

**GNG1503A Génie de la conception**  
**Faculté de Génie**

**La Maniplak**

Présenté à  
**M. Emmanuel Bouendeu**

Par :

<b>Schwarzer, Adrianna</b>	<b>(300092128)</b>
<b>Moal, Gaëlle</b>	<b>(300094185)</b>
<b>Amraoui, Oumnia</b>	<b>(300064176)</b>
<b>Amraoui, Imane</b>	<b>(300064178)</b>
<b>Toukara, Madyfing</b>	<b>(300052193)</b>

Université d'Ottawa  
14 décembre 2018

## Remerciements

Nous tenons à remercier notre professeur M. Emmanuel Bouendeu, nos TA Sergio Guercin et Marc LeBlanc, et M. Ugo Garneau pour l'aide et leur contribution à la réussite de ce projet. Nous tenons aussi à remercier tous les bénévoles et les employés du Makerspace, du Centre Brunsfield et du MTC pour toute l'aide et leur conseil lors de la construction de notre système. Nous n'aurions jamais pu réussir à produire un prototype entièrement fonctionnel sans l'aide de toutes ces personnes extraordinaires.

## Résumé

Dans le cadre du cours GNG 1503 - Génie de la conception, nous avons confectionné un panneau d'impact pour notre client, l'agent d'identification médico-légale de la police d'Ottawa M. Ugo Garneau.

L'équipe est composée d'Adrianna Schwarzer, Gaëlle Moal, Oumnia Amraoui, Imane Amraoui et Madyfing Tounkara. Nous sommes étudiants en génie dans les domaines civil, mécanique biomédical et mécanique. Notre diversité culturelle et de formation nous a permis d'être complémentaire lors de ce projet et ainsi aboutir une solution fonctionnelle.

## Table des matières

Introduction.....	1
Le développement de notre solution.....	2
1. Emphatiser .....	2
2. Définir .....	4
3. Concevoir.....	4
4. Prototypage .....	6
5. Essai .....	9
6. Manuel de l'utilisateur .....	9
7. Fichiers de conception .....	14
Conclusion et recommandations .....	17
Bibliographie.....	18
Annexe .....	19

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau des énoncés du client et des besoins interprétés de ces énoncés.....	2
Tableau 2 : Tableau de la classification des besoins interprétés du client.....	3
Tableau 3: Liste des critères de conception et leurs valeurs respectives .....	4
Tableau 4: Liste des pièces composant le système et leur fonction respective .....	11
Tableau 5: Dimension et nature des composantes de la Maniplak .....	14
Tableau 6: Pièces et coût de la Maniplak.....	16

## Liste des figures

Figure 1: Image de notre prototype final: La Maniplak.....	5
Figure 2: Approximation de notre solution finale à l'aide de SolidWorks .....	6
Figure 3: Images de notre prototype 1 qui démontre le fonctionnement général de notre solution	6
Figure 4: Image du prototype 2, la partie électronique de notre système .....	7
Figure 5: Image des pieds ajustables présents sur les quatre coins du boîtier principal et de la bulle à niveau permettant l'ajustement à niveau du système .....	7
Figure 6: Image du sous-système électronique de notre solution finale. Un boîtier pour les piles permet la portabilité et les composants électroniques sont isolé de l'eau et des contaminants dans une boîte.....	8
Figure 7: Image de notre prototype final intégrant tous les résultats des prototypes précédents et les adaptations nécessaires .....	8
Figure 8: Image du produit final avec la légende des pièces .....	10
Figure 9: Étape 1 de la calibration du potentiomètre .....	13
Figure 10: Étape 3 et 5 de la calibration du potentiomètre .....	13
Figure 11: Description des composantes de la Maniplak .....	15

## Introduction

Notre client M. Ugo Garneau, agent d'identification médico-légale de la police d'Ottawa, analyse les impacts de sangs sur les scènes de crimes et les interprète pour comprendre l'origine du crime. Pour se faire, notre client utilise un panneau d'impact dont l'angle est ajustable. Aujourd'hui, le modèle utilisé par M. Garneau n'indique pas l'angle d'inclinaison de la plaque, l'obligeant à utiliser un rapport d'angle. Le client souhaiterait avoir un nouveau modèle de panneau d'impact ne nécessitant pas d'effectuer une lecture d'angle fastidieuse.

Notre objectif à travers ce projet est donc de confectionner un panneau d'impact indiquant l'angle d'inclinaison, tout en restant aussi robuste que celui qu'utilise le client aujourd'hui. De cette observation, nous avons imaginé une solution qui concilie l'électronique pour l'affichage de l'angle, et la robustesse du système, avec des matériaux durables et un mouvement initié mécaniquement. Notre solution, soit la Maniplak, apporte aussi plusieurs autres améliorations au panneau d'impact présentement utilisé par notre client. Ces améliorations comprennent des pieds ajustables pour mettre le système à niveau avec le sol à l'aide d'une bulle à niveau et plusieurs autres qui seront expliqué dans les sections qui suivent.

## Le développement de notre solution

### 1. Emphatiser

Lors des rencontres avec le client, nous avons pu échanger avec lui et comprendre sa problématique. A partir des informations recueillies auprès du client, nous avons pu définir ces besoins, répertoriés dans le tableau 1.

