécuté dans le but de développer nos sous-systèmes électroniques principaux. Cela nous permettra d'avoir une idée de la faisabilité de notre plan et d'avoir la rétroaction du client. On a pu obtenir une idée générale du fonctionnement des systèmes électroniques et les démontrer au client. Nous avons reçu la rétroaction de ce dernier par rapport à notre progrès et avons débuté à entreprendre des démarches pour nous améliorer et s'adapter à ses demandes finales.

### **Description des objectifs de l'essai**

Quels sont les objectifs spécifiques de l'essai?

Nous voulions implémenter et tester:

- Capture d'angle via un accéléromètre
- Un affichage d'angle via un écran LCD
- Implémentation du mouvement via un moteur électrique
  - et manuel
- Un contrôle du moteur par une télécommande

Sur la base que nous avons créé pour le prototype 1.

Qu'est-ce qu'on peut apprendre ou communiquer exactement avec ce prototype?

Ce prototype permettra de voir comment fonctionne les composantes électroniques de la plaque tel que le moteur, l'arduino, la télécommande, contrôleur pour le moteur, l'accéléromètre et l'écran. Le tout nous permet de diminuer les risques et les coûts liés à ces risques puisqu'en effectuant un tel essai, nous vérifions que le concept pourra bel et bien fonctionner à cent pourcent. Sans vérifier cela, si par malchance le concept ne fonctionnait pas, il sera beaucoup plus dispendieux à réaliser cela lorsque nous sommes en train de construire des prototypes qui sont beaucoup plus complexes et ayant des composantes beaucoup plus chère.

Quels sont les types de résultats possibles?

Pour la capture d'angle, les résultats possible sont une capture satisfaisante, une capture qui est instable/imprécis, ou bien une incapacité de capturer l'angle. Pour l'affichage les résultats sont un affichage correct de ce que nous voulons, un affichage erroné de valeurs inattendues (bug) ou bien une incapacité de connecter le panneau LCD correctement. Le mouvement manuel peut soit être effectuer avec facilité, avec difficulté ou bien ne soit pas possible. Le moteur peut ne pas être assez puissant, ne pas être contrôlable, ou fonctionner de manière voulue. La télécommande peut envoyer des signaux non déchiffrables, non recevable, ou avoir un bon lien.

### Comment est-ce que ces résultats vont aider à prendre des décisions ou choisir des concepts?

On met en place des standards qui correspondent à "réussite" ou "échec" dans les essais. À chaque fois que le prototype satisfait un standard, on le conserve sinon on change/améliore le sous-système lié à cet échec pour faire fonctionner le prototype. Par exemple, si l'on n'arrive pas à afficher l'angle sur l'écran à l'aide du programme arduino, on considère ce standard comme "échec" et l'on met en place un autre moyen d'implémenter ce sous-système.

### Quels sont les critères pour le succès ou la faillite de l'essai?

Afin de déterminer si le prototype a fonctionné, il faut prédéterminer des critères qui pourront faciliter les décisions par rapport à la réussite du prototype. Si notre prototype est fonctionnel, cela veut dire que tous les pièces électroniques travaillent comme prévu. Pour la capture d'angle un résultat satisfaisant est la capture d'une valeur avec une précision de 1 degré. L'affichage doit être mis à jour sur l'écran de façon régulière à une fréquence assez élevée (2 fois par seconde). La plaque doit être ajustable de façon manuelle facilement, simplement et rapidement. La télécommande doit pouvoir envoyer un signal pour monter la plaque et un autre pour la descendre et le moteur doit tourner du bon sens pour pouvoir effectuer le mouvement de la plaque dans la direction désirée. Pour voir si le prototype n'a pas fonctionner il suffit de voir si les critères mentionnées ci-dessus ont été vérifiées et si non, le prototype a faillit.

### Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Nous allons développer du code arduino qui lit l'angle, l'affiche sur le LCD, ensuite vérifie si la télécommande a envoyé un signal et fait tourner le moteur dans la direction approprié dans le cas échéant. Nous allons ensuite tester chaque la fonctionnalité de chaque sous-système. En branchant le système et observant le comportement du système à des commandes envoyées par la télécommande et par les ajustements manuels.

### Décrivez le type de prototype (p. ex. ciblé ou compréhensif) et la raison pour avoir choisi ce type de prototype.

En raison du fait que notre prototype sera construit avec des matériaux tangible, ce prototype sera de type physique. Il sera également compréhensif car il traite non seulement de l'aspect du sous-système implémenté pour la levée et la descente de la plaque (moteur+courroie) mais aussi

de l'électronique (arduino) pour l'affichage digital de l'angle. On a en effet une vue d'ensemble du dispositif final et de comment il va fonctionner.

Décrivez le processus d'essai avec assez de détail pour permettre quelqu'un d'autre que vous de construire et essayer le prototype.

L'accéléromètre sera attaché par un ruban adhésif au dessous de la plaque, et le moteur sera monté à l'arrière de la base et tenu en place via des attaches "zip ties". Le reste des composantes seront connectées au microprocesseur arduino dans les inputs appropriés. Ajustez l'angle manuellement pour voir si l'affichage d'angle est précis, utiliser la télécommande pour monter et ensuite descendre la plaque, vérifier si la plaque monte et descend du bon montant.

Qu'est-ce qui sera mesurée?

Pendant le processus d'essai du prototype 2, il s'agira de mesurer l'efficacité des composantes électriques tel que le moteur, l'arduino, le contrôleur, l'accéléromètre et la télécommande pour s'assurer qu'on obtienne un comportement désiré. Nous allons également mesurer l'efficacité du code arduino afin qu'il compile comme il le faut et active les pièces électroniques au bon moment.

Qu'est-ce qui sera observé et comment est-ce que ce sera documenté?

Pendant l'essai de ce prototype nous allons observer le fonctionnement du sous-système traitant la levée et la descente de la plaque avec le moteur et la courroie. Nous allons également vérifier que notre code fonctionne avec arduino pour afficher l'angle sur l'écran. Nous allons nous assurer que le tout fonctionne comme prévu et qu'il n'y a pas de défaillances au niveau fonctionnel du sous-système. Le tout sera documenté à l'aide de vidéo et de notes écrites.

Quels matériaux sont requis et quelle est l'estimation de leurs coûts approximatifs?

Les matériaux requis sont un kit arduino et un accéléromètre ainsi qu'un moteur électrique. Le coût total du kit arduino et de l'accéléromètre était de 48.98\$, nous avons déjà un moteur appartenant à un des membres de l'équipe que nous avons utilisé.

