

GNG 1503 : GÉNIE DE LA CONCEPTION



uOttawa

L'Université canadienne
Canada's university

Livrable K

MANUEL D'UTILISATEUR DU PROJET DE CONCEPTION

LE MÉCANISME ONEPIECE

TEAM10

Présenté par :

Siriman Dabo (300144980)

Yaya Erdimi Mahamat (300148514)

Matthieu Mocudé (300089209)

Thwisha Radhoa (300091182)

Assetou Togo (300147086)

Section de laboratoire B02 (Jeudi), TEAM10, Groupe 10

Le 5 avril 2020

Résumé

Ce document est le manuel d'utilisateur de notre mécanisme **OnePiece**. Notre équipe a conçu un mécanisme de détection de force pour notre client, le professeur Gilles Comeau qui est enseignant au laboratoire de musique de l'université d'Ottawa. Le but de ce mécanisme est d'aider les musiciens, les professeurs de musiques et les nouveaux pianistes lorsqu'ils jouent du piano car l'usage du piano à long terme provoque des douleurs au niveau du dos, cou, bras et autres. Le mécanisme sera utilisé afin de recueillir les données de force appliquées par les pianistes sur les touches de piano. Ces données seront utilisées afin de changer la façon de jouer des pianistes qui appliquent trop de force qui est la cause de ces douleurs musculaires. Notre équipe a conçu un mécanisme totalement fonctionnel et dans ce documents, il est expliqué comment notre mécanisme peut être reproduit, comme l'utiliser et aussi comment l'entretenir. Tous les informations nécessaires à la reproduction exacte de notre mécanisme est fourni dans ce document.

Table des matieres

Résumé	1
Table des matieres	2
Liste de figures	3
Liste de tables	4
1 Introduction	1
1.1 Le probleme	1
1.2 Besoins fondamentaux de l'utilisateur	1
1.3 Ce qui démarque notre produit des autres et sa fonction principale	2
1.4 Fonctionnement du mécanisme	3
2 Comment le prototype est construit	4
2.1 LDM (Liste des Matériaux)	4
2.2 Liste d'équipements	6
2.3 Instructions	6
2.4 La partie technique de projet	14
2.4.1 Le code pour les recevoir les données de force	15
2.4.2 La graphique des données	18
2.5 Instructions pour passer les fils de connexion	20
3 Comment utiliser le prototype	22
3.1 Fonctions du prototype	22
3.2 Comment l'utilisateur doit utiliser le prototype en toute sécurité	23
4 Comment maintenir le prototype	23
5 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs	25
6 Bibliographie	27
APPENDICES	28

Liste de figures

Figure 1: Le mécanisme ONEPIECE	3
Figure 2: Graphique des données des senseurs de force	4
Figure 3: Les quatre touches de piano	7
Figure 4: Conception du pivot pour les touches du piano	8
Figure 5: Conception du barre métallique pour les touches du piano	8
Figure 6: Conception du feutre pour les touches du piano	8
Figure 7: Le modèle de notre piano	9
Figure 8: Le senseur de force, FSR 404(0.2-20N)	10
Figure 9: Les fils de connexion	11
Figure 10: Le boîtier et le couvercle réalisés par l'imprimante 3D	12
Figure 11: Système de représentation	13
Figure 12: La connexion avec trois capteurs de force	14
Figure 13: Le code de programmation	16
Figure 14: La représentation des données de force sur l'écran	17
Figure 15: Le graphique de force en temps réel	19
Figure 16: Le modèle d'un clé d'un piano	20
Figure 17: Les fils de connexions qui sortent du piano	21

Liste de tables

Table 1: Nomenclature des matériaux et les coûts

5

1 Introduction

Notre mécanisme s'appelle le **OnePiece**: "ce nom est tirée d'une émission de télé dans laquelle de jeunes rêveurs avident d'aventure veulent trouver un trésor nommé le "One Piece". Ils vont mettre tout en place pour pouvoir atteindre leur but malgré de nombreuses obstacles qui se mettront à travers de leur route. Au début de leur aventure ils ne savaient pas trop à quoi pouvait ressembler le One Piece mais a la fin de leur aventure tout le monde a atteint son objectif personnel et ils ont trouvé le trésor ensemble". Nous avons décidé de nommer notre mécanisme de cette manière car il reflète par quoi nous sommes passé durant cette session pour pouvoir atteindre notre objectif. Car au debut on etait perdu et on savait pas trop comment faire ni à quoi allait ressembler notre mécanisme mais au fur et à mesure nous avons su exactement quoi faire et à la fin nous avons obtenu notre prototype final, notre mécanisme de détection, le "**OnePiece**".

1.1 Le probleme

Au début de la session, le professeur, Gilles Comeau de musique à l'Université d'Ottawa nous a fait part de son problème ainsi que de ses craintes vis-à-vis de l'utilisation d'un piano. Ainsi il nous a expliqué que nombreux pianistes, a force de jouer du piano, finissent à un moment donné de leur carrière à se blesser a certaines parties de leur corps (poignet, coudes etc.) Pour y remédier à ces désagréments, il nous a ainsi fait part de ses besoins.

1.2 Besoins fondamentaux de l'utilisateur

Notre client voulait que nous, jeune concepteurs en apprentissage, concevons un mécanisme capable de détecter la pression exercée sur une touche de piano lorsqu'un pianiste

appuie sur sur celle-ci. Mais il ne voulait pas seulement de nous qu'on lui conçoive un mécanisme de détection, il voulait également que ce mécanisme puisse mesurer la force appliquée sur la touche de piano. Ce n'est pas tout, pour mieux visualiser les données qu'il tiendra en compte afin de mieux éduquer les jeunes apprentis pianistes, il veut que les données recueillies sont représentés sous forme graphique pour ainsi faciliter la compréhension. Le client nous a aussi demandé de faire un mécanisme discret, économique et efficace.

1.3 Ce qui démarque notre produit des autres et sa fonction principale

Afin de pouvoir démarquer notre produit a ceux des autres, plusieurs critères doivent être pris en considération. Premièrement, nos senseurs sont circulaires et possèdent un trou au milieu, alors les senseurs peuvent être positionnés sous les feutres des touches de piano permettant ainsi de recueillir les données de pression avec précision et sans endommager les senseurs. Deuxièmement, on utilise un boîtier de contrôle qui contient l'arduino, cela permet de protéger l'arduino et aussi rend la présentation du mécanisme propre et simple. De plus, notre équipe a réussi à concevoir un code qui permet l'utilisation simultanée de trois senseurs de forces permettant ainsi de mesurer la force sur 3 différentes touches de piano. Un autre avantage de notre mécanisme est la possibilité de représenter les données recueillies par les trois senseurs sur un seul graphique en temps réels. De plus, le graphique est simple à comprendre et bien claire et lisible. Cela rend le travail du client plus facile lorsqu'il doit enseigner aux jeunes musiciens. Une autre petite fonction qui ne forme pas partie des critères de conception mais qui est un plus, est la possibilité de changer la fréquence à laquelle les données sont recueillies. Cela va permettre la génération de différents graphiques que le client peut utiliser afin d'améliorer son

enseignement. De plus, notre mécanisme entier est économique puisque nous avons tout fait avec un budget de moins de 100 dollars.

1.4 Fonctionnement du mécanisme

Notre mécanisme a été conçu avec succès après plusieurs essais et mois de travail. Les senseurs sont placés en dessous du feutre se trouvant sous les touches de piano et mesure efficacement la force appliquée sur la touche. Ensuite, le senseur transmet les informations au boîtier de contrôle qui contient l'arduino au travers de fils de connexions. Le boîtier de contrôle sera aussi connecté à l'écran d'ordinateur. Les connexions et les emplacements des composantes sont montrés dans la figure ci-dessous.

