

Prototype II et rétroaction du client

Livrable G

Travail présenté à

Pr. Emmanuel Bouendeu

300106888 Muriel Maouad

300116859 Chris Mingele

300114995 Mario Moubarak

300116260 Elias Saab

8880758 Julie-Maude Lefrançois

Université d'Ottawa

8 mars 2020

Table des matières

1 Introduction	3
2 Le but de l'essai	3
3 Description des objectifs de l'essai	5
4 Notre prochaine étape	9
5 Prototype II	10
6 Ce qu'on à améliorer du dernier livrable	14
7 Conclusion	15

1. Introduction

Ce document a comme but de vous présenter officiellement notre deuxième prototype. Afin de créer ce dernier, nous avons effectués les ajustements nécessaires à notre premier prototype basé sur la rétroaction que nous avons reçu lors de notre troisième rencontre avec le client. Notre but ultime était de concevoir un modèle qui fait preuve de rigidité, d'originalité, de simplicité et d'efficacité tout en tenant compte de notre budget de 100\$. Notre modélisation nous a permis de valider la fonctionnalité de notre concept, de concrétiser notre idée et d'y extraire les résultats nécessaires. En tout court, le prototype du sous-système en question est constitué d'un capteur de pression branché à un circuit généré par un Arduino qui nous permet de récolter des données de pression. Dans le livrable qui suit, nous allons effectuer une analyse du prototype 2 afin d'extraire les résultats clés et d'identifier les hypothèses et les solutions qui nous seront indispensables lors de la création de notre troisième prototype. Suite à notre quatrième rencontre avec le client, nous pourrons combiner cette analyse du prototype à la rétroaction donnée par notre client et utiliser ces informations pour améliorer notre système et livrer le meilleur produit possible à notre client à la fin du processus de conception.

2. Le but de l'essai (Pourquoi ?, Quoi? et Quand?)

Le but principal de ce livrable est d'évaluer la rétroaction donné par le client au prototype 1 et améliorer le produit au prototype 2. Ce deuxième prototype aura pour rôle de concrétiser le sous-système imaginé pour le prototype 1 et de le faire fonctionner avec les matériaux réels. Il faut donc créer le circuit qui va nous permettre de récolter les données de pression via Arduino par un capteur. On veut évidemment respecter les critères de conception définis par le client, soit que le produit est portable, durable, stable, léger, compact, et économique.

Le pourquoi:

Ce prototype est utile pour nous donner une base de l'utilisation et la construction du sous-système principal. Avec un capteur de pression fonctionnant grâce à un programme écrit dans le site arduino, nous devons être en mesure de récolter des données de pression sous forme graphique pour la durée que la pression est maintenue sur le capteur. Ceci est utile pour visualiser la production réelle du graphique pendant un test dans le laboratoire. Se familiariser avec les capteurs de pression, leur fonctionnement et leur interprétation est nécessaire pour la suite des choses. Maîtriser notre sous-système nous permettra entre-autres de prévenir les risques et les incertitudes, vérifier la faisabilité du projet et la direction prise par celui-ci, analyser l'intégration du sous-système au système global, etc. Aussi, le prototype deux nous permettra de faire la visualisation de l'organisation des fils et de la forme du produit dans le piano afin de confirmer les dimensions du produit final. Cette étape nous permettra d'avancer et d'entamer la fabrication du prototype 3 toujours avec plus de confiance. Cette confiance sera acquise par la rétroaction, la comparaison et l'analyse de nos différents prototypes, dont le deuxième, soit celui sur lequel porte ce livrable.

Le quoi:

Le quoi consiste principalement à reproduire le sous-système représenté par le prototype 1 présenté la semaine passé en utilisant cette fois-ci les vrais matériaux qui seront les mêmes que pour le produit final (avec quelques modifications pour rendre le tout propre et présentable). Pour ce faire nous avons utilisé les matériaux listés dans la nomenclature des matériaux du livrable E pour commencer notre prototype 2. Il fallait, tout d'abord, procurer les matériaux et en faire l'assemblage de manière à ce que nous soyons capable de récolter des données de pression.

Le quand:

Le prototype a été complété le 7 mars 2020 pour l'échéance du livrable G étant le 8 mars 2020. Ceci nous donne la durée nécessaire pour compléter le produit final à temps pour la présentation au client.

3. Objectifs de l'essai

Cette section nous permettra de discuter des objectifs généraux de notre projet de conception et de définir quels objectifs spécifiques répondent aux questions Pourquoi? Quand? et Quoi? posées dans la section précédente. Elle servira aussi à définir les critères qui nous permettront de déterminer si les objectifs ont été atteints ou non.

Objectifs reliés à **Pourquoi** ?

1. Comprendre le branchement, le fonctionnement et l'utilisation des capteurs de pression afin de répondre aux critères de conception.