Quel travail (p. ex. logiciel d'essai ou travail de construction ou de modélisation ou de recherche) doit être fait?

Nous allons établir un prototype physique compréhensif qui nous permettra de déterminer si la courroie et le moteur pourront faire monter et descendre la plaque et aussi si le programme arduino permettra d'afficher l'angle de la plaque à l'écran. Mais pour pouvoir faire cela il faut déterminer les tâches à faire, qui fera quoi et comment nous allons procéder pour faire les essais. D'abord, nous devons compléter une petite liste de tâches à faire avant de continuer. Il va falloir acheter le matériel pour le prototype, ensuite construire le prototype et effectuer les tests. Comme décidé, ce sera Alexandre qui achètera le matériel et nous allons tous participer dans la

construction et dans les essais de l'appareil. Maintenant pour ce qu'il y a à faire avec la procédure pour les essais, le tout sera déterminé et rédigé dans ce document (le document contient la plan d'essai pour le prototypage ce qui est la partie qui traite cela).

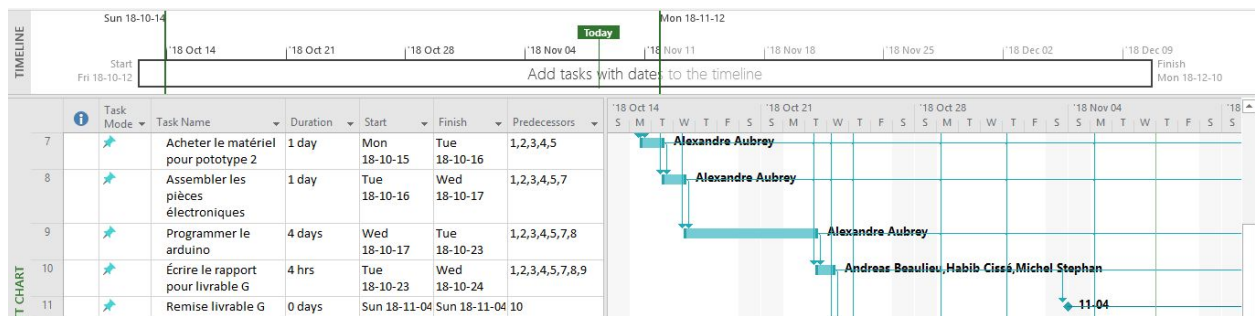
### Comment est-ce que cela va se passer?

Le prototype deux, soit l'ensemble des systèmes électroniques, a été implémenté dans le châssis que nous avons créé avec le premier prototype. Nous avons effectué diverses modifications mineures pour l'adapter au système électronique que nous avons développé. Initialement, nous avons testé uniquement le système électrique. Ceci a été fait en exécutant graduellement notre code en fonction que nous programmions celui-ci. Par la suite, le système a été testé en l'actionnant de manière externe, par la télécommande. Lorsque nous étions certain que le système électroniques fonctionnait, nous avons implémenté celui-ci dans le châssis modifié pour tester la motion de la plaque.

### Combien de temps est-ce que l'essai va prendre et quelles sont les dépendances (c.-à-d. qu'est-ce qui doit arriver avant de pouvoir faire l'essai)?

L'essai comme tel ne devrait pas prendre plus qu'une quinzaine de minutes. Il ne s'agit que de démarrer le moteur à l'aide de l'arduino, du contrôleur et de la télécommande afin de vérifier que la plaque s'élève et se baisse comme que prévu. Par la suite, il faudra s'assurer que l'écran montre le bon angle pour l'angle de la plaque ce qui vérifiera le fonctionnement de l'accéléromètre et que l'angle montrer sur l'écran varie en fonction de la variation de l'inclinaison de la plaque.

Un diagramme de Gantt séparé peut être préparé pour s'assurer que l'essai correspond bien avec le calendrier global du projet ou peut être défini comme faisant parti intégral de ce calendrier (p. ex. comme une sous-tâche).



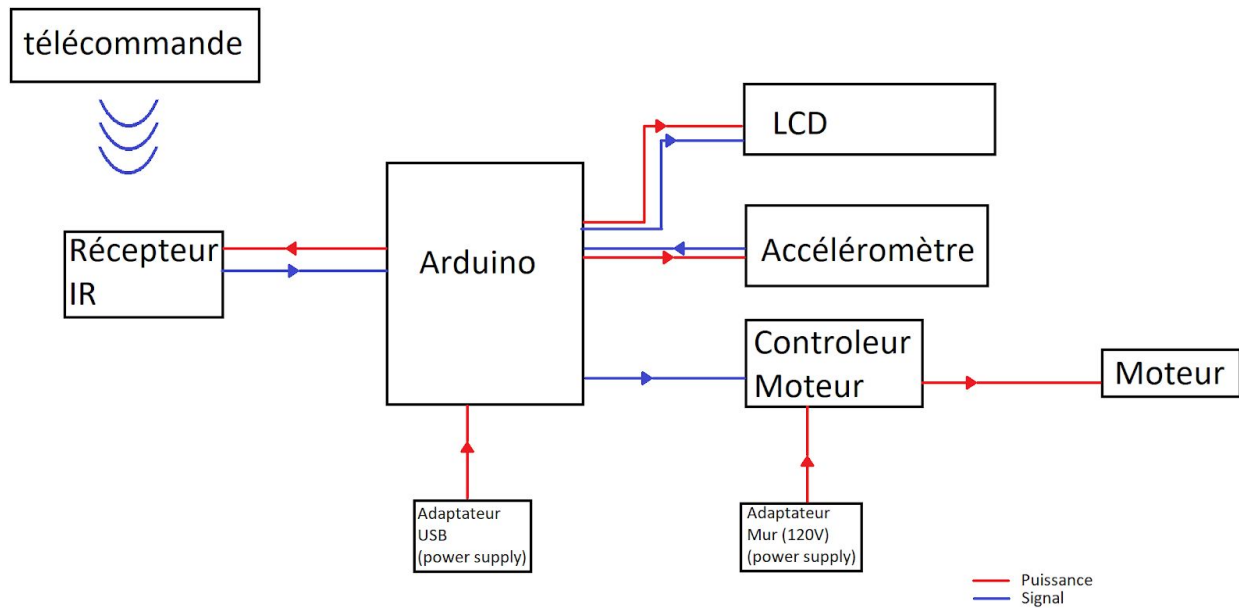
Par quand est-ce que les résultats sont requis (c.-à-d. qu'est-ce qui dépend des résultats de cet essai dans le plan du projet)?