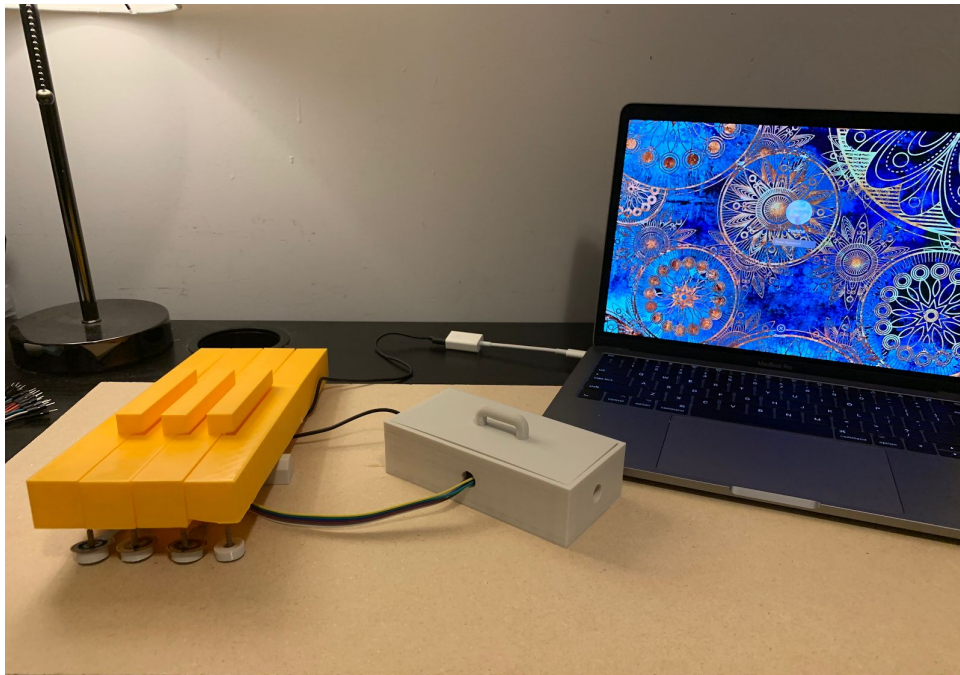


Figure 1: Le mécanisme ONEPIECE

Une fois les données envoyées à l'arduino, ce dernier va représenter les données en forme de graphique à temps réels sur un écran d'ordinateur. Le graphique aura trois courbes, la courbe

en bleu représente les données du premier senseur, la courbe rouge celle du deuxième senseur et la courbe verte celle du troisième senseur comme montré dans la figure ci-dessous.

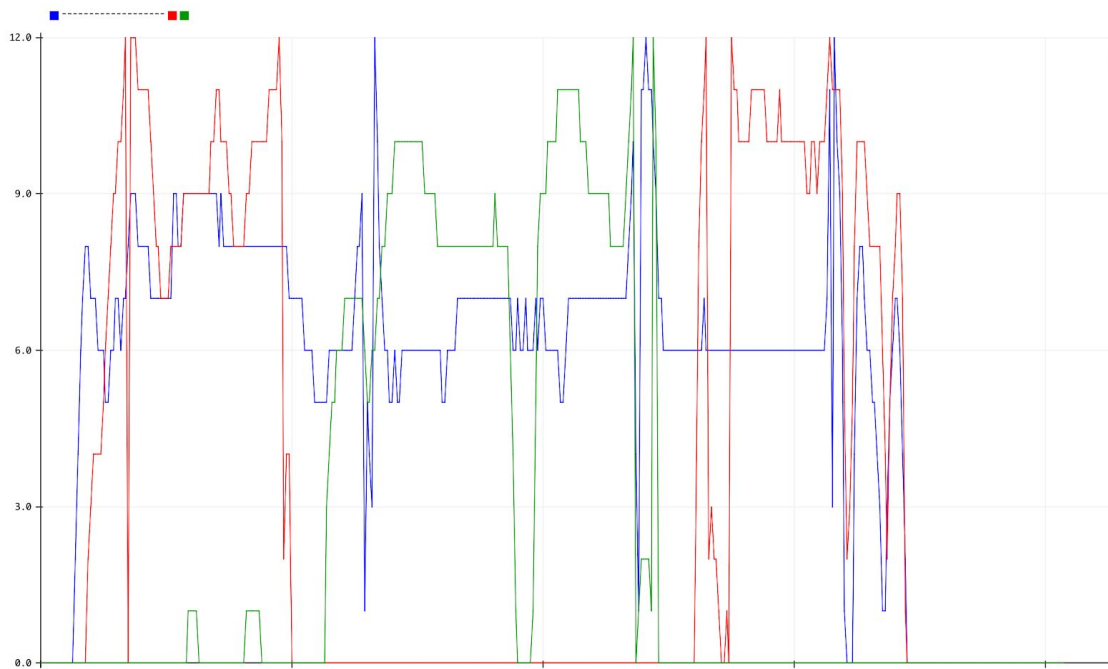


Figure 2 : Graphique des données des senseurs de force

2 Comment le prototype est construit

2.1 LDM (Liste des Matériaux)

Les matériaux utilisés pour la conception du One Piece sont:

- 3 senseurs de force FSR404
- des fils de connexion
- 1 Arduino Uno
- Un boîtier de contrôle conçu grâce à un imprimante 3D
- Un écran d'ordinateur

Tableau 1: Nomenclature des matériaux et les coûts

Nomenclature des Matériaux				
No.	Description du composant	Quantité	Prix unitaire	Prix calculé
1	Capteur de force mince circulaire - FSR 404 (0.2 - 20N)	3	20 \$	60 \$
2	Fils de connexion (paquet de 40) - 20cm	1	10 \$	10 \$
3	Microcontrôleur - arduino UNO R3 (ou autre)	1	15 \$	15 \$
4	L'écran d'affichage (ordinateur)	1	Gratuit	0 \$
5	Boîtier de l'arduino	1	Gratuit	0 \$
Total				85 \$

Voici la nomenclature des matériaux et les coûts, puisque notre équipe avait déjà les fils de connexion et le microcontrôleur - arduino UNO, alors le coût de notre projet était que 60 \$ mais sinon comme montré ci-dessus, le coût sera environ 85 \$ pour reconstruire notre projet au complet. L'écran d'affichage peut être un ordinateur portable et le boîtier de l'arduino a été construit par l'impression 3D avec le matériau PLA qui est gratuit à l'Université d'Ottawa pour les étudiants. Le coût de 85 \$ est assez économique pour un projet de tel envergure et on a respecté la limite de notre budget qui était 100 \$.

2.2 Liste d'équipements

Pour notre mécanisme **OnePiece** on a utilisé les équipement et logiciels suivants;

1. SolidWorks - On a utilisé l'application Solidworks pour concevoir notre boîtier de l'arduino et le couvercle, ensuite on a utilisé l'imprimante 3D pour le construire. Donc, le boîtier peut être concevoir selon la préférence de l'utilisateur. Pour notre mécanisme, on a utilisé juste 3 senseurs avec un arduino. La capacité maximale d'un arduino est environ 5 capteurs de forces, alors s'il l'utilisateur veut utiliser plus de senseur il devra utiliser plus d'arduino. Alors il peut modifier la taille du boîtier afin de pouvoir accommoder tous les arduinos et leurs fils de connexion.
2. L'imprimante 3D - On a utilisé l'impression 3D pour fabriquer notre boîtier qui contient l'arduino car c'était une des partie principale de notre projet, on l'a appelé le boîtier de contrôle puisqu'il relie le mécanisme au complet et est le cerveau de notre mécanisme Onepiece
3. La soudure - Dû aux circonstances actuelles, il a été impossible de souder les fils de connexions avec l'arduino et nos senseurs, cependant, cela est une partie importante de notre projet afin d'empêcher la déconnexion des fils qui peuvent causer des erreurs dans la recueille de valeurs par les senseurs.