Il est à noter ici que l'objectif principal n'était pas de finaliser le branchement des capteurs de pression pour vérifier les contraintes physiques (d'espace, par exemple), mais bien ultimement d'arriver à détecter la pression avec des capteurs et de se familiariser avec le branchement, le fonctionnement et l'utilisation de ces capteurs à travers la construction du circuit arduino et de la collecte des données sur l'ordinateur. C'est ce que nous n'avons pas eu l'occasion de faire à l'étape du prototype 1, car nous n'avons pas les vraies composantes. Cependant, étant donné que nous avons pu mesurer, à l'étape précédente, les dimensions des fils et l'espace dont nous aurons besoin pour la conception final, nous n'avons pas à nous soucier de cela pour cette partie. Selon les critères de conception, l'objectif serait atteint si nous parvenions à détecter la pression à l'aide d'un capteur. Comme vous pourrez le voir dans la présentation du prototype 2 en images plus bas, cela a fonctionné. Ces nouvelles connaissances sur le fonctionnement et l'utilisation des capteurs pour mesurer la pression seront essentielles pour le reste du projet, car c'est notre

sous-système principal et tout le fonctionnement de notre projet repose sur ce circuit. Il est à la base de celui-ci, des défis et des problèmes que nous allons rencontrer probablement aussi.

2. Communiquer efficacement et obtenir la rétroaction pour vos idées.

Tout comme à l'étape 1, afin de s'assurer que tout le monde soit sur la même longueur d'onde et sur le bon chemin, autant entre les membres de l'équipe qu'avec le client - pour clarifier et faire un rappel de ses besoins et attentes, voir s'ils ont changé/évolué -, il est essentiel de communiquer efficacement et d'obtenir une rétroaction pour nos idées. Pour atteindre cet objectif mesuré pour la période de fabrication du prototype 2, les membres de l'équipe doivent communiquer pour arriver à s'entendre sur la fabrication et la concrétisation du sous-système à concevoir et il faut également que l'équipe puisse en faire la rétroaction en équipe de façon réfléchie et mature et ce, dans l'harmonie. Il faudrait aussi prendre en considération la rétroaction de la correction de ce livrable et celle du client (s'il nous en fait une) pour la réalisation du prototype 3. En guise de rétroaction d'équipe, tous les membres réussissent à communiquer de manière efficace et réussissent à bien s'entendre. Cela a été le cas tout au long de la construction et de la programmation du prototype 2. Nous avons également été en mesure d'en faire la rétroaction de manière conjointe dans ce livrable. Aucun conflit, même mineur, ne s'est présenté dans l'équipe jusqu'à maintenant. Nous semblons bien nous comprendre, êtres posés et tout le monde fait ce qu'il a à faire avec brio et dans les temps. Nous attendons les suggestions extérieures et, si elles se présentent, nous discuterons de comment elles pourraient se traduire pour la prochaine étape dans notre réunion hebdomadaire de jeudi prochain.

3. Vérifier la faisabilité

En fabriquant le prototype 2, nous testions en quelque sorte la fiabilité du sous-système. Après avoir déterminé que nous avions assez d'espace pour faire ce que nous avions en tête lors de la rétroaction du prototype 1, il restait encore certaines choses importantes à vérifier. Ce qui aurait pu nous empêcher de réaliser cette étape cruciale est le manque de temps ou encore la logistique derrière se procurer le matériel nécessaire, mais ultimement, nous n'avons aucune idée si nous allions être capables, avec les connaissances à notre disposition, de réaliser le branchement des capteurs avec l'arduino et de collecter les données des capteurs à l'ordinateur, sous forme graphique en plus. Nous pouvons donc dire que cette étape représentait pour nous un risque de niveau modéré à élevé en elle-même (voir le point 6 pour plus d'information sur la gestion des risques). L'objectif de vérifier la fiabilité du projet devait aussi mettre en perspective ce qui se produit avec ce qui s'en vient. En effet, l'assemblage du prototype 2 nous a donné une bonne idée des défis qui s'en viennent pour la fabrication du prochain prototype. L'objectif est

considéré comme atteint, car non-seulement avons-nous réussi à fabriquer le prototype 2, mais nous avons également pu en tirer des leçons pour le prototype 3, ce qui était en résumé nos critères pour l'atteinte de cet objectif. Les leçons tirées pour le prototype 3 sont qu'il est possible de transmettre les données en temps réel des capteurs de pression à un ordinateur et que ce serait peut-être intéressant de créer un GUI afin de présenter ces données de façon personnalisée en faisant en sorte que l'utilisation soit intuitive pour l'utilisateur, tout en respectant les demandes du client. Toutefois, si nous souhaitons explorer ces options nous devons prévoir du temps pour le faire, car nous avons aussi réalisé à cette étape que la programmation n'est pas nécessairement une force pour l'équipe.