Les résultats des essais du prototype 2 sont requis avant la prochaine rencontre avec le client. La complétion du document contenant tous les résultats des essais du prototype 2 seront nécessaires pour démontrer le progrès de la conception et donner un aperçu au client ainsi qu'aux membres de l'équipe. Sans eux, nous ne pouvons pas nous assurer que le concept fonctionne comme il est supposé et le client n'est pas convaincu de nos efforts envers la conception. Il devient donc primordial que le tout soit complété au plus tard le 4 novembre avant minuit tel que prédéterminé par le professeur du cours de GNG 1503.

### **Déroulement des essais:**

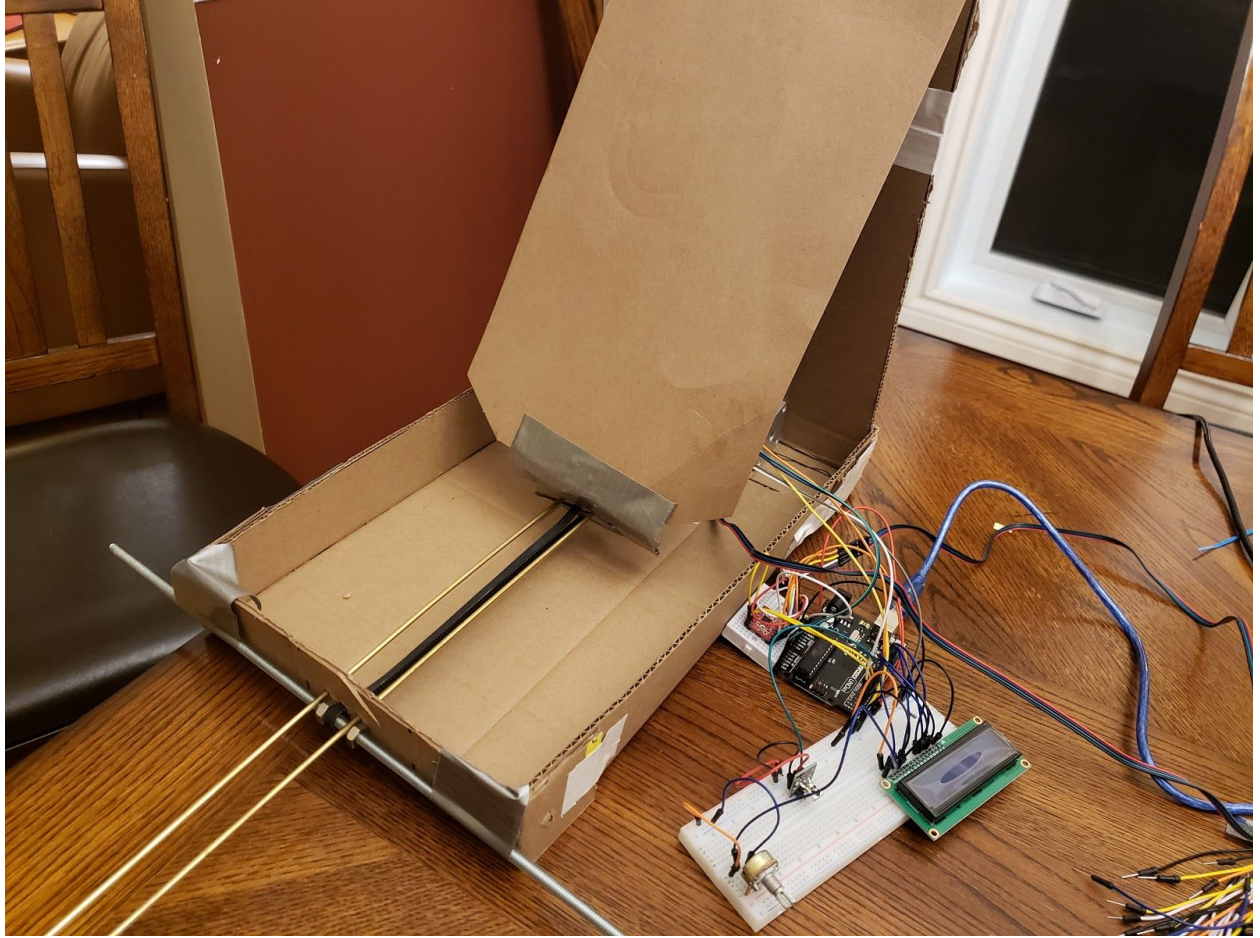
Les images qui suivent démontrent l'apparence et le fonctionnement du sous-système ciblé. Le sous-système de télécommande, de capture et d'affichage d'angle, ainsi que l'ajustement manuel fonctionne. Nous avons par contre des problèmes avec le moteur et son contrôleur qui résulte en un comportement erratique et imprévisible. Le moteur est toutefois assez puissant pour faire bouger la plaque.