2.3 Instructions

D'abord il est important de savoir que le One Piece est composé de 3 parties essentielles qui sont: le senseur de force, le boitier de contrôle qui contient l'arduino Uno et l'écran qui affiche les graphes ainsi que des fils de connexion qui relient ces 3 parties. Puisque qu'on n'était

pas sûr d'avoir un vrai piano pour la journée de conception, on à eu l'idée de créer nos propres touches de piano. On a utilisé l'application de SolidWorks et l'impression 3D pour réaliser nos pièces de notre mécanisme de détection.

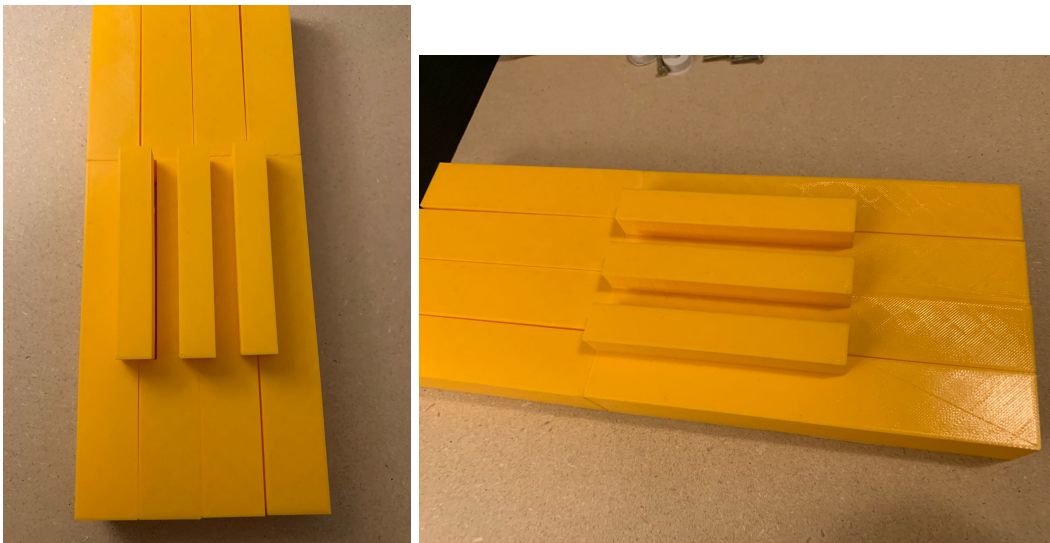
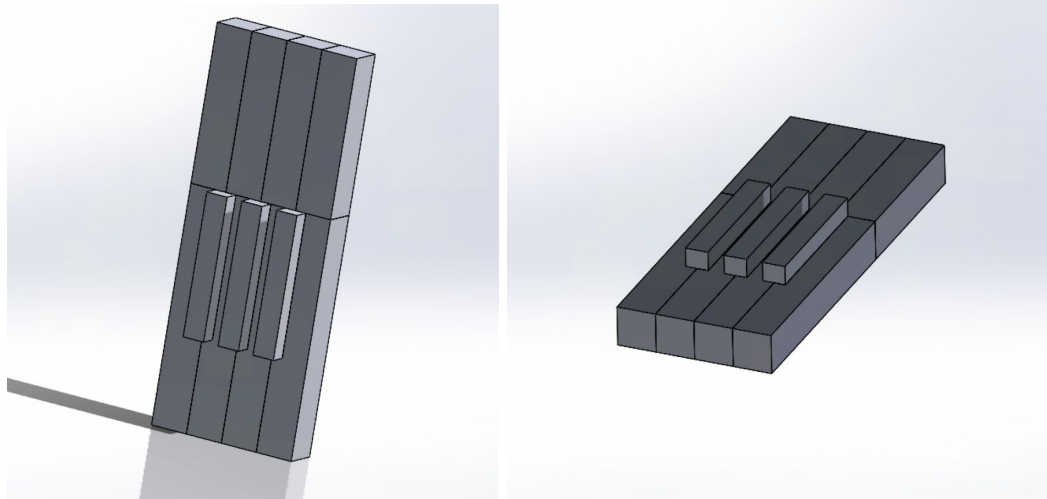


Figure 3 : Les quatre touches de piano

On a imprimé les autres petites pièces pour que notre modèle ressemble plus au moins au modèle de piano de Schwander.