*Tableau 1 : Tableau des énoncés du client et des besoins interprétés de ces énoncés*

<b>Énoncé du client</b>	<b>Besoin interprété</b>
J'ai besoin que la plaque soit facilement nettoyable et désinfectable	Panneau nettoyable et désinfectable
J'aimerais transporter le dispositif facilement pour faire des ateliers	Taille compacte pour transport (portative) et légère
Je souhaiterais que la plaque soit de grande taille pour que la goutte de sang tombe sur la cible et pas sur le sol.	Dimensions et taille adéquate pour la tâche à réaliser
Il serait préférable que le panneau soit capable de s'ajuster à différents angles pour distinguer les différentes formes de tâches.	Le panneau est ajustable au niveau de l'angle.
Il n'est pas nécessaire que l'inclinaison soit définie avec un système automatisé.	Le panneau est ajustable manuellement
J'aimerais ne pas avoir besoin d'apporter d'instrument de mesure additionnel pour mesurer l'angle du panneau.	Un instrument de mesure est inclus dans le système pour identifier l'angle d'inclinaison et l'afficher sur un écran.
Il serait intéressant que le dispositif soit imprimable par imprimante 3D pour être accessible pour tous.	Le panneau est fait de matériaux utilisables par l'imprimante 3D Le dispositif est imprimable
Si le concepteur décide de créer le dispositif en pièces détachées, ce serait mieux qu'il soit facile à assembler sans prendre trop de temps.	Le panneau est conçu de façon à être facilement assemblé avec le moins de pièces détachables possibles.
Je souhaiterais qu'il soit possible de clipser différents type de surfaces sur le système (papier, tissu, plâtre...) puisque le sang réagit différemment sur ceux-ci.	Le panneau contient un dispositif pour clipser différents types de surfaces.
Je ne souhaite pas dépenser plus de 100\$ pour le système	Le coût de production est abordable.



Suite à l'identification des besoins, nous avons identifié leur importance relative et les avons classés dans le tableau 2.

*Tableau 2 : Tableau de la classification des besoins interprétés du client*

<b>Numéro</b>	<b>Besoin</b>	<b>Importance</b>
1	Panneau nettoyable et désinfectable	5
2	Taille compacte pour transport (portative) et légère	4
3	Dimensions et taille adéquates pour la tâche à réaliser	3
4	Le panneau est ajustable au niveau de l'angle.	5
5	Le panneau est ajustable manuellement	2
6	Un instrument de mesure est inclus dans le système pour identifier l'angle d'inclinaison	5
7	Le panneau est fait de matériaux utilisables par l'imprimante 3D Le dispositif est imprimable	2
8	Le panneau est conçu de façon à être facilement assemblé avec le moins de pièces détachables possibles.	2
9	Le panneau contient un dispositif pour clipser différents types de surfaces.	5
10	Le coût de production est abordable.	3

Légende:

- 5- Critique
- 4- Très désirable
- 3- Bien mais n'est pas nécessaire
- 2- Pas important
- 1- Indésirable

Ainsi, la définition des besoins du client nous a permis de mieux comprendre sa problématique.

## 2. Définir

Notre objectif est de concevoir un panneau d'impact avec un angle ajustable pour permettre à l'agent d'identification médico-légal de faciliter son analyse des projections de sang sur des scènes de crime.

## 3. Concevoir

Lors de la séance que nous avons eue avec le client, nous avons déterminé les critères de conception dont les plus importants sont la rugosité, les dimensions de la plaque et la méthode d'affichage et d'ajustement de l'angle. En se basant sur le besoin du client, nous avons pu effectuer un étalonnage et déterminer les spécifications cibles. Le tableau 3 contient alors les critères de conception, les contraintes, les exigences non fonctionnelles ainsi que les spécifications cibles déterminés.

*Tableau 3: Liste des critères de conception et leurs valeurs respectives*

Critères de conception	Relation (=, < ou >)	Valeur Unités	Méthode de Vérification
<b>Exigences fonctionnelles</b>			
Rugosité de la plaque	=	Lisse	Estimation
Le système doit être construit avec un cadre à épaisseur ajustable pour tenir les différents types de surfaces	<x<	[0, 1.5cm]	Essai
Angle réglable en degré	<x<	[0° ; 90°]	Essai
Méthode d'ajustement de l'angle	>=	Manuelle	Essai
Graduation intégrée	=	Affichage en degré	Essai
<b>Contraintes</b>			
Dimensions et taille, largeur, Longueur	=	17*12 in	Essai
coût	<=	100\$	Analyse
<b>Exigences non fonctionnelles</b>			
Ajustement automatique de l'angle par informatique	=	oui	Essai
Le système doit être composé d'un nombre restreint de pièces détachées.	<=	4	Analyse
Le système (ou une partie du système) doit être modélisé sous logiciel compatible avec l'impression 3D	=	oui	Essai

Nous avons choisi une surface lisse parce que la plaque doit être facile à nettoyer et la méthode d'ajustement de l'angle est manuelle pour faciliter la tâche. Suite à la demande du client, l'angle doit être réglable de 0° à 90° et la plaque devrait avoir approximativement les dimensions de deux feuilles A4 disposées horizontalement. Nous avons donc choisi une longueur de 17 in et une largeur de 12 in.

En effet nous n'avons pas trouvé de projet similaire (Panneau d'impact) ou de ressources extérieures alors nous nous sommes basés sur les informations données par le client.