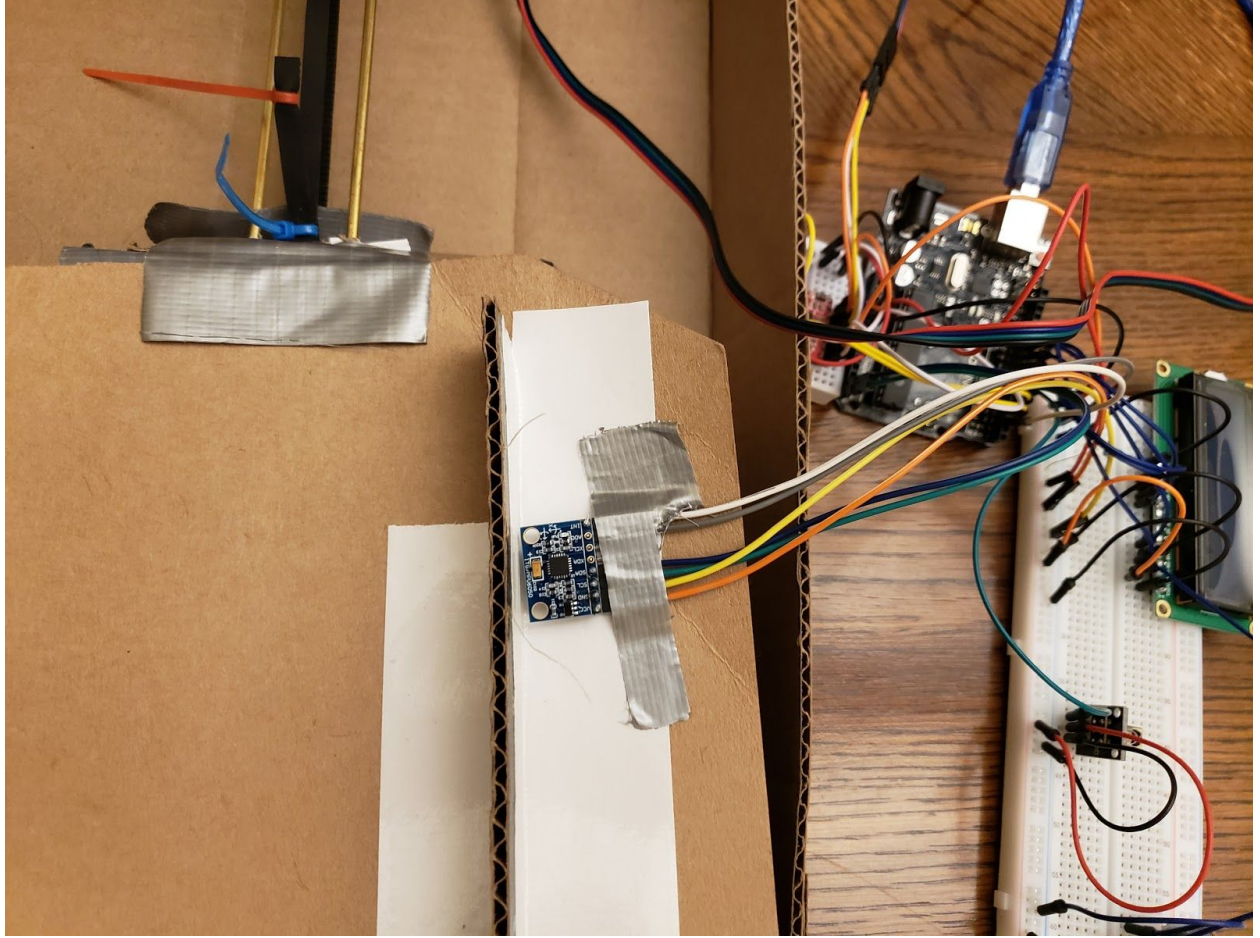
Le diagramme bloc du système est montré ci-dessous:



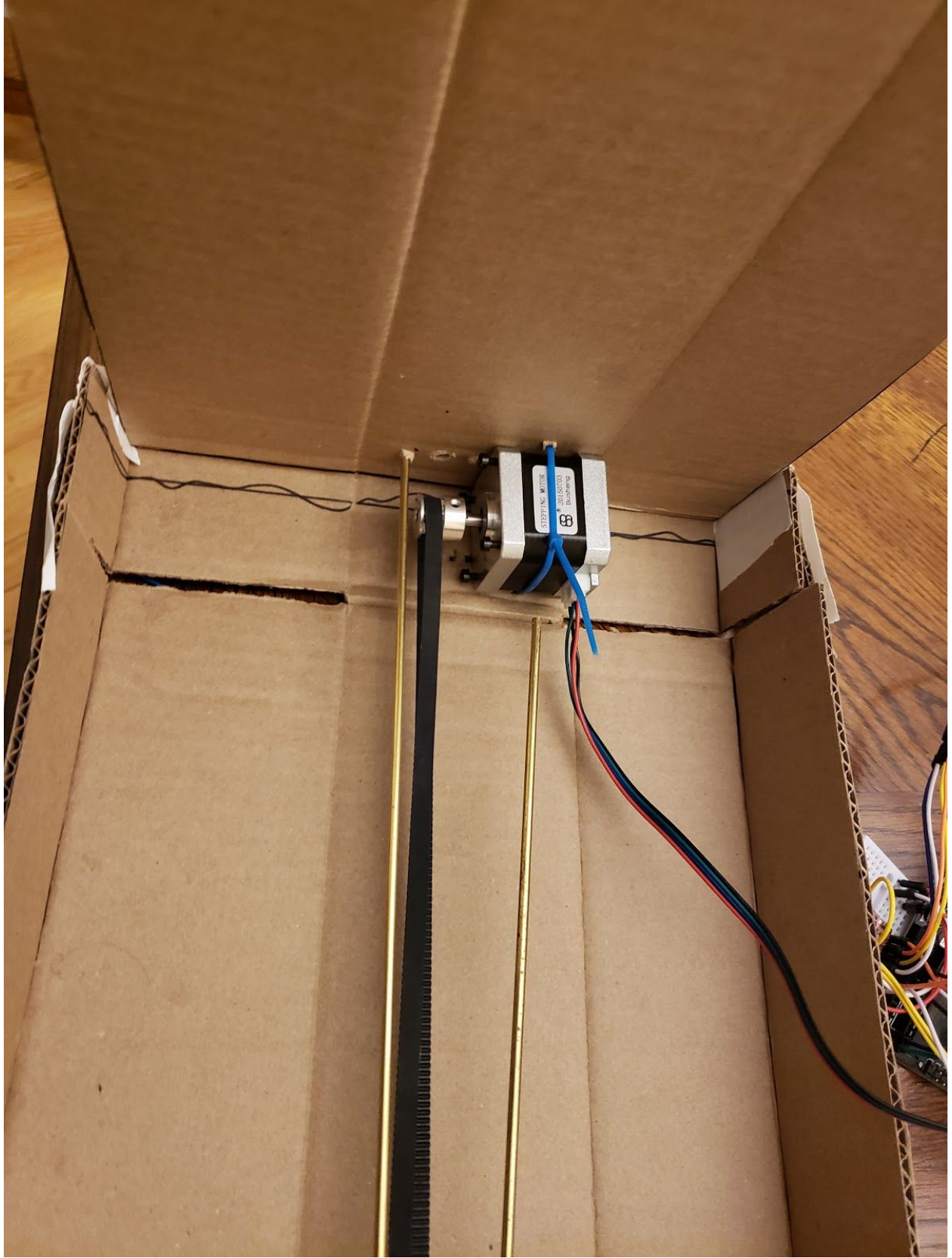
Le code source de la version finale est mis en annexe à la fin du rapport.

### **Images:**









### **Rencontre 3 avec le client:**

Pendant cette rencontre, nous avons exécuté une courte présentation de 2 minutes dans le but de mettre à jour notre client. Nous lui avons donné le compte rendu de notre progrès, un survol du fonctionnement du second prototype et finalement, nous lui avons expliqué ce qu'il nous restait à faire dans le but de présenter notre troisième prototype et ainsi de finaliser le projet. Pour boucler la présentation, dans le but d'obtenir de la rétroaction constructive pour la suite de notre projet, nous avons demandé au client si il avait des questions ou des préférences et avons noté ce qu'il avait à dire.