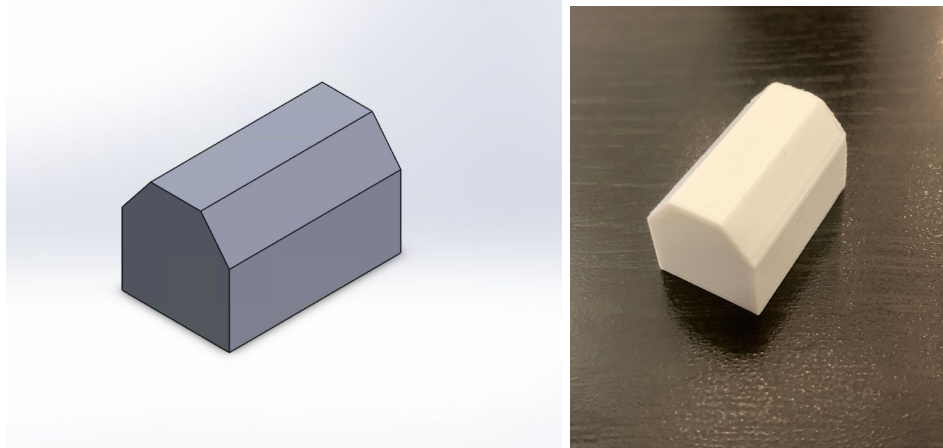


Figure 4 : Conception du pivot pour les touches du piano

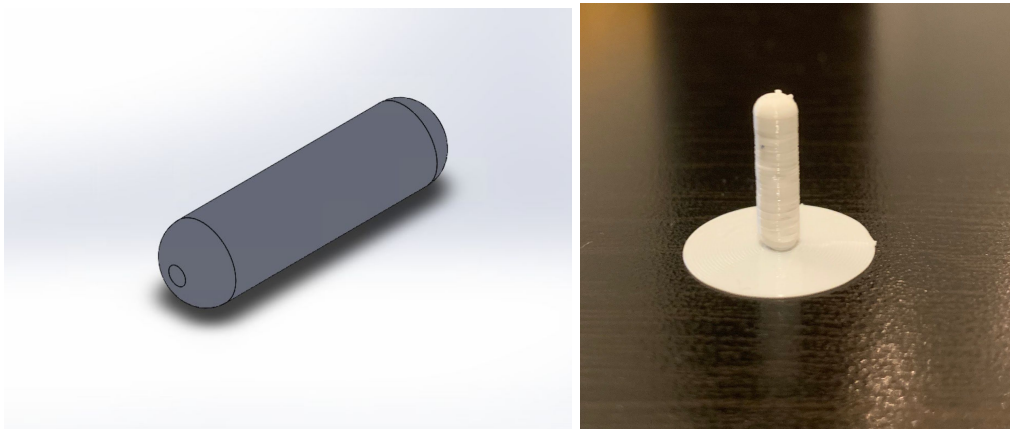


Figure 5 : Conception du barre métallique pour les touches du piano

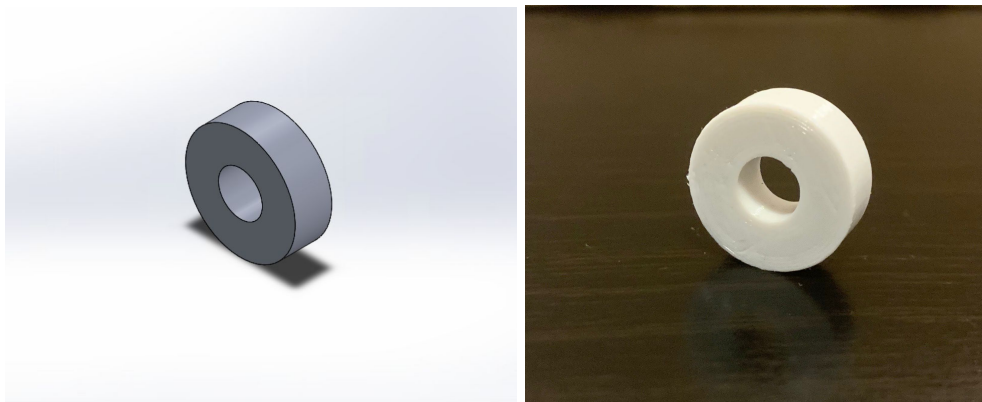


Figure 6 : Conception du feutre pour les touches du piano

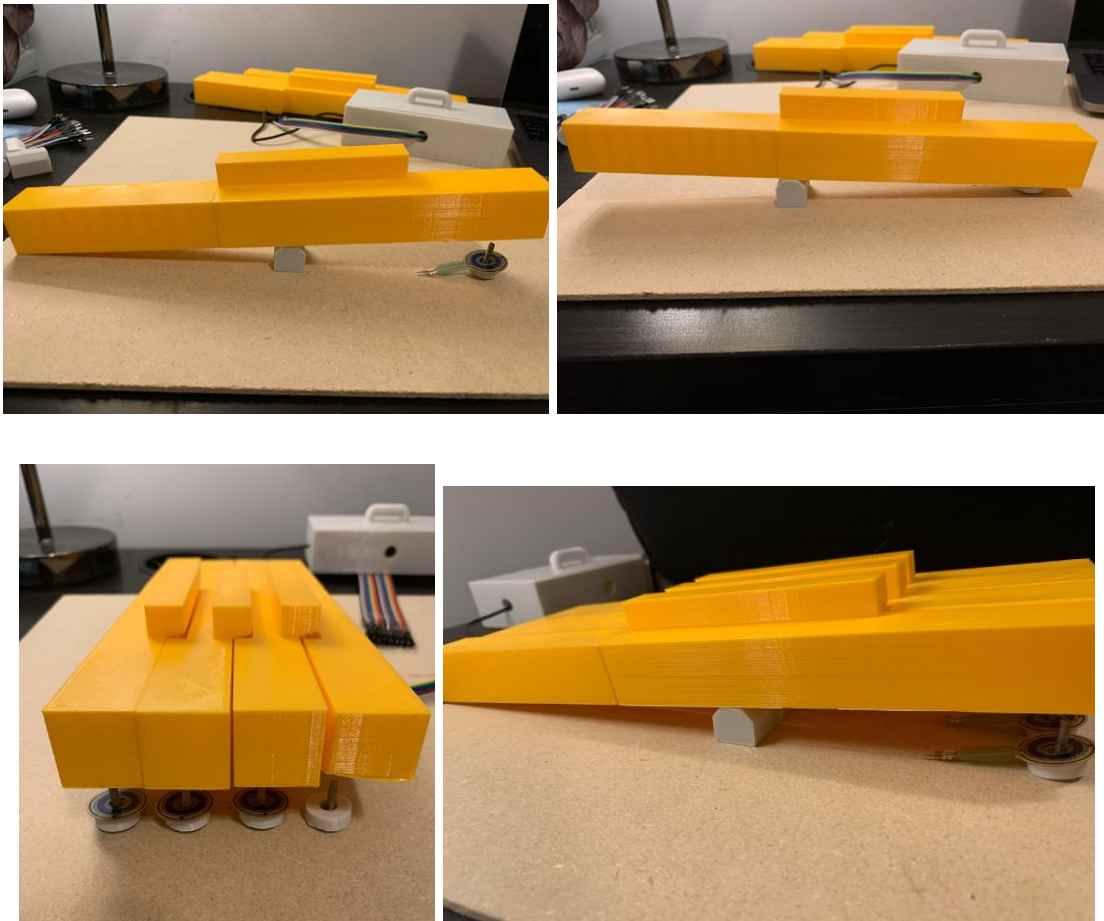


Figure 7 : Le modèle de notre piano

Ceci est le modèle de nos quatre touches de piano qu'on a réalisé grâce à l'impression 3D. Le pivot se situe presque au milieu de la touche de piano et au extrémité du piano se trouve la barre métallique entourée par le feutre. On a décidé qu'on va placer notre senseur de force au dessous de notre feutre pour avoir des meilleurs résultats et minimiser l'endommagement des senseurs. On a utilisé cet assemblage pour vérifier le bon fonctionnement de notre prototype et afin de conduire les essais. Si l'utilisateur à l'accès à un vrai piano, ce n'est pas nécessaire de fabriquer les touches et les petites pièces, car il peut conduire les essais directement sur le piano.

La raison pour laquelle notre équipe a décidé de réaliser nos propres touches de piano était qu'on avait pas accès directe a un vrai piano et aussi on n'était pas certain d'avoir un piano pour tester notre mécanisme durant la journée de conception.

Dans la figure ci-dessous, on peut voir le capteur de force qui a pour rôle de détecter la pression appliqué sur la touche de piano, son nom commercial est "**Capteur de force mince circulaire - FSR 404 (0.2 - 20N)**", il est de forme circulaire et composé de matériaux plastique et métallique de mince épaisseur, il est de forme circulaire avec un trou d'à peu près 1 cm au milieu, y a aussi d'autre capteur de force tel que le "**fsr 402**", "**fsr 400**" qui peuvent bien capté la force exercée mais il n'ont pas un trou qui laisse passer la barre métallique situé en dessous de la touche de piano d'où sera placé le capteur afin de détecter la pression appliqué sur la touche.



Figure 8 : Le senseur de force, FSR 404(0.2-20N)

Une fois que le choix du capteur et son emplacement dans le piano est fait, on doit relier le capteur à l'arduino, le seul et unique moyen a notre connaissance d'unir les deux composants c'est à l'aide de fils de connexion. On aperçoit sur l'image ci-dessus que le capteur possède deux barres métallique à l'extrémité, donc c'est là que les fils de connexion seront soudés et

ensuite connecter à l'arduino uno. Les fils qu'on a utilisé pour toute la connexion est montré dans l'image ci-dessous. La raison pour laquelle on a choisit ces fils est parce qu'ils sont très minces donc ils peuvent facilement être placé sous les touches de piano sans causer de problèmes. Nous allons souder les fils de connexion afin de les rendre plus long mais dû aux circonstances actuels nous n'avons pas pu finir cette tâche.



Figure 9 : Les fils de connexion

Une fois que les fils de connexion sont soudés au capteur de force, il faut alors chercher un microcontrôleur capable de recevoir et traiter les informations qu'il reçoit. Le meilleur qu'on a trouvé est l'arduino uno; c'est une carte de microcontrôleur open source basé sur le microcontrôleur Microchip atmega328p et développé par arduino c.c, cette carte est équipée de jeux de broches d'entrée / sortie numériques et analogiques qui peuvent être interfacés avec diverses cartes d'extension et d'autres circuits. Donc à l'aide du logiciel de programmation nommé arduino ainsi qu'un gabarit de code informatique, nous avons conçu un code qui

convertit les données du capteur en donnée numérique qui va être afficher sur l'écran d'ordinateur. Nous développons cette partie dans la partie logiciel qui suivra la partie mécanique.

L'Arduino uno est un outil informatique qui peut s'endommager ou se biodégrader s'il n'est pas protégé; pour cela grâce à imprimante 3D nous avons conçu un boîtier qui pourra contenir l'Arduino Uno. On voulait construire une boîte plus grande pour le prototype final mais malheureusement, on a pas eu assez de temps vu les circonstances actuelles.