Par la suite, plusieurs solutions sont apparues et ont subi plusieurs modifications avant l'arrivée à la solution finale. L'idée initiale était d'utiliser comme méthode d'ajustement de l'angle un pignon avec engrenage pour fixer l'angle de la plaque à des angles précis de 5°. L'angle est donc ajusté manuellement et l'angle serait affiché par un cadre avec une aiguille au lieu d'un rapporteur. La seconde idée était d'utiliser un moteur connecté à Arduino et donc la rotation de la plaque sera effectuée par la rotation de l'arbre du moteur. La troisième idée était d'utiliser un piston électrique, contrôlé par Arduino pour faire pivoter le panneau à des angles précis et l'angle sera affiché automatiquement sur l'écran. Après toutes ces idées proposées nous sommes arrivées à la solution finale où nous avons décidé d'utiliser une manivelle qui engendre la rotation de la vis sans fin et donc le déplacement de la plaque vers le haut ou vers le bas et le système Arduino affichera la mesure de l'angle selon le déplacement de la plaque d'acrylique.

Pour finir, nous avons ajouté une croix comme support pour les pieds ajustables et une bulle à niveau. Une image de notre prototype final se trouve à la figure 1.

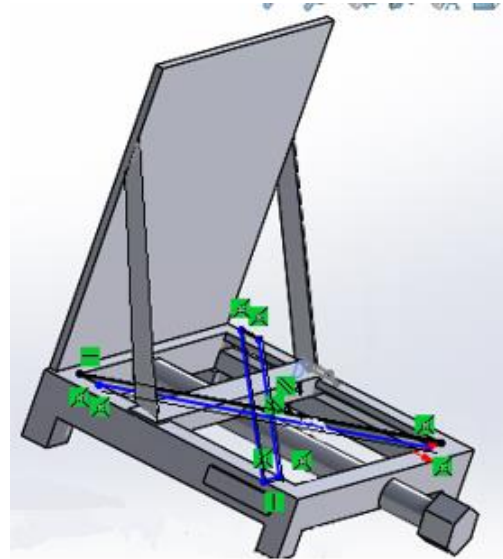


*Figure 1: Image de notre prototype final: La Maniplak*

## 4. Prototypage

Pour la confection de ces différents prototypes, nous avons utilisé des modélisations numériques et analytiques.

En ce qui concerne la modélisation analytique, elle nous a permis dans un premier temps, de définir la relation mathématique entre l'angle du panneau et la lecture par le potentiomètre tout en l'adaptant au système Arduino, puis dans un dernier temps de corriger les différentes erreurs entre la lecture de l'angle et la valeur nette. Quant à la modélisation numérique, nous avons utilisé divers logiciel pour l'approximation des solutions, dont entre autre nous pouvons citer le SolidWorks (Figure 2). Celles-ci nous ont permis de confirmer que la solution choisie était conforme à toutes nos exigences.



*Figure 2: Approximation de notre solution finale à l'aide de SolidWorks*

Les stratégies de prototypage ont été basées sur des idées simples et modérées afin de satisfaire le client, tout en restant innovatrices et attrayantes.

Nous avons tout d'abord conçu le prototype 1 avec du carton dans le but de respecter les dimensions de notre plaque et de vérifier si la méthode d'ajustement de l'angle était adéquate pour les tâches que notre client devait être capable d'accomplir. Les résultats obtenus de ce prototype sont que les objectifs définis précédemment ont été atteints et donc que notre solution est adéquate (Figure 3).



*Figure 3: Images de notre prototype 1 qui démontre le fonctionnement général de notre solution*

Pour le prototype 2, nous avons eu des retards dans la livraison des composants de notre système. Ainsi, le prototype 2 c'est plus basées sur un sous-système critique de notre système final,

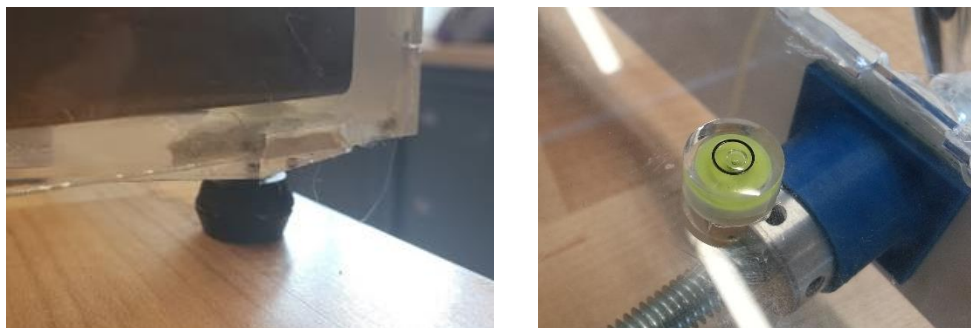
qui est la partie électronique. L'écriture du programme Arduino et la lecture de l'angle sur l'écran étaient nos objectifs saillant pour ce prototype. Les résultats obtenus pour ce prototype sont que tous les objectifs ont été atteints, puisque nous avons réussi à développer un programme arduino capable de lire l'angle du panneau et l'afficher à l'écran adéquatement (Figure 4).



*Figure 4: Image du prototype 2, la partie électronique de notre système*

Notre prototype final s'agit d'une mise en place et de la confection de notre solution final proposée au départ par la confection d'une plaque portable, maniable, à faible coût et désinfectable. Il intègre donc les résultats obtenus des tous nos prototypes précédent.

Cette solution comprend plusieurs avantages qui lui permettent de répondre à plusieurs besoins du client. Tout d'abord, la Maniplak comprend des pieds ajustables aux quatre coins de la boîte qui permet de mettre la plaque à niveau avec le sol. Le client avait mentionné qu'il utiliserait le panneau parfois dans des endroits où le sol n'est pas parfaitement à niveau à cause de trous ou de surfaces rugueuses. Ainsi, les pieds ajustables, à l'aide de la bulle à niveau, permettent de mettre le dispositif à niveau, il suffit simplement de dévisser les pieds. Les pieds étant fait de caoutchouc apporte aussi un avantage, car ils sont antidérapants, donc la plaque est facile à garder en place, même si le sol est lisse.