4. Analyser les sous-systèmes critiques ou l'intégration des au système

L'analyse du sous-système critique que nous venons de construire nous permettra d'en faire la rétroaction dans ce livrable et de nous assurer que nos idées jusqu'à maintenant peuvent s'intégrer au système global. Le prototype 2 est la réalisation concrète du sous-système comprenant le capteur de pression branché à un arduino nano. Le système global comprendrait en plus la synchronisation du sous-système en question avec un GUI personnalisé qui sera principalement créé pour afficher les résultats de la pression dans un graphique, mais qui permettra également à l'utilisateur d'interagir et d'avoir un certain contrôle sur le sous-système sans nécessairement avoir à en connaître le fonctionnement complexe. Par exemple, un des critères de conception pour cette partie est que le client doit pouvoir enregistrer des fichiers de données. Pour que cet objectif soit considéré comme atteint, le sous-système représenté par le prototype 2 doit pouvoir s'intégrer au système global sans ennui, c'est-à-dire que l'arduino doit pouvoir être branché à un fil USB relié à un ordinateur qui affichera les résultats et échangera avec le client à l'aide d'une interface qui devra répondre à tous les critères de conception dont celui de présenter un graphique de la pression en fonction du temps. Ces objectifs ont été atteints lors de la fabrication du prototype 2. Les différentes options pour le reste du système comme l'interface graphique seront explorées lors du troisième prototypage. De plus le système devra être plus propre et présentable dans son ensemble. Nous visons une certaine harmonie et l'esthétisme du système global final.

5. Réduire les risques et incertitudes

La fabrication du prototype 2 a entre-autres comme objectif de réduire les risques et incertitudes liées à la fabrication et au fonctionnement du sous-système qui n'ont pas pu être adressés lors de la rétroaction du prototype 1. Ces risques et incertitudes comprennent le branchement du circuit Arduino avec le capteur, la connection de l'Arduino à l'ordinateur et sa programmation pour faire fonctionner les capteurs. Cet étape comporte également des risques moins techniques, mais plus pratiques, qui consistent à respecter les échéances serrées et aussi tenter de récolter les matériaux appropriés et nécessaires dans les délais. Pour compléter la rétroaction du deuxième prototype qui sera faite dans ce livrable, l'équipe sera satisfaite de l'atteinte de cet objectif lorsqu'elle aura tenu une réunion sur les risques et incertitudes, qui sera tenue dans le but de discuter en profondeur de ces résultats et décider des changements à apporter ou non afin d'en diminuer les effets et améliorer notre sous-système en vue de la réalisation du prototype 2. Cette réunion sera tenue la semaine prochaine, dans le cadre de notre rencontre hebdomadaire du jeudi.

Objectifs reliés à **Quoi** ?

1. Fabriquer un prototype fonctionnel du sous-système principal qui permettrait de collecter et afficher sur un ordinateur les données générées par le capteur de pression via arduino.

Encore une fois, notre sous-système principal est un capteur de pression branché à un circuit généré par un arduino nano qui transmet ensuite les données récoltées par les capteurs à un ordinateur à l'aide d'un fil USB. La rétroaction et l'analyse du prototype 1 nous a permis d'être confiants dans nos choix de matériaux et nous a rassuré par rapport à l'atteinte de plusieurs des critères de conception (par exemple: la compacité), donc nous avons pu passer à l'étape suivante et utiliser les vraies composantes au lieu d'objets recyclés, trouvés ou très peu dispendieux . Pour que cet objectif soit considéré atteint, il fallait d'abord commander les matériaux et les recevoir à temps. Ensuite, il fallait assembler le circuit et brancher le capteur à celui-ci. Finalement, il fallait que le capteur fonctionne et émettent des données présentées sur un ordinateur à l'aide d'un câble USB, préférentiellement en un graphique de la pression en fonction du temps. Maintenant que cette étape est terminée, nous pouvons dire que l'objectif a été atteint avec succès. Comme vous pourrez le voir dans la présentation du prototype 2 en images plus bas, nous avons un capteur de pression fonctionnel branchés à un arduino, et qui peuvent transmettre leurs données à un ordinateur par USB qui représente ces données en graphique. Il est à noter

que nous avons aussi testé nos deux autres capteurs pour valider leur fonctionnalité. Cela veut dire que nous sommes fins prêts à passer à la réalisation du prototype 3.

Objectifs reliés à **Quand** ?