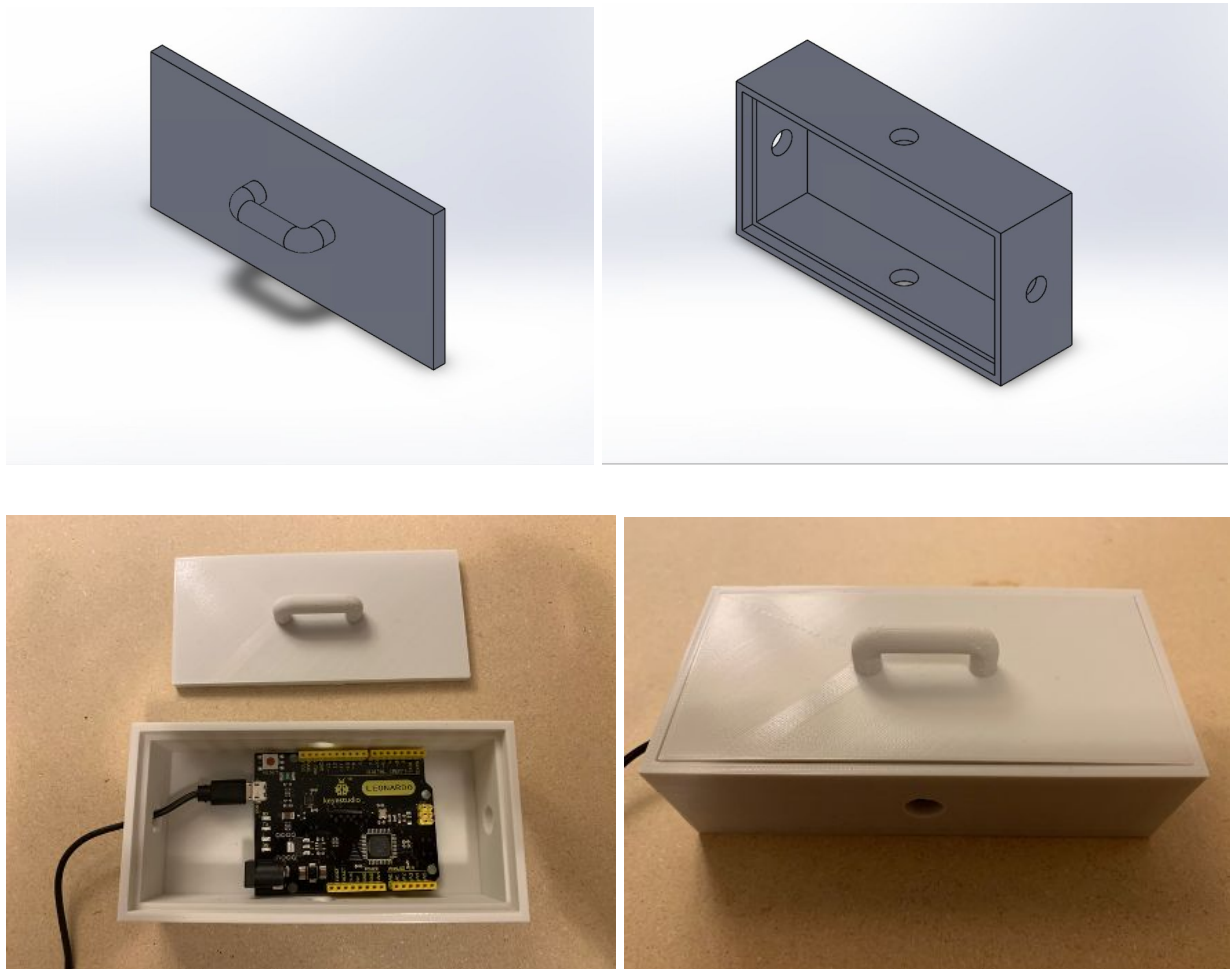


Figure 10 : Le boîtier et le couvercle réalisés par l'imprimante 3D

Le but du boîtier de contrôle est de contenir l'arduino avec les fils de connexion et il relie les senseurs de force au système de représentation.

Une fois que les informations arrivent à l'arduino uno, il faut alors faire afficher les informations visuellement sur un écran, afin de transférer ces informations d'arduino à l'écran, on utilise un câble USB pour accomplir cette tâche. Pour notre projet, compte tenu de notre budget limité on a utilisé l'écran d'un ordinateur portable pour afficher les informations et le graphique. Cependant, il est possible de mettre ces données et graphiques sur un plus grand écran comme un écran LED ou autres si le budget peut accommoder cet achat.

Comme système de représentation, on a décidé d'utiliser l'ordinateur portable comme écran puisque c'est plus facile à manipuler et vu notre budget limité, ceci nous a rien coûté. Sur l'écran, on peut facilement voir et lire les données de la force appuyée sur les senseurs et aussi le graphique montrant comment la force varie avec le temps pendant que notre touche de piano est enfoncée.