En somme, notre prototype 2 qui traitait du sous système des composantes électroniques s'est avéré fiable car tous les tests ont donné des résultats positifs. Le client semblait par ailleurs satisfait du dispositif. Nous pouvons donc finaliser notre dispositif avec celui-ci.

Suite à l'élaboration du prototype 2, il ne restait plus qu'à implémenter le prototype final. Celui-ci est une amélioration incrémentale du prototype 2 avec une base en métal. Il est une version complète de notre dispositif final. Nous obtiendrons également une rétroaction de celui-ci du client.

### **Plan d'essai pour le prototypage**

#### **Pourquoi est-ce qu'on fait cet essai?**

Cet essai a été exécuté dans le but de développer le produit final. Cela nous permettra d'avoir une idée de notre projet complet avec tous ses sous-systèmes. Cela nous permettra d'effectuer les quelques modifications nécessaires pour pouvoir présenter notre produit final lors de la journée de conception en pleine confiance. Il est nécessaire de faire cet essai puisqu'il faut observer le fonctionnement du système comme un tout pour s'assurer que chaque sous-système s'enchaîne et travaille en toute synchronicité l'un avec l'autre.

#### **Description des objectifs de l'essai**

##### **Quels sont les objectifs spécifiques de l'essai?**

Nous voulons implémenter et tester:

- L'élévation et l'abaissement de la plaque d'essai à l'aide du moteur
- Un affichage d'angle via un écran LCD lorsque la plaque change d'angle
- S'assurer que le moteur fait monter la plaque aux incréments pré-déterminés
- Un contrôle du moteur par une télécommande
- Le poids total (s'assurer que c'est raisonnable)
- La taille (s'assurer que c'est portable)

### Qu'est-ce qu'on peut apprendre ou communiquer exactement avec ce prototype?

Ce prototype permettra de voir comment notre solution globale fonctionne. C'est à dire comment les composantes électroniques de la plaque tel que le moteur, l'arduino, la télécommande, contrôleur pour le moteur, l'accéléromètre et l'écran fonctionnent entre elles pour pouvoir faire monter et descendre la plaque et avoir un affichage digital de l'angle. Le tout nous permet de diminuer les risques et les coûts liés à ces risques puisqu'en effectuant un tel essai, nous vérifions que le concept pourra bel et bien fonctionner à cent pourcent. Sans vérifier cela, si par malchance le concept ne fonctionnait pas, il sera beaucoup plus dispendieux à réaliser cela lorsque nous sommes en train de construire des prototypes qui sont beaucoup plus complexes et ayant des composantes beaucoup plus chères.

### Quels sont les types de résultats possibles?

Pour la capture d'angle, les résultats possibles sont une capture satisfaisante, une capture qui est instable/imprécise, ou bien une incapacité de capturer l'angle. Pour l'affichage les résultats sont un affichage correct de ce que nous voulons, un affichage erroné de valeurs inattendues (bug) ou bien une incapacité de connecter le panneau LCD correctement. Le mouvement manuel peut soit être effectuer avec facilité, avec difficulté ou bien ne soit pas possible. Le moteur peut ne pas être assez puissant, ne pas être contrôlable, ou fonctionner de manière voulue si bien que la plaque ne peut être levée ou abaissée. La télécommande peut envoyer des signaux non déchiffrables, non recevable, ou avoir un bon lien. Chacune de ces sous composantes peut fonctionner individuellement mais être défailante lorsque assemblée avec tout le dispositif. Il va falloir donc les ajuster les unes aux autres éventuellement pour que la solution fonctionne.

### Comment est-ce que ces résultats vont aider à prendre des décisions ou choisir des concepts?

On met en place des standards qui correspondent à "réussite" ou "échec" dans les essais. À chaque fois que le prototype satisfait un standard, on le conserve sinon on change/améliore le sous-système lié à cet échec pour faire fonctionner le prototype. Par exemple, si on n'arrive pas à faire lever la plaque aux incréments prédéfinis, on considère ce standard comme "échec" et l'on met en place un autre moyen d'implémenter ce sous-système.

### Quels sont les critères pour le succès ou la faillite de l'essai?

Afin de déterminer si le prototype a fonctionné, il faut prédéterminer des critères qui pourront faciliter les décisions par rapport à la réussite du prototype. Si notre prototype est fonctionnel, cela veut dire que tous les sous-systèmes travaillent en synergie comme prévu. Afin de vérifier ceci, chaque sous-système traités dans les prototypes précédents doivent être fonctionnelles et chaque sous-système doit pouvoir avoir un rôle dans le fonctionnement général du produit. Pour

voir si le prototype n'a pas fonctionné il suffit de voir si les critères mentionnés ci-dessus ont été vérifiées et si non, le prototype a failli.

#### Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Nous allons mettre ensemble tous nos sous-systèmes c'est à dire relier les composantes électroniques entre elles et à la plaque pour obtenir un prototype de notre dispositif final. Nous allons ensuite tester comment le dispositif fonctionne globalement. On pourra ainsi vérifier si les composantes fonctionnent bien ensemble.

Décrivez le type de prototype (p. ex. ciblé ou compréhensif) et la raison pour avoir choisi ce type de prototype.

En raison du fait que notre prototype sera construit avec des matériaux tangibles, ce prototype sera de type physique. Il sera également de type compréhensif car il traite le fonctionnement global de tous les sous-systèmes implémentés. On a en effet une vue d'ensemble du dispositif final et de comment il va fonctionner.

Décrivez le processus d'essai avec assez de détail pour permettre quelqu'un d'autre que vous de construire et essayer le prototype.

L'accéléromètre sera attaché par un ruban adhésif au dessous de la plaque, et le moteur sera monté à l'arrière de la base et tenu en place via des attaches "zip ties". Le reste des composantes seront connectées au microprocesseur arduino dans les inputs appropriés. Ajustez l'angle manuellement pour voir si l'affichage d'angle est précis, utiliser la télécommande pour monter et ensuite descendre la plaque, vérifier si la plaque monte et descend du bon montant.

#### Qu'est-ce qui sera mesurée?

Pendant le processus d'essai du prototype 3, il s'agira de mesurer l'efficacité des composantes électriques tel que le moteur, l'arduino, le contrôleur, l'accéléromètre et la télécommande pour s'assurer qu'on obtienne un comportement désiré. Il s'agira également de mesurer l'efficacité du code arduino afin qu'il compile comme il le faut en activant les pièces électroniques au bon moment, ainsi que l'efficacité de nos pièces de plastique imprimées à l'aide d'une imprimante 3D et l'efficacité générale de tous les matériaux utilisés (c'est à dire, s'assurer que le métal résiste à la déformation, que le plastique soit attaché de façon à ce que le tout soit solide etc.).