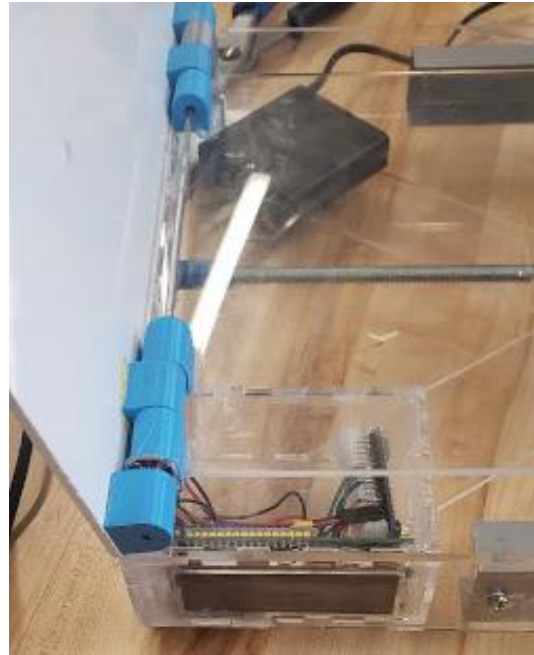
*Figure 5: Image des pieds ajustables présents sur les quatre coins du boîtier principal et de la bulle à niveau permettant l'ajustement à niveau du système*



Le deuxième avantage de notre solution est la robustesse de l'ensemble. Le client avait mentionné qu'il voulait que s'il l'échappe, le tout ne se brise pas sur le coup. Ainsi, nous avons choisi l'aluminium, car c'est aussi un matériau très léger, l'acrylique et l'acier. L'acrylique permet aussi de rendre le dispositif facilement nettoyable, car étant un matériau très lisse, il est très facile de le nettoyer avec une éponge et de l'eau.

Un autre avantage de cette solution est qu'elle est entièrement portable. L'Arduino et toutes les composantes électroniques fonctionnent avec de piles qui se trouvent dans le boîtier donc notre solution n'a pas besoin d'une prise mural pour fonctionner (Figure 6). Le poids total est relativement léger et sa taille permet de le mettre dans un sac à dos pour le transport sans problème. Il est aussi formé de la taille minimale requise demandé par le client pour qu'il n'y ait aucune difficulté avec l'accomplissements de ses tâches.

Finalement, notre solution est très avantageuse, car il est toujours possible de l'utiliser même si les piles sont à plats puisque l'ajustement de l'angle du panneau se fait de façon manuelle. L'affichage de l'angle du panneau de façon électronique permet une très grande précision de la mesure de l'angle. Le potentiomètre peut détecter un changement de 0.352 degré dans l'angle du panneau. Ainsi, après de grands efforts, les résultats obtenus de ce prototype sont que nos propositions de départ étaient de pleins pieds avec nos attentes.



*Figure 6: Image du sous-système électronique de notre solution finale. Un boîtier pour les piles permet la portabilité et les composants électroniques sont isolé de l'eau et des contaminants dans une boîte*



*Figure 7: Image de notre prototype final intégrant tous les résultats des prototypes précédents et les adaptations nécessaires*

## 5. Essai

Les différents essais lors de la confection du prototype 1 et 2, n'étaient pas des essais les plus difficiles, car ils n'apparaissaient pas comme chemin critique pour notre diagramme de Gantt.

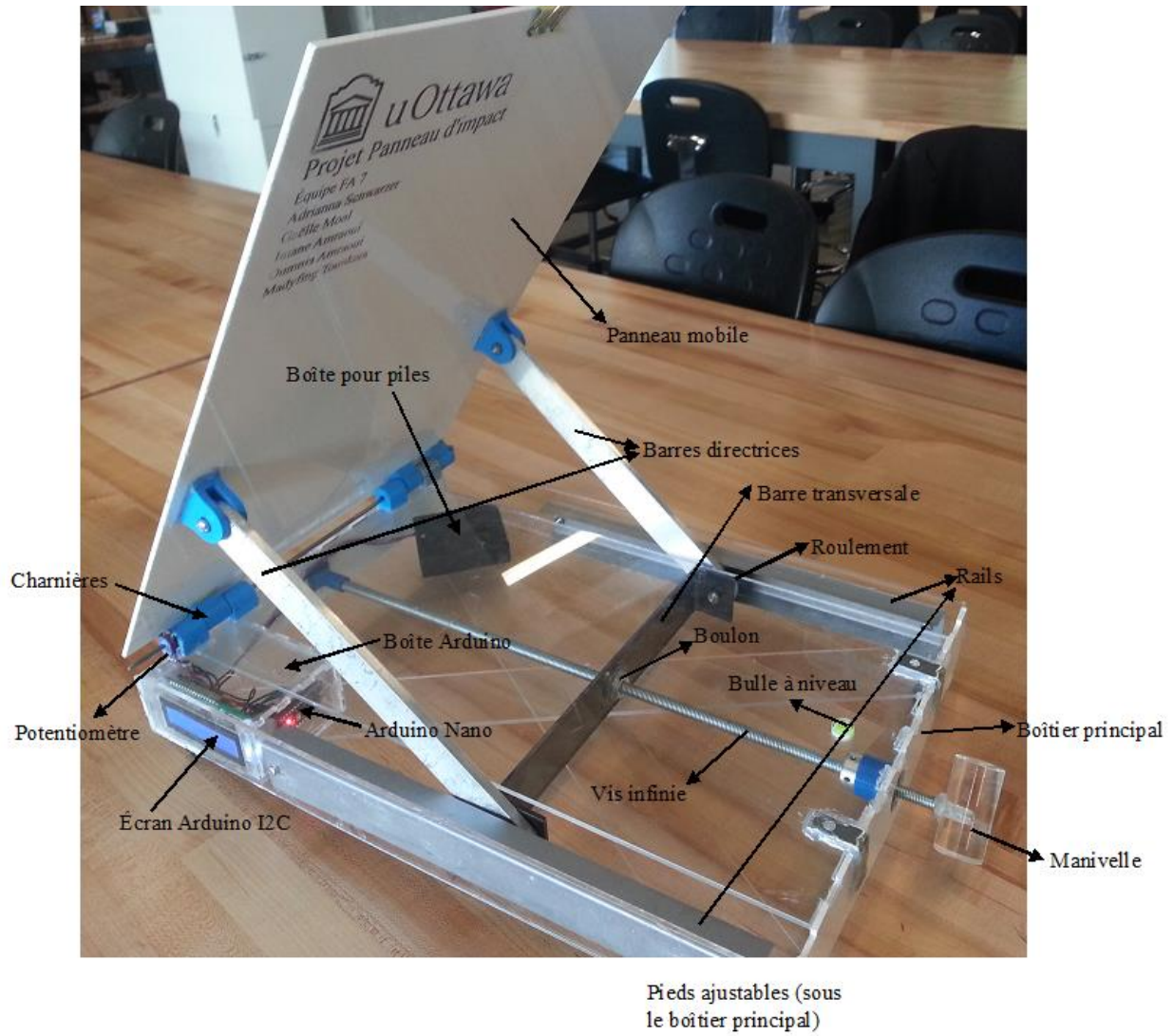
Quant au prototype final, nous étions dans l'obligation de faire des séries d'essais pour réduire nos dépenses, nos craintes, mesurer la performance du produit avant la présentation finale.