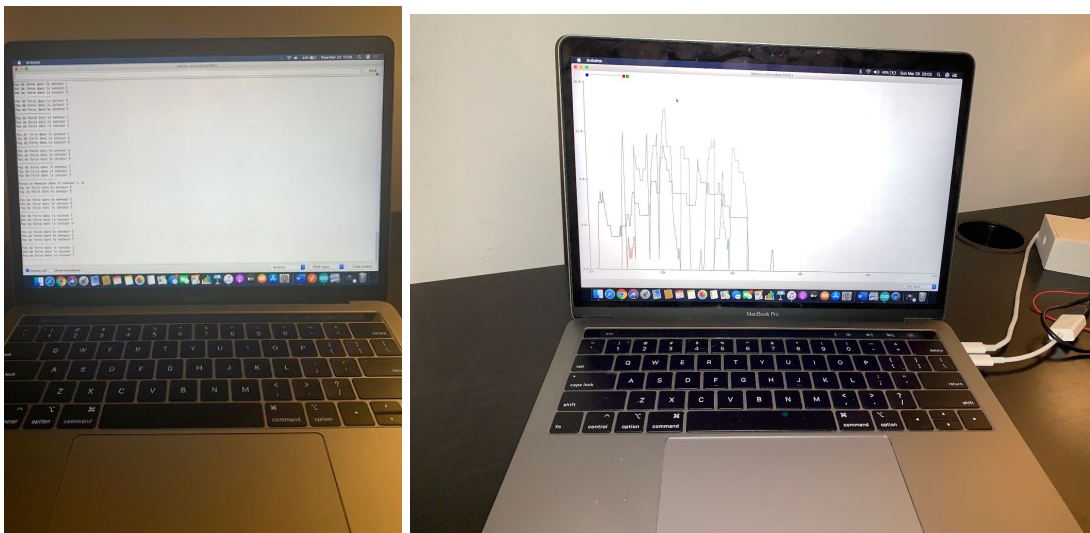


Figure 11 : Système de représentation

2.4 La partie technique de projet

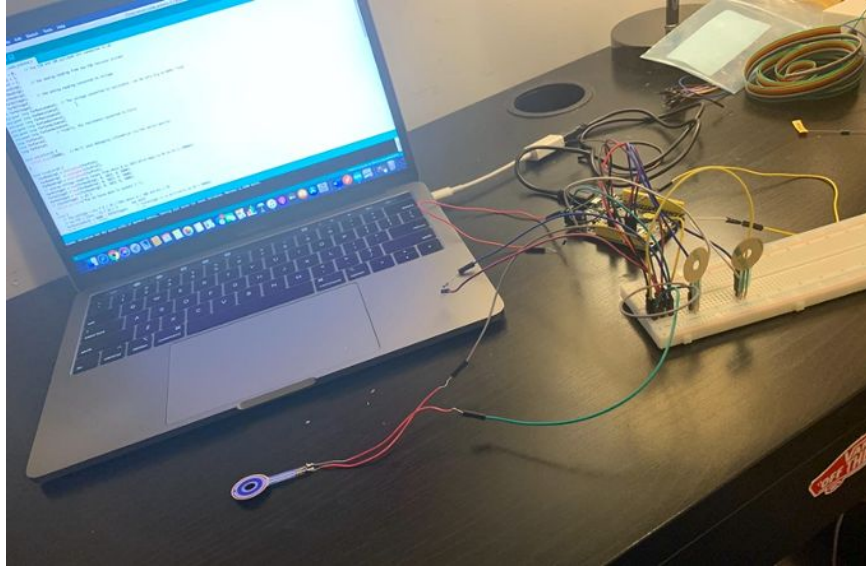


Figure 12 : La connexion avec trois capteurs de force

Il nous restait la partie soudage de notre projet pour relier les fils aux senseurs et au boîtier de contrôle pour le prototype final qu'on a pas pu compléter à cause des circonstances actuels. Alors, on a utilisé le breadboard pour travailler et compléter la connexion de l'arduino avec les senseurs de force. Mais l'utilisateur devra compléter cette partie pour réaliser le projet au complet.

2.4.1 Le code pour les recevoir les données de force

```
code_3_gng_1503

int fsrPin1 = 0;    // the FSR and 10K pulldown are connected to a0
int fsrPin2 = 1;
int fsrPin3 = 2;
int fsrReading1;   // the analog reading from the FSR resistor divider
int fsrReading2;
int fsrReading3;
int fsrVoltage1;   // the analog reading converted to voltage
int fsrVoltage2;
int fsrVoltage3;
unsigned long fsrResistance1; // The voltage converted to resistance, can be very big so make "long"
unsigned long fsrResistance2;
unsigned long fsrResistance3;
unsigned long fsrConductance1;
unsigned long fsrConductance2;
unsigned long fsrConductance3;
long fsrForce1;    // Finally, the resistance converted to force
long fsrForce2;
long fsrForce3;

void setup(void) {
  Serial.begin(9600); // We'll send debugging information via the Serial monitor
}

void loop(void) {
  fsrReading1 = analogRead(fsrPin1);
  fsrReading2 = analogRead(fsrPin2);
  fsrReading3 = analogRead(fsrPin3);
  // analog voltage reading ranges from about 0 to 1023 which maps to 0V to 5V (= 5000mV)
  fsrVoltage1 = map(fsrReading1, 0, 1023, 0, 5000);
  fsrVoltage2 = map(fsrReading2, 0, 1023, 0, 5000);
  fsrVoltage3 = map(fsrReading3, 0, 1023, 0, 5000);
  if (fsrVoltage1 == 0) {
    fsrForce1 = 0;
    Serial.print(fsrForce1);

    else {
      // The voltage = Vcc * R / (R + FSR) where R = 10K and Vcc = 5V
      // so FSR = ((Vcc - V) * R) / V      yay math!
      fsrResistance1 = 5000 - fsrVoltage1; // fsrVoltage is in millivolts so 5V = 5000mV
      fsrResistance1 *= 10000;           // 10K resistor
      fsrResistance1 /= fsrVoltage1;

      fsrConductance1 = 1000000;         // we measure in micromhos so
      fsrConductance1 /= fsrResistance1;
      // Use the two FSR guide graphs to approximate the force

      if (fsrConductance1 <= 1000) {
        fsrForce1 = fsrConductance1 / 80;

        Serial.print(fsrForce1);
      }
      else {
        fsrForce1 = fsrConductance1 - 1000;
        fsrForce1 /= 30;

        Serial.print(fsrForce1);
      }
    }
    Serial.print(" ");
  }
  if (fsrVoltage2 == 0) {
    fsrForce2 = 0;
    Serial.print(fsrForce2);
  }
  else {
    // The voltage = Vcc * R / (R + FSR) where R = 10K and Vcc = 5V
    // so FSR = ((Vcc - V) * R) / V      yay math!
    fsrResistance2 = 5000 - fsrVoltage2; // fsrVoltage is in millivolts so 5V = 5000mV
    fsrResistance2 *= 10000;           // 10K resistor
    fsrResistance2 /= fsrVoltage2;

    fsrConductance2 = 1000000;         // we measure in micromhos so
    fsrConductance2 /= fsrResistance2;
    // Use the two FSR guide graphs to approximate the force
```

```

code_3_gng_1503
... Use the two FSR guide graphs to approximate the force
if (fsrConductance2 <= 1000) {
  fsrForce2 = fsrConductance2 / 80;

  Serial.print(fsrForce2);
} else {
  fsrForce2 = fsrConductance2 - 1000;
  fsrForce2 /= 30;

  Serial.print(fsrForce2);
}
}
Serial.print(" ");
if (fsrVoltage3 == 0) {
  fsrForce3 = 0 ;
  Serial.println(fsrForce3);
} else {
  // The voltage = Vcc * R / (R + FSR) where R = 10K and Vcc = 5V
  // so FSR = ((Vcc - V) * R) / V      yay math!
  fsrResistance3 = 5000 - fsrVoltage3; // fsrVoltage is in millivolts so 5V = 5000mV
  fsrResistance3 *= 10000;           // 10K resistor
  fsrResistance3 /= fsrVoltage3;

  fsrConductance3 = 1000000;         // we measure in micromhos so
  fsrConductance3 /= fsrResistance3;
  // Use the two FSR guide graphs to approximate the force
  if (fsrConductance3 <= 1000) {
    fsrForce3 = fsrConductance3 / 80;

    Serial.println(fsrForce3);
  } else {
    fsrForce3 = fsrConductance3 - 1000;
    fsrForce3 /= 30;

    Serial.println(fsrForce3);
  }
}
Serial.println(" -----");
delay(100);

```

Figure 13 : Le code de programmation

Ceci est le code qui nous permet de mesurer la force appliquée sur nos trois senseurs de force se situant sous nos touches de piano et aussi d'afficher les données en forme de graphique en temps réels.. On peut facilement lire les données de chaque senseur individuellement en Newtons(N). L'utilisateur devra télécharger ce code sur le logiciel arduino afin de faire opérer le mécanisme OnePiece

```

0 0 0
-----
0 0 0
-----
7 0 0
-----
6 0 0
-----
7 11 0
-----
7 10 13
-----
9 11 2
-----
7 12 9
-----
10 12 5
-----
6 12 0
-----
5 12 13
-----
5 16 2
-----
4 2 2
-----
4 5 2
-----
6 6 0
-----
6 1 14
-----
4 1 14
-----
5 12 7
-----
4 12 3
-----
5 12 6
-----
1 4 0
-----
0 0 0
-----
0 0 0

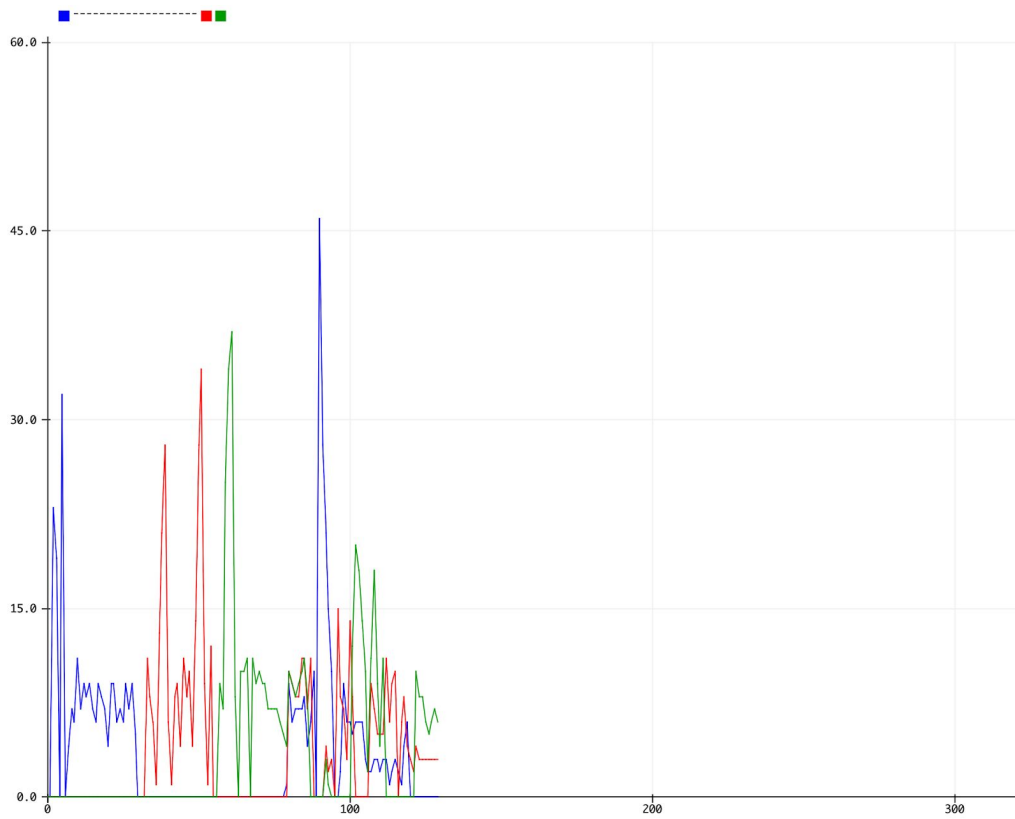
```