#### Qu'est-ce qui sera observé et comment est-ce que ce sera documenté?

Pendant l'essai de ce prototype nous allons observer le fonctionnement du sous-système traitant la levée et la descente de la plaque avec le moteur et la courroie. Nous allons également vérifier que notre code fonctionne avec arduino pour afficher l'angle sur l'écran. Il sera aussi pertinent de vérifier que les matériaux utilisés répondent aux critères de conception et que le fonctionnement global de la plaque à l'essai est à niveau. Nous allons nous assurer que le tout fonctionne comme

prévu et qu'il n'y a pas de défaillances au niveau fonctionnel de chaque sous-système. Nous allons ensuite vérifier que le circuit imprimé qui sera implémenté fonctionne comme il le faut (remplace la plaque d'essai). Le tout sera documenté à l'aide de vidéo et de notes écrites.

#### Quels matériaux sont requis et quelle est l'estimation de leurs coûts approximatifs?

Les matériaux requis sont un kit arduino et un accéléromètre ainsi qu'un moteur électrique. 2 rampes ainsi que les dispositifs de soutien de la plaque qui seront confectionnées par impression 3d. Des circuits imprimés qui remplaceront les plaques d'essai de l'arduino ainsi que des fils pour souder le circuit de l'arduino qu'on a décidé d'obtenir via des câbles ethernet pour des raisons d'esthétique. Le coût total du kit arduino et de l'accéléromètre était de 48.98\$, nous avons déjà un moteur appartenant à un des membres de l'équipe que nous avons utilisé. Les câbles ethernet ont coûtés environ six dollars. Et les circuits imprimés (obtenus au lab) tout comme les dispositifs de soutien de la plaque n'ont rien coûtés.

#### Quel travail (p. ex. logiciel d'essai ou travail de construction ou de modélisation ou de recherche) doit être fait?

Nous allons établir un prototype physique compréhensif qui nous permettra de déterminer si chaque sous-système implémenté dans les prototypes 1 et 2 fonctionnent comme prévu et que tous les sous-systèmes travaillent ensemble. Mais pour pouvoir faire cela il faut déterminer les tâches à faire, qui fera quoi et comment nous allons procéder pour faire les essais. D'abord, nous devons compléter une petite liste de tâches à faire avant de continuer. Il va falloir acheter le matériel pour le prototype, ensuite construire le prototype et effectuer les tests. Comme décidé, ce sera Alexandre qui achètera le matériel et nous allons tous participer dans la construction et dans les essais de l'appareil. Maintenant pour ce qu'il y a à faire avec la procédure pour les essais, le tout sera déterminé et rédigé dans ce document (le document contient le plan d'essai pour le prototypage ce qui est la partie qui traite cela).

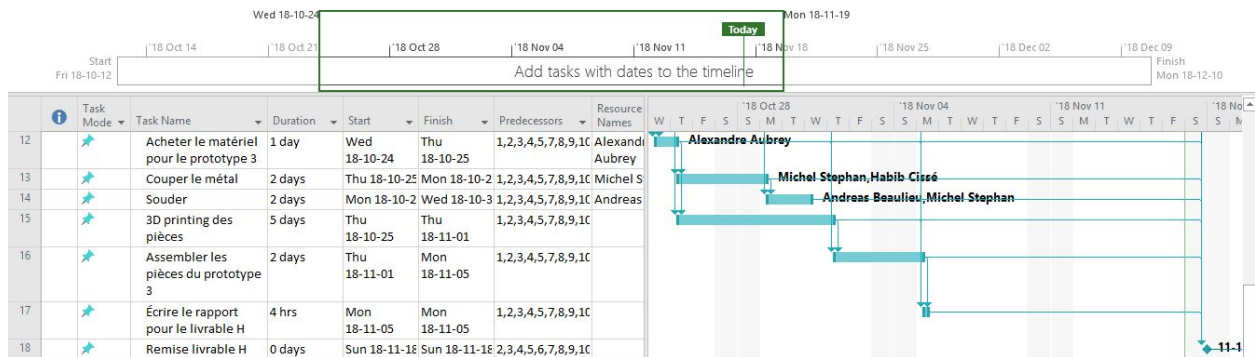
#### Comment est-ce que cela va se passer?

Le prototype 3, soit l'ensemble de tous les sous-systèmes, a été implémenté dans une construction métallique ressemblant le châssis que nous avons créé avec le premier prototype. L'essai débutera par une vérification ayant comme but de déterminer que tous les composants sont bien organisés et fixés ensemble. Nous allons ensuite nous assurer que les sous-systèmes implémentés dans les deux derniers prototypes fonctionnent comme prévu et travaillent ensemble. Si un sous-système ne fonctionne pas comme il le faut, le tout tombe à l'eau. Il faudra également vérifier que les matériaux utilisés sont assez solides et résistants à l'eau. Il sera aussi pertinent de vérifier si le nouveau circuit imprimé fonctionne (au lieu de la plaque d'essai).

#### Combien de temps est-ce que l'essai va prendre et quelles sont les dépendances (c.-à-d. qu'est-ce qui doit arriver avant de pouvoir faire l'essai)?

L'essai comme tel ne devrait pas prendre plus qu'une quinzaine de minutes mais le travail à faire avant oui. Il faut assembler chaque partie du prototype ensemble pour avoir le dispositif global et cela passe par la soudure du circuit qui est l'étape la plus longue. L'assemblage (coller les sous composants entre elles à l'aide de colle) devrait prendre quelques minutes à une heure maximum. Quant à la soudure du circuit, cela peut prendre plusieurs heures. Par la suite, il faudra s'assurer que le tout fonctionne bien c'est à dire qu'on arrive à faire monter et descendre la plaque sans problème avec le moteur et la courroie et que l'écran montre le bon angle pour l'angle de la plaque ce qui vérifiera le fonctionnement du circuit de l'arduino et de sa bonne soudure.

Un diagramme de Gantt séparé peut être préparé pour s'assurer que l'essai correspond bien avec le calendrier global du projet ou peut être défini comme faisant parti intégral de ce calendrier (p. ex. comme une sous-tâche).



Par quand est-ce que les résultats sont requis (c.-à-d. qu'est-ce qui dépend des résultats de cet essai dans le plan du projet)?