Nos essais sur cette partie étaient par ailleurs liés à la partie électronique, notamment les mouvements de va et vient du potentiomètre avec la tige d'acier qui relie la plaque aux charnières. Ces essais ont été d'une importance capitale pour la lecture avec précision de l'angle car il en n'était de peu, que notre prototype final s'élève à des coûts élevés suite au changement de potentiomètre.

## 6. Manuel de l'utilisateur

La Maniplak est un panneau d'impact avec un ajustement de l'angle manuel et avec une mesure et affichage de l'angle électronique. Elle est composée principalement d'un boîtier et d'un panneau mobile qui peut se déplacer de  $0^\circ$  à  $90^\circ$ . Elle peut aussi être ajustée à niveau avec le sol lorsqu'elle est placée sur un plan incliné.

Notre version du panneau d'impact est composée d'une barre transversale qui se déplace le long d'une vis infinie lorsque l'utilisateur fait tourner la manivelle. Les barres directrices attachées au panneau mobile sont entraînées par le mouvement de la barre transversale qui conséquemment fait pivoter le panneau à l'angle voulu. L'angle est mesuré à l'aide d'un potentiomètre qui est placé sur la charnière du panneau mobile. L'Arduino nano, qui est placé dans la boîte Arduino, reçoit l'information de la position du panneau mobile et convertit cette position en un angle qui est ensuite affiché sur l'écran positionné sur le côté du boîtier principal. L'angle de  $0^\circ$  est représenté lorsque le panneau mobile est à la vertical et l'angle de  $90^\circ$  est représenté lorsque le panneau est à l'horizontal. Dans le tableau #, la liste des pièces et leur fonctionnement respectif sont décrits avec plus de détails.



*Figure 8: Image du produit final avec la légende des pièces*



Tableau 4: Liste des pièces composant le système et leur fonction respective

N°	Nom de la pièce	Fonction
<b>Pièces mécanique</b>		
1	Panneau mobile	Panneau sur lequel les gouttes de sang seront laissé tomber et où des feuilles de papier peuvent être attachés pour faire l'analyse des gouttes de sang.
2	Barres directrices	Barre permettant de faire pivoter le Panneau mobile lorsque la barre transversale bouge.
3	Barre transversale	Se déplace de façon transversale sur la vis infinie pour entraîner le mouvement du panneau mobile.
4	Boulon	Coller sur la barre transversale pour que lorsque la vis infinie tourne, elle déplace la barre transversale.
5	Vis infinie	Pièce clé du système : c'est la pièce qui entraîne le mouvement de toutes les autres pièces mécaniques pour faire pivoter le panneau mobile.
6	Manivelle	Pièce permettant de faire tourner la vis infinie pour faire pivoter le panneau mobile.
7	Rails	Permettent de bien diriger le mouvement le barre transversale et conséquemment le panneau mobile.
8	Roulements	Permettent d'avoir un glissement sans frottement de la barre transversale dans les rails.
9	Bulle à niveau	Indique si le système est à niveau avec le sol.
10	Pieds ajustables	En les dévissant, les pieds ajustables permettent d'ajuster le niveau de la plaque, et en se fiant à la bulle à niveau, elle permet de confirmer que l'ajustement est adéquat.
11	Charnières	Dispositif permettant le pivotement du panneau mobile et sur lequel le potentiomètre est fixé pour lire la position du panneau.
12	Boîtier principal	Boite qui contient toutes les pièces afin de les protéger et aussi protéger l'utilisateur afin d'éviter qu'il se pince et se blesse.
<b>Pièces électroniques</b>		
13	Arduino Nano	Reçoit la position du panneau mobile détectée par le potentiomètre et avec le code informatique enregistré dans l'Arduino, il convertir cette position en angle qui est ensuite envoyer à l'écran pour être afficher.
14	Potentiomètre	Composante électronique fixée sur la charnière du panneau mobile qui détecte la position de ce dernier afin d'envoyer cet information à l'Arduino Nano.
15	Écran Arduino I2C	Affiche l'angle du panneau mobile envoyer de l'Arduino qui la reçu à son tour du potentiomètre.
16	Boîte pour piles	Permet de faire fonctionner toutes les composantes électroniques sans avoir besoin d'une prise mural. Elle est aussi dotée d'un interrupteur pour éteindre le système lorsqu'il n'est pas utilisé.
17	Boîte Arduino	Permet d'isoler toutes les composantes électroniques de l'eau et de tout autre contaminant possible.