Figure 14 : La représentation des données de force sur l'écran

Celle-ci représente les données de force mesurées par notre prototype avec trois senseurs. Le code indique la valeur de force en Newtons (N) de chaque capteur et il indique aussi s'il n'y a pas de force appliquée sur les capteurs. Comme on peut le voir dans la figure ci-dessus, les 3 valeurs représentent les forces appliquées sur les 3 senseurs de notre mécanisme. Au fur que la

force appliquée sur chaque senseur est changée, cette valeur est transmise à l'arduino qui nous montre ces données recueillie.

2.4.2 La graphique des données



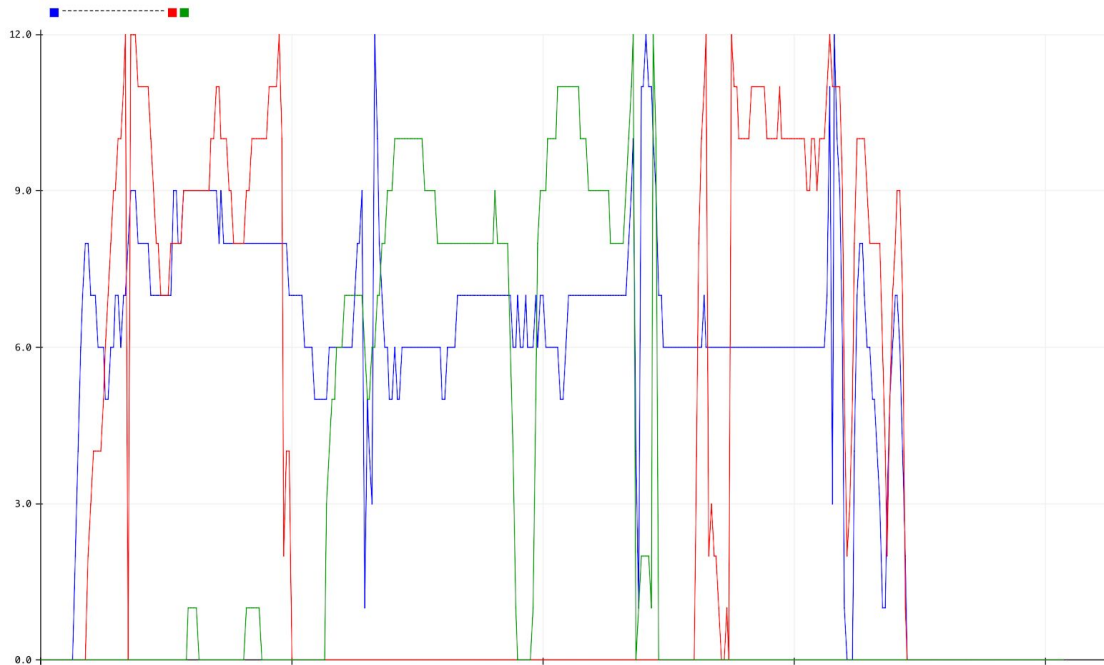


Figure 15 : Le graphique de force en temps réel

Voici une représentation de graphique lorsque les trois senseurs de forces sont enfoncés en temps réels. Les données du premier capteur sont représentées en **bleu**, celles du deuxième capteur en **rouge** et celles de troisième en **vert**. On peut facilement lire les valeurs de forces sur l'axe de Y qui varient en fonction de temps sur l'axe X. La différence entre les deux graphiques ci-dessus est la fréquence à laquelle les données sont recueillies par les capteurs de forces. La fréquence peut être changée selon la préférence de l'utilisateur en changeant la valeur du '**delay**' situé à la fin du code de l'arduino. Afin d'avoir un graphique bien visible et compréhensif, nous avons mis la valeur du '**delay**' à 100, mais cela peut être augmenté ou diminué.

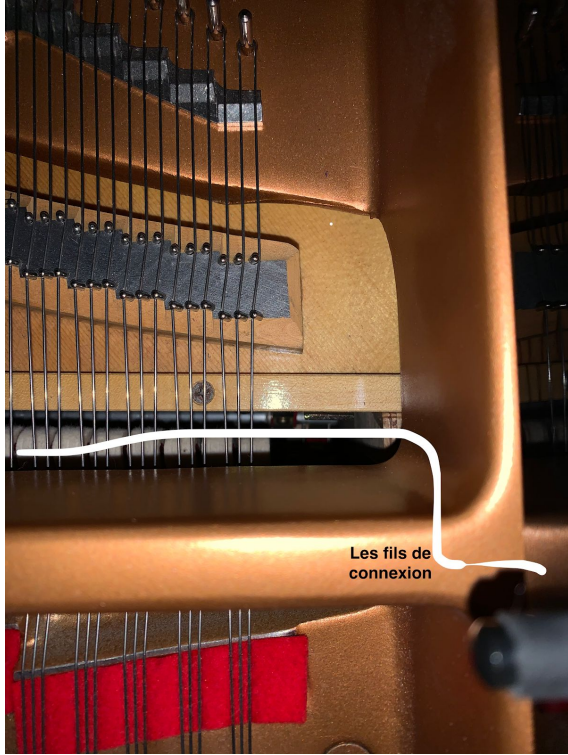


Figure 17: Les fils de connexions qui sortent du piano

Donc, l'utilisateur devra ainsi utiliser ces instructions afin de faire passer les fils de connexions à l'intérieur d'un piano.

3 Comment utiliser le prototype

Le prototype est facile à utiliser, il faut juste placer les 3 capteurs de force en dessous de 3 touches de piano (en dessous du feutre). Les capteurs sont connectés à l'arduino qui est branché à l'ordinateur par un câble usb, l'ordinateur va alimenter l'arduino uno qui va transférer les informations qu'il reçoit par les senseurs à l'écran, il faut installer le logiciel arduino pour lire les informations à temps réel. On constate qu'il suffit juste de la mise en place des senseurs de force et le branchement de câble de arduino uno sur un pc pour faire fonctionner le **OnePiece**. Pour faciliter la tâche à l'utilisateur, l'équipe a installé d'avance tous les outils nécessaires pour faire fonctionner le prototype afin que l'utilisateur n'ait pas beaucoup à faire. Le **OnePiece** est totalement fonctionnel une fois que les connexions sont faites et les senseurs sont placés, puisque le code fera tout le nécessaire.