Les résultats des essais du prototype 3 sont requis avant la date d'échéance du livrable H. La complétion du document contenant tous les résultats des essais du prototype 3 seront nécessaires pour démontrer le progrès de la conception et donner un aperçu au client ainsi qu'aux membres de l'équipe. Sans eux, nous ne pouvons pas nous assurer que le concept fonctionne comme il est supposé et le client n'est pas convaincu de nos efforts envers la conception. Il devient donc primordial que le tout soit complété au plus tard le 18 novembre avant minuit tel que prédéterminé par le professeur du cours de GNG 1503..

**Déroulement des essais:**

Les images qui suivent démontrent l'apparence et le fonctionnement du sous-système compréhensif de tous les sous-systèmes sous forme globale. La plaque est solide, l'accéléromètre fonctionne et l'angle de la plaque est affiché à l'écran. Le moteur est assez puissant pour faire

bouger la plaque et le fait en incréments le bouton qui est pesé sur la télécommande. La courroie fait monter et descendre la plaque sans glisser et tous les pièces 3D sont bien fixé à la plaque. Finalement, la soudure des fils au circuit imprimé fonctionne et remplace la plaque d'essai.

Concernant la rencontre avec le client au sujet de notre prototype 3, nous avons exécuté une courte présentation de 2 minutes dans le but de mettre à jour notre client. Nous lui avons donné le compte rendu de notre progrès, un survol du fonctionnement du second prototype et finalement, nous lui avons expliqué ce qu'il nous restait à faire dans le but de présenter notre troisième prototype et ainsi de finaliser le projet. Pour boucler la présentation, dans le but d'obtenir de la rétroaction constructive pour la suite de notre projet, nous avons demander au client si il avait des questions ou des préférences et avons noté ce qu'il avait à dire

### Images:











Le prototype 3 qui traitait d'une version complète de notre solution finale s'est avéré fiable car tous les tests ont donné des résultats positifs. Le client semblait par ailleurs satisfait du dispositif lorsque celui-ci lui a été présenté le jour de la journée de conception.

## Manuel d'instruction:

### Quel est le but du panneau d'impact:

C'est un dispositif (panneau d'impact) portable, maniable, facile à nettoyer avec angle variable qui peut servir de cible pour effectuer des tests de chute de gouttes de sang. Celui-ci fut conçu pour les centres de recherche de la police qui leur permet d'étudier la forme des taches de sang qui impactent sur les scènes de crime.

### Assemblage

- 1) Soulever le mur de soutien métallique dans le but d'ouvrir le boîtier.
- 2) Brancher la source de courant au port d'alimentation. Brancher le câble USB dans une source de courant (prise électrique, ordinateur, batterie) au circuit électronique.
- 3) Insérer les deux tiges de supports (aussi utilisées en tant que rampes), disposées sur les côtés de la boîte, autour des vis de supports dans le but de garder le mur de soutien ouvert en tout temps.

### Utilisation

- 1) À l'aide du transmetteur infrarouge, pointer vers le récepteur et appuyer sur un touche pour réaliser la commande désirée dans le but de placer la plaque à un angle recherché.

Pour monter la plaque d'impact de 5 degrés, appuyez sur la flèche du haut.

↑

Pour descendre la plaque d'impact de 5 degrés, appuyez sur la flèche du bas.

↓

Pour effectuer un micro ajustement vers le haut, la flèche de droite.

→

Pour effectuer un micro ajustement vers le bas, la flèche de gauche.

←

- 2) Basé sur l'angle indiqué sur l'affichage, lorsque l'emplacement de la plaque d'impact vous satisfait, procédez avec vos tests.

### Désassemblage

- 1) Retirer les deux tiges de supports entourant les vis de support.
- 2) Débrancher tous les fils électriques.
- 3) Baisser le mur de soutien et fermer le boîtier.

### Nettoyage

- 1) **Mise en garde:** tout fils électriques branchées à la plaque doivent être débranchées avant de pouvoir effectuer les prochaines étapes.
- 2) Le nettoyage de la plaque peut être effectué à l'aide d'une éponge et/ou lingette avec un peu d'eau savonneuse sur la plaque et la base en métal.  
**\*Il faut toutefois faire attention d'éviter toutes composantes électroniques.\***
- 3) Le séchage peut être fait à la main à l'aide d'un linge ou en laissant aérer la plaque.

#### Entreposage

- 1) S'assurer que la plaque soit bien séchée avant d'entreposer celle-ci.
- 2) S'assurer que la plaque soit complètement désassemblé et plié à son état de rangement avant d'entreposer.
- 3) Une fois le tout effectué la plaque peut être entreposé en toute sécurité dans un endroit isolé et hors de la portée des enfants.
- 4) Entreposé à l'intérieur dans un environnement sec là où la température est entre 0 et 40° C.

#### Composantes et fonctionnement:

Moteur:

Moteur permettant de faire monter et descendre la plaque.

Carte Arduino Uno:

Carte arduino permettant de réguler l'élévation et l'abaissement de la plaque.

Télécommande:

télécommande permettant de communiquer avec le système de contrôle d'angle.

Récepteur:

Récepteur IR qui reçoit le signal de la télécommande.

Afficheur à cristaux liquides (LCD):

Écran permettant d'afficher l'angle de la plaque par rapport à la verticale.

Capteur d'angle:

Accéléromètre permettant de déterminer l'angle de la plaque à un moment donné.

Matériel de construction de la structure:

Le matériel de construction de la structure est composé d'acier galvanisé permettant de construire un boîtier métallique avec un mur de support.

Plaque en plastique:

Plaque de plastique servant de plaque d'impact pour le sang.

Charnières pour la plaque et le mur:

Servent de pivots pour pouvoir implémenter un mouvement de bascule à la plaque et au mur de support.

Épingles:

Permettent de tenir un matériel (papier, du tissu, du coton, etc.) pour effectuer les testes d'impactes sanguins.

Rampes:

Permettent de guider la plaque pendant son élévation et son abaissement pour faciliter la tâche du moteur s'assurant que le mur de support reste ouvert.

Tiges métalliques:

Permettent de guider le bas de la plaque et réduire la friction entre la base et la plaque.

Courroie:

Permet de déplacer le bas de la plaque pour ainsi faire monter et descendre celle-ci. La courroie est enroulé autour du moteur et attaché à la plaque donc quand le moteur tourne, la courroie se déplace ce qui fait donc déplacer le bas de la plaque.

Écrous et boulons:

Permettent de fixer les pièces ensembles tel que le mur de support à la base, la plaque à la base, etc.

Boîtes et protecteurs en plastique:

Permettent de protéger les composantes électroniques contre les éclabousses sanguins.