Ce système à une maintenance très basse. La maintenance nécessaire est le nettoyage après l'utilisation et le changement des piles lorsqu'ils sont à plats. Afin d'éviter que le sang ne sèche sur le panneau et ainsi qu'il devient antihygiénique, il est nécessaire de nettoyer le panneau mobile de toute tache de sang après chaque usage. Il suffit de mouiller une éponge avec de l'eau et un peu de produit désinfectant afin de nettoyer et désinfecter le système, surtout le panneau mobile. On ne doit jamais mettre le système sous un jet d'eau pour ne pas qu'il y ait une infiltration d'eau dans les composantes électroniques. Pour changer les piles du système, la boîte pour piles doit être décollée du bas du système. Ensuite, il suffit d'ouvrir la boîte et d'insérer de nouvelles piles.

Le panneau mobile de la Maniplak ne peut que se déplacer de  $0^\circ$  à  $90^\circ$ , donc il ne peut pas se déplacer au-delà de ces angles. Il est capable de supporter une assez grande charge, mais il ne faut pas risquer mettre beaucoup de poids sur le panneau mobile, puisqu'il n'a pas été conçu pour supporter des charges élevées. Aucune installation ou assemblage initialement à l'utilisation de la Maniplak est nécessaire. Pour le rangement, il est conseillé d'abaisser le panneau mobile à l'horizontal (donc  $90^\circ$ ) puisqu'il prendra moins d'espace. Lors de l'utilisation de la Maniplak, l'utilisateur ne doit pas insérer les doigts dans les rails lorsque le panneau mobile est en mouvement, car il y a des risques de pincement.

Dans le cas où la Maniplak aurait été échappé et que l'Arduino n'affiche plus le bon angle, il faut ainsi calibrer le potentiomètre. Ceci est effectué à l'aide du débogueur installé dans le code enregistré sur l'Arduino. Voici les étapes nécessaires pour calibrer le potentiomètre.

1. Ouvrir le fichier contenant le code informatique et changer la valeur de la constante symbolique DEBUG à -1 (figure 9).
2. Connecter l'ordinateur à l'Arduino Nano par l'entremise du câble adaptateur. Il est possible d'accéder à l'Arduino par le trou fait dans la boîte Arduino qui elle peut être accédée par le dessous du système.
3. Téléverser le programme avec le débogueur activé à l'Arduino. Vous devrez voir apparaître à l'écran le texte montré à la figure 10.
4. Placer le panneau mobile à la verticale, donc à la position  $0^\circ$ .
5. Lire la valeur initiale du potentiomètre à ajuster dans le programme informatique (figure10).

6. Changer la valeur de la variable constante POTINIT par la valeur lue dans l'étape précédente (situer en-dessous de la constante symbolique DEBUG).
7. Remettre la valeur de la constante symbolique DEBUG à 0.
8. Téléverser de nouveau le programme adapté à l'Arduino Nano et maintenant, le potentiomètre est calibré.

```

GNG_1503_lecture_angle_panneau_d_impact | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
GNG_1503_lecture_angle_panneau_d_impact$
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define POTPIN A3 // port connecté au potentiomètre
#define POTMAX 1023.0 // Valeur maximum pouvant mesurer du potentiomètre
#define POTANGLEMAX 360.0 // Movement angulaire maximal du potentiomètre
#define LCDLENGTH 16 // Le nombre total de caractère visible au LCD
#define LCDLINES 2 // Le nombre total de lignes visible au LCD
#define LCDLINEOFFSET 2 // Déplacement horizontal ou l'angle serait imprimé au LCD
#define LCDLINEDECIMAL 1 // Nombre de décimal de l'angle à montrer sur le LCD
#define LCDLINEDIGITS 4 // Nombre maximale d'espace pouvant être utiliser pour l'angle :
#define DEBUG -1 // Pour calibrer le potentiomètre, mettre cette valeur à -1
const int POTINIT = 225; // Valeur du potentiomètre lors de la platform à 0 degré
const int POLLDELAY = 50; // Valeur de delai en ms entre les vérifications du potent
const int SCROLLDELAY = 1500; // Valeur de delai en ms avant d'avancer le text à l'écran
const String LCDTITRE = "Angle du panneau"; // Titre à imprimer sur la première ligne du LCD

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, LCDLENGTH, LCDLINES);

char angle[LCDLINEDIGITS+LCDLINEDECIMAL+3];
int potread;
<
  