3.1 Fonctions du prototype

Il a deux grandes fonctions, la première fonction consiste à détecter la pression appliquée sur trois touches de piano. La seconde fonction est d'afficher les informations en forme graphique à temps réel. Alors, comme on l'a mentionné en haut, le capteur de force fsr 404 va détecter la pression/force appliquée et va transmettre ces informations à arduino uno à l'aide des fils de connexion et grâce au code conçu par notre équipe. Ensuite l'arduino uno va transmettre ces informations au logiciel Arduino situé dans le système de l'ordinateur. Cela est

fait grâce à un câble USB qui relie l'arduino uno et l'ordinateur. Le logiciel Arduino va utiliser ces données transmises afin d'afficher les données en forme de graphique qui sera présenté à l'écran de l'ordinateur.

3.2 Comment l'utilisateur doit utiliser le prototype en toute sécurité

La sécurité de l'utilisateur est une des priorités de notre équipe de conception, le **OnePiece** est un mécanisme sécuritaire qui ne possède presque aucun défaut qui pourrait nuire à l'utilisateur mais nous pensons qu'une fois le **One Piece** est connecté à une alimentation électrique, il est préférable de toucher les senseurs ou fils de connexions avec des mains sèches afin d'éviter la possibilité de choc électrique même si la probabilité de ce dernier est très basse grâce à la bonne insulation de notre mécanisme. Il faut aussi s'assurer de bien connecter les fils de connexion afin de minimiser la chance de courts-circuits qui peuvent endommager non seulement le mécanisme mais peut aussi blesser l'utilisateur.

4 Comment maintenir le prototype

Le One Piece est le résultat final après plusieurs essais. La maintenance de ce prototype repose essentiellement sur la façon dont le produit est utilisé et à quelle fréquence. Parmi ses composants, celui qui est le plus vulnérable et dont il faudra en prendre bien soin est le capteur de force. Bien que le capteur soit partiellement protégé par le feutre, il demeure un risque d'endommagement de celui-ci sur le long terme. Car à chaque fois que l'on appuie sur une touche de piano, celle-ci vient taper le feutre qui exerce une pression sur le capteur. Et tandis que le diamètre intérieur de notre capteur n'est pas exactement égal à la

barre métallique se trouvant en dessous de la touche alors il faudra s'attendre à des frottements sur le capteur qui dans le futur pourrait endommager celui-ci. L'utilisateur doit tenir compte de ce risque de défaillance bien qu'il est moins probable.

L'un des essais qu'on a fait sur le One piece est l'emplacement exacte du capteur de force, on a fait 2 essais successives en le plaçant au dessus et en dessous de feutre et le résultat est presque pareil sur la précision de données recueillies sauf que si on met le capteur sur le feutre le risque d'être endommagé est plus important. Suite à ceci on a décidé de le placer en dessous de feutre pour minimiser les dégâts sur le capteur.

Pour une utilisation durable et pour éviter les pannes ou des pertes de sensibilité du capteur, il faut toujours placer le capteur en dessous du feutre, Pendant l'utilisation de ce prototype, nettoyez fréquemment l'arduino-uno avec un papier fin pour éviter un endommagement du système par la poussière. Il faut aussi manier le prototype avec soin et en faisant attention aux fils de connexions car ces derniers sont soudés mais peuvent se détacher ou se briser suite à un mouvement brusque au niveau du point de soudage. Afin de minimiser ce risque, il est conseillé de faire un entretien de l'arduino et les fils de connexions afin de faire une retouche sur la soudure des fils de connexions et aussi sur la soudure des capteurs de force. Cela peut être fait sur une période de 6 à 12 mois dépendant sur la fréquence à laquelle le mécanisme est utilisé.

Il est aussi important de souligner que l'Arduino Uno peut être endommagé s'il est utilisé à plus de 12V(volt), car s'il est utilisé constamment à plus de 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. L'intervalle de tension recommandé est de 7

à 12V. Il faut aussi tenir compte du fait que le boîtier qui va contenir arduino-uno est conçu à base de PLA qui est une matière plastique d'origine végétale. Et comme il est d'origine plastique il faut pas le placer dans un endroit humide et éviter qu'il soit en contact avec l'eau. Plusieurs expériences ont montrées que l'eau peut endommager un matériel fait à base de plastique, donc il est nécessaire de prendre les précautions adéquates sur ce point pour éviter d'endommager le boîtier. En clair, les pièces qui risquent de se briser sont le senseur et l'arduino uno. Si vous prenez bien soin du boîtier il peut être utilisé indéfiniment sans se briser.

Une autre recommandation pour un problème qui n'est pas trop probable est le surchauffage de la carte Arduino. Cela peut être causé si le mécanisme est surmené. Le surchauffage de l'Arduino peut causer l'endommagement des composantes de la carte, alors afin de prévenir cela, il est conseillé de d'utiliser le mécanisme dans un endroit climatisée ou bien aérée. Le placement d'un ventilateur devant le boîtier de contrôle est aussi une bonne façon de prévenir ce problème.

5 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Le **OnePiece** est le fruit d'un long et dur travail, bien qu'il détecte efficacement une pression, il est aussi économique , facile à utiliser et à peut être déplacer d'un endroit à un autre. De base le **OnePiece** est conçu juste pour 3 touche de piano mais notre équipe pense qu'il est possible aussi de le faire pour toutes les touches de piano, en utilisant plusieurs cartes Arduino puisqu'une carte Arduino peut être utilisé pour 5 senseurs de force. Le **OnePiece** permet a l'utilisateur de recueillir les données de force de 3 touches de piano et d'avoir un graphique

simple et claire comme représentation de ces données. Notre équipe recommande fortement à l'utilisateur de faire la partie de soudage le plus bien que possible car si mal faite, peut causer pas mal de problèmes et de dégâts. Pour finir, notre équipe, a réussi à concevoir un mécanisme simple, économique et efficace qui va détecter la force appliquée sur 3 touches de piano et afficher les données en forme de graphique qui peut être utilisée par les musiciens et professeurs de musiques afin de rendre l'apprentissage du piano le plus simple possible et aussi afin de minimiser les impacts néfastes sur la santé des pianistes. Sur ce la **Team10** estime avoir réussi avec succès le projet qui lui est attribué en concevant un mécanisme qui jouera un rôle fondamental dans le domaine médical et musical.

6 Bibliographie

Ici vous pourrez trouver le lien pour les différentes pièces de notre mécanisme.

- “34-00065,” DigiKey. [Online]. Available:
<https://www.digikey.ca/products/en/sensors-transducers/touch-sensors/971?k=FSR 404>.
[Accessed: 07-Apr-2020].
- MakerStore, “Electronics, Materials, and Merch,” MakerStore. [Online]. Available:
<https://makerstore.ca/shop?olsPage=products>. [Accessed: 07-Apr-2020].
- “Amazon.ca: Low Prices – Fast Shipping – Millions of Items,” Amazon.ca: Low Prices –
Fast Shipping – Millions of Items. [Online]. Available: <https://www.amazon.ca/>.
[Accessed: 07-Apr-2020].
- “OnePiece,” Senseur de force OnePiece | MakerRepo. [Online]. Available:
<https://makerepo.com/Matthieu/senseur-de-force-onepiece>. [Accessed: 07-Apr-2020].

APPENDICES

Tous les fichiers de conception, une vidéo démonstrative et une description de notre mécanisme est fournis sur MakerRepo et voici le lien à notre projet afin de suivre les étapes pour répliquer notre mécanisme:

<https://makerepo.com/Matthieu/senseur-de-force-onepiece>