Mise en Garde:

- 1) Les composantes électroniques ne doivent jamais être en contact avec l'eau.
- 2) Ne pas lancer le panneau d'impact.
- 3) Ne pas lécher la colle qui se retrouve sur le panneau d'impact. Il s'agit d'une colle Epoxy qui peut être toxique si ingéré. Si vous croyez avoir ingéré de la colle Epoxy, veuillez contacter le centre antipoison de l'Ontario.
- 4) Ne pas manipuler les fils électriques car vous risquez d'avoir un choc électrique.
- 5) Ne jamais laver la plaque lorsqu'elle est encore branchée. Ceci peut résulter en une décharge électrique fatale.

L'Équipe Équipé n'est en aucun cas responsables pour les dommages au panneau d'impact.

### **Conclusion**

En somme, nous sommes arrivés à produire un produit fonctionnel et qui remplit les besoins du client. Celui-ci était par ailleurs très satisfait de notre travail et n'a pas manqué de nous féliciter à maintes reprises et nous encourager tout au long de notre processus de conception. Nous avons décidé des décisions concrètes et sommes satisfaits du travail accompli et que notre client l'ait apprécié.

### **Bibliographie:**

MPU-6050 Accelerometer + Gyroscope, <https://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050>, consulté le 23 octobre 2018

## Annexe:

### Annexe 1: version finale du code Arduino

```
//version 2.3
#include<Wire.h>
#include <IRremote.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <math.h>

//init gyro
const int MPU = 0x68;
int16_t AcX, AcY, AcZ, Tmp, GyX, GyY, GyZ;
int GyXoff, GyYoff, GyZoff;
double pitch, roll;
int iRoll = 0;
int angle = 0;

//init accelerometer
int AcXoff, AcYoff, AcZoff;
int temp, toff;
double t, tx, tf;

//init stepper motor
const int stepPin = 3;
const int dirPin = 4;
const int motorDelay = 5000;

//init ir receiver
const int irReceiverPin = 6;
IRrecv irrecv(irReceiverPin);
decode_results results;

//init lcd
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x6B);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission(true);
  Serial.begin(9600);
  irrecv.enableIRIn();
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Votre Angle Est:");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("          ");
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
}
```

```

//Gyro correction
GyXoff = 480;
GyYoff = 170;
GyZoff = 210;

//Acceleration data correction
AcXoff = -950;
AcYoff = -300;
AcZoff = 0;

//Temperature correction for accel/gyro
toff = -1600;
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Votre Angle Est:");
  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x3B);
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(MPU, 14, true);

  if (irrecv.decode(&results)) {
    switch (results.value) {
      case 0xFF18E7: /*Serial.println("UP");*/      myStep(1); break; //go up
      case 0xFF4AB5: /*Serial.println("DOWN");*/    myStep(-1); break; //go down
      case 0xFF5AA5: /*Serial.println("UP");*/      myCountStep(5); break;
//move up ~0.5 degrees with right side arrow
      case 0xFF10EF: /*Serial.println("DOWN");*/    myCountStep(-5); break;
//move down ~0.5 degrees with left side arrow
      default:/* Serial.println("other"); */        break;
    }
    irrecv.resume();
  }
  lcd.setCursor(0, 1);

  delay(500);
  //read temperature data
  temp = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + toff;
  tx = temp;
  t = tx / 340 + 36.53;
  tf = (t * 9 / 5) + 32;

  //read accel data
  AcX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcXoff;
  AcY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;
  AcZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;

  //read gyro data
  GyX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyXoff;
  GyY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyYoff;
  GyZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyZoff;

```



```

//get pitch/roll
getAngle(AcX, AcY, AcZ);

iRoll = roll;
angle = abs(iRoll);
lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(angle);

delay(500);
}

void myStep(int i) {

  delay(500);

  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x3B);
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(MPU, 14, true);

  //read temperature data
  temp = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + toff;
  tx = temp;
  t = tx / 340 + 36.53;
  tf = (t * 9 / 5) + 32;

  //read accel data
  AcX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcXoff;
  AcY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;
  AcZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;

  //read gyro data
  GyX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyXoff;
  GyY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyYoff;
  GyZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyZoff;

  //get pitch/roll
  getAngle(AcX, AcY, AcZ);

  //find nearest factor of 5 to iRoll

  iRoll = roll;
  angle = abs(iRoll);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(angle);

  int target = 0;
  if (i < 0) { //set direction
    digitalWrite(dirPin, LOW);
    target=angle+5;
  }
  if (i > 0) {
    digitalWrite(dirPin, HIGH);

```

```

    target=angle-5;
}

if ((target > 90) || (target < 0)) {
    // Serial.println("not moving");
    return;//cannot go over 90 degrees or below 0 degrees
}

//step until we reach next factor of 5
while (abs(angle - target) > 0.1) {
    digitalWrite(stepPin, HIGH);
    delayMicroseconds(5000);
    digitalWrite(stepPin, LOW);
    delayMicroseconds(5000);

    delay(50);

    Wire.beginTransmission(MPU);
    Wire.write(0x3B);
    Wire.endTransmission(false);
    Wire.requestFrom(MPU, 14, true);

    delay(50);
    //read temperature data
    temp = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + toff;
    tx = temp;
    t = tx / 340 + 36.53;
    tf = (t * 9 / 5) + 32;

    //read accel data
    AcX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcXoff;
    AcY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;
    AcZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + AcYoff;

    //read gyro data
    GyX = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyXoff;
    GyY = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyYoff;
    GyZ = (Wire.read() << 8 | Wire.read()) + GyZoff;

    delay(50);
    //get pitch/roll
    getAngle(AcX, AcY, AcZ);

    iRoll = roll;
    angle = abs(iRoll);
    // factor = angle / 5;
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("                ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(angle);
}
}

void myCountStep(int i){

```

```
if(i<0){
    digitalWrite(dirPin, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(dirPin, LOW);
}
delay(50);
for(int x=0; x<(abs(i)); x++){
    digitalWrite(stepPin, HIGH);
    delayMicroseconds(5000);
    digitalWrite(stepPin, LOW);
    delayMicroseconds(5000);
}
}

void getAngle(int Vx, int Vy, int Vz) {
    double x = Vx;
    double y = Vy;
    double z = Vz;
    pitch = atan(x / sqrt((y * y) + (z * z)));
    roll = atan(y / sqrt((x * x) + (z * z)));
    //convert radians into degrees
    pitch = pitch * (180.0 / 3.14);
    roll = roll * (180.0 / 3.14) ;
}
```