```

Figure 9: Étape 1 de la calibration du potentiomètre



Figure 10: Étape 3 et 5 de la calibration du potentiomètre

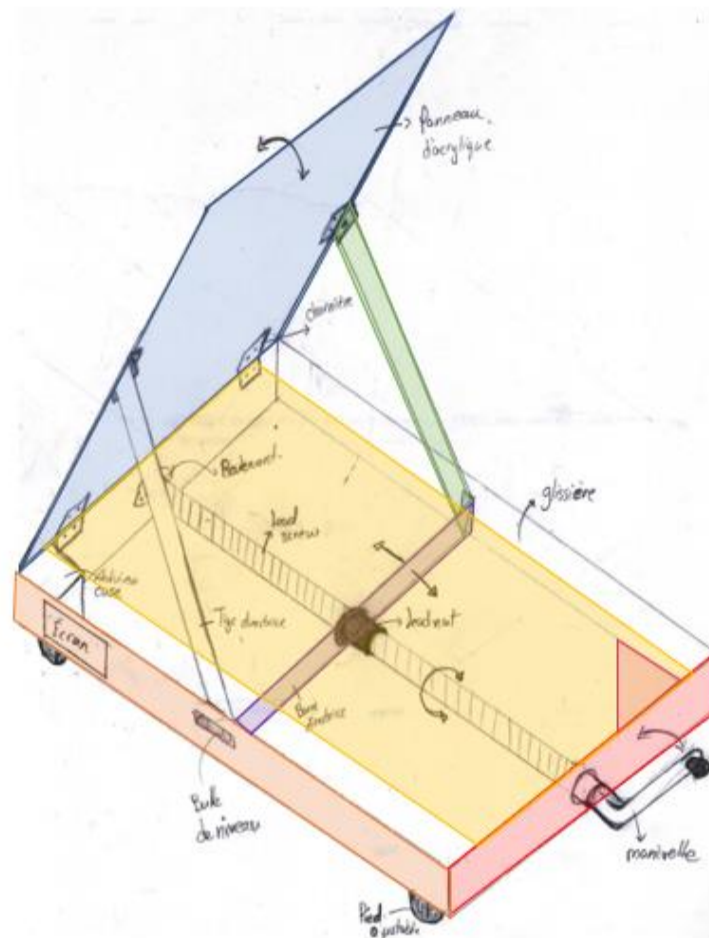
## 7. Fichiers de conception

Vous trouverez ci-joint le programme Arduino permettant de mesurer l'angle du panneau sous le nom de *GNG\_1503\_Projet\_Maniplak*. Ce programme sera celui dont vous utiliserez pour calibrer le potentiomètre comme décrit dans la section 6 - Manuel de l'utilisateur de ce document. Selon les tests effectués, le programme est complet et ne requiert pas de mise à jour pour l'améliorer. Lors de l'installation du potentiomètre sur la charnière du panneau, il faut vérifier dans quel sens installer le potentiomètre. Il faut l'installer pour que lorsque le panneau s'abaisse, le potentiomètre lit une valeur de plus en plus grande. Ceci permettra d'avoir un angle de 0° pour la vertical et 90° pour l'horizontal comme demandé par notre client. S'il est installé dans le mauvais sens, l'emplacement du 0° et 90° seront inversés. Il est suggéré de faire la calibration du potentiomètre à la fin de la construction, puisque si le potentiomètre se déplace, il devra être calibré de nouveau pour avoir l'angle le plus précis possible.

Pour la construction du système mécanique, nous avons utilisé de l'acrylique découpé à la machine à découpe laser, des barres d'aluminium et acier usinées à la scie hydraulique horizontale et des composants de jonction en impression 3D. Le récapitulatif des dimensions des composants pour pouvoir reconstruire la Maniplak est présenté dans le tableau 5.

*Tableau 5: Dimension et nature des composantes de la Maniplak*

n°	Composants	Quantité	Hauteur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)	Matériau
1	Plaque de projection	1	42	30,48	0,3175	Acrylique blanc 1/8
2	Coté longitudinal	2	5	42	0,3175	Acrylique blanc 1/8
3	Côté latéral	2	5	30,48	0,3175	Acrylique blanc 1/8
4	Plaque du dessus	1	26	42	0,3175	Acrylique transparent
5	Barre longitudinale	2	20	3	0,3175	Acrylique blanc 1/8
6	Barre transversale	1	4	30,48		Aluminium
7	Barre de la croix	2	51,894	2	0,3175	Acrylique blanc 1/8
8	Triangle pour fixer pieds	4	5	5	0,3175	Acrylique blanc 1/8
9	Vis sans fin	1	42	-	-	-
10	Pieds	4	-	-	-	-
11	Boîte impression	1	4	-	-	Acrylique transparent



*Figure 11: Description des composantes de la Maniplak*

Les fichiers des composants d'impression 3D sont joints à ce document.

Les composants ont été liés entre eux avec de la colle chaude pour les composants en plastique, et des vis et écrous pour les composants en métaux.

Au niveau de coût de fabrication, le tableau 6 récapitule des dépenses effectuées pour concevoir une Maniplak.

*Tableau 6: Pièces et coût de la Maniplak*

N°	Composants	Origine(Magasin)	Quantités	Coûts(\$)
1	Arduino	Banggood	1	6.24
2	Écran	Amazon	1	11.74
3	Potentiomètre	Banggood	1	3.47
4	Lead screw	Banggood	1	13.69
5	Boîtier pour pile	Banggood	1	2.62
6	Acrylique transparent	Makerspace	2	10.09(Unité)
7	Acrylique blanc	Makerspace	1	10.09
8	Pieds ajustables(vis )	Banggood	1	2.00
9	Autres vis	Makerspace	6	0
10	Barre d'Aluminium	Makerspace	2	10
11	Barre en acier	Makerspace	1	3.10
12	Manivelle	Impression 3D(makerspace)	1	0
13	Roulement pour rail	Banggood	2	1.34(unité)
14	Shaft coupling	Banggood	1	2.43
15	Bulle de niveau	Banggood	1	2.96
16	Charnières	Impression 3D(makerspace)	8	0
17	Support de fixation	Impression 3D(makerspace)	2	0
			<b>Total(\$)</b>	<b>91.20</b>

## Conclusion et recommandations

Lors de ce projet de conception, nous avons pu concevoir un dispositif qui permet à la police d'Ottawa de mesurer l'angle d'où une goutte de sang est tombée. Ceci en suivant les étapes de la pensée conceptuelle : empathiser, définir, concevoir, prototypage et essais. Nous sommes finalement arrivés à finir le projet à temps malgré les quelques difficultés qu'on a eu comme la machine de découpe à laser qui ne fonctionnait pas. Lors de l'étape d'empathisassions, nous avons pu avoir une rencontre avec le client qui nous a permis de collecter toutes les informations nécessaires, ensuite durant la 2ème étape, nous avons pu définir clairement nos critères de conception et de déterminer la solution que nous allions adopter, puis pendant les étapes de la conception et de prototypage, on a pu commencer à construire notre premier prototype, et suite à une deuxième réunion avec le client, on a pu améliorer notre prototype et en construire un deuxième qui fonctionne correctement, finalement nous avons pu faire plusieurs essais de notre prototype final qui a été fonctionnel. Malgré que notre prototype fonctionne et que nous avons pu finir à temps, il y'a beaucoup d'améliorations et de recommandations qui auraient pu augmenter la performance de notre équipe. Premièrement, il est important de toujours prévoir un plan B au cas où notre plan principal ne fonctionne pas, et ne pas perdre trop de temps sur un seul plan, il est meilleur de laisser tomber l'idée et travailler sur une nouvelle idée plus efficace. En second lieu, il est aussi très important de toujours se réunir lors du travail sur le projet, le travail en groupe est toujours plus rapide que le travail individuel, et en cas de problèmes, il y aura plusieurs personnes qui pourront s'entraider afin de trouver une solution. En plus, il faut toujours être attentif au client, le client voulait un prototype très simple, compact et solide, il faut toujours rester concentré sur ce dont le client a besoin, et trouver des idées pour améliorer le prototype mais sans trop modifier. Finalement, le projet est vraiment une opportunité pour développer ses connaissances en conception et il permet d'apprendre à travailler en équipe.

## Bibliographie

- Arduino:  
<https://www.banggood.com/ATmega328P-Arduino-Compatible-Nano-V3-Improved-Version-No-Cable-p-959231.html?rmmds=search>
- Écran:  
[https://www.amazon.ca/KEYESTUDIO-Display-Backlight-Arduino-Raspberry/dp/B0177XQE7K/ref=sr\\_1\\_8?ie=UTF8&qid=1544848384&sr=8-8&keywords=arduino+i2c+lcd](https://www.amazon.ca/KEYESTUDIO-Display-Backlight-Arduino-Raspberry/dp/B0177XQE7K/ref=sr_1_8?ie=UTF8&qid=1544848384&sr=8-8&keywords=arduino+i2c+lcd)
- Potentiometer:  
<https://www.banggood.com/Adjustable-Potentiometer-Rotary-Angle-Sensor-Module-For-Arduino-p-957475.html?rmmds=search>
- Case pour piles:  
<https://www.banggood.com/12V-8-x-AA-Battery-Clip-Slot-Holder-Stack-Box-Case-6-Inch-Leads-Wire-p-80721.html?rmmds=search>
- Lead screw:  
<https://www.banggood.com/T8-400mm-Lead-Screw-8mm-Thread-Lead-Screw-with-Brass-Nut-2KFL08-Bearing-Bracket-p-1081268.html?rmmds=search>
- Panneau d'acrylique:  
<https://www.makerstore.ca/products/1-4-inch-acrylic-cut-into-1-by-2-foot-pieces>
- Pieds ajustable:  
<https://www.banggood.com/4Pcs-Black-201517mm-Chair-Table-Leg-Recessed-Rubber-Foot-Pads-Rubber-Protector-p-1254758.html?rmmds=search>
- Roulement pour rail :  
[https://www.banggood.com/5Pcs-One-Pack-3D-Printer-Part-POM-Material-Big-Pulley-Wheel-with-Bearings-for-V-slot-p-1249681.html?rmmds=search&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/5Pcs-One-Pack-3D-Printer-Part-POM-Material-Big-Pulley-Wheel-with-Bearings-for-V-slot-p-1249681.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN)
- Shaft coupling :  
[https://www.banggood.com/8mm-x-8mm-Aluminum-Flexible-Shaft-Coupling-OD19mm-x-L25mm-CNC-Stepper-Motor-Coupler-Connector-p-993315.html?rmmds=search&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/8mm-x-8mm-Aluminum-Flexible-Shaft-Coupling-OD19mm-x-L25mm-CNC-Stepper-Motor-Coupler-Connector-p-993315.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN)
- Bulle de niveau :  
[https://www.banggood.com/12x7mm-Tiny-Disc-Bubble-Spirit-Level-Round-Circle-Circular-Green-Tripod-p-1318440.html?rmmds=search&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/12x7mm-Tiny-Disc-Bubble-Spirit-Level-Round-Circle-Circular-Green-Tripod-p-1318440.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN)



## Annexe

Les fichiers d'impression 3D et le code Arduino seront joint dans un fichier zip qui sera aussi disponible sur MakerRepo.