1. Échéance du livrable F le 1er mars pour les justificatifs

La création de ce document, présentant en détail le prototype 2, sa conception et ses objectifs devra être envoyée le 8 mars prochain, soit une semaine seulement après la remise du livrable analysant le prototype 1. La rubrique du livrable G disponible sur Brightspace indique les exigences du travail (ex : détermination des objectifs, rétroaction sur le prototype). Cet objectif sera considéré comme atteint si nous le remettons à temps et recevons la note de passage et aussi si nous pouvons tirer de cet exercice les leçons nécessaires à la conception du troisième prototype s'il y a lieu. Un des défis pour respecter cet objectif était de se procurer les matériaux et le matériel qui n'étaient pas à notre disposition immédiate. Nous avons donc décidé de se prendre d'avance et dès la semaine d'étude, nous avons passé certaines commandes en ligne, notamment pour acheter nos trois capteurs de pression.

N.B.: Nous ne savons pas encore s'il y aura une rencontre avec le client ou, le cas échéant, quand celle-ci aura lieu. Toutefois, nous serions reconnaissants d'avoir la rétroaction de notre client par rapport au prototype 2 afin d'entamer avec confiance la conception du prototype 3.

4. Notre prochaine étape

Ce prototype représente un prototype analytique et expérimental. Le prototype 2 servira de modèle numérique qui prend en considération l'aspect de détection de pression du projet de conception tout en négligeant quelques contraintes physiques établies par le client. Ainsi, ce dernier nous permettra de comprendre si on peut déterminer la pression lorsqu'une force est appliquée sur une touche de piano. Avec cela, on est en mesure de mettre ces données en graphiques et les sauvegarder dans un fichier afin de pouvoir les analyser et résoudre le problème de conception. Plus encore, ce prototype ne compte qu'un seul capteur de force et notre arduino

est connecté par moyen d'un breadboard. Ainsi, comme prochaine étape, on cherche à pouvoir connecter 3 capteurs sans avoir recours à un breadboard pour atteindre la même fonctionnalité. À l'aide de la rétroaction globale réalisée par l'équipe dans ce livrable et celle obtenue par nos pairs et nos professeurs, nous aurons une meilleure idée des améliorations et des changements qu'il faudra appliquer à notre troisième prototype, qui cette fois-ci nous forcera à embellir et concrétiser notre produit davantage. Plus précisément, nous aimerions mettre le dispositif dans une boîte et regrouper les fils dans cette dernière afin de le rendre discret. Afin de se démarquer des autres projets, nous explorerons plus profondément les différentes fonctionnalités que nous pourrions donner à notre interface graphique pour améliorer l'expérience utilisateur.

5 Prototype II

Nous avons développé un programme qui recueille les forces appliquées sur le capteur de pression et affiche les données sur l'écran. Nous avons aussi débuté la construction de notre produit; nous avons soudé les capteurs de pression à des fils électriques avant de les connecter à un breadboard et ensuite à la plaque d'arduino (nano). L'arduino a comme but d'envoyer les données et les informations nécessaires à un ordinateur portable pour pouvoir afficher la pression appliquée sur la touche à l'écran. Il est à noter que les capteurs de pression ont été testés pour vérifier qu'ils peuvent être bien placés en dessous de la touche de piano (soit en dessous du feutre).



```
CodeForceSensor_Project | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
File Edit Sketch Tools Help
CodeForceSensor_Project
#include <AnalogReader.h>
#include <FSR.h>

// Include Libraries
#include "Arduino.h"
#include "FSR.h"

// Pin Definitions
#define FSR_PIN_1_A0

// Global variables and defines

// object initialization
FSR fsr(FSR_PIN_1);

// define vars for testing menu
const int timeout = 100000; //define timeout of 10 sec
char menuOption = 0;
long time0;

// Setup the essentials for your circuit to work. It runs first every time your circuit is powered with electricity.
void setup()
```

```
CodeForceSensor_Project | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
File Edit Sketch Tools Help

CodeForceSensor_Project
void setup()
{
  // Setup Serial which is useful for debugging
  // Use the Serial Monitor to view printed messages
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial); // wait for serial port to connect. Needed for native USB
  Serial.println("start");

  menuOption = menu();
}

// Main logic of your circuit. It defines the interaction between the components you selected. After setup, it runs over and over again, in an eternal loop.
void loop()
{
  if(menuOption == '1') {
    // Force Sensitive Resistor 0.5" - Test Code
    // Read FSR resistance value, try also fsr.getResistance()
    // For more information see Sparkfun website - www.sparkfun.com/products/2225
    // Note, the default Vcc and external resistor values for FSR calculations are 5V and 33000ohm, if you are not
    // using these default value in your circuit go to FSR.cpp and change default values in FSR constructor
    float fsrForce = fsr.getForce();
    delay(1000);
    Serial.print(F("Force: ")); Serial.print(fsrForce); Serial.println(F(" [g]"));
  }

  if (millis() - time0 > timeout)
  {
    menuOption = menu();
  }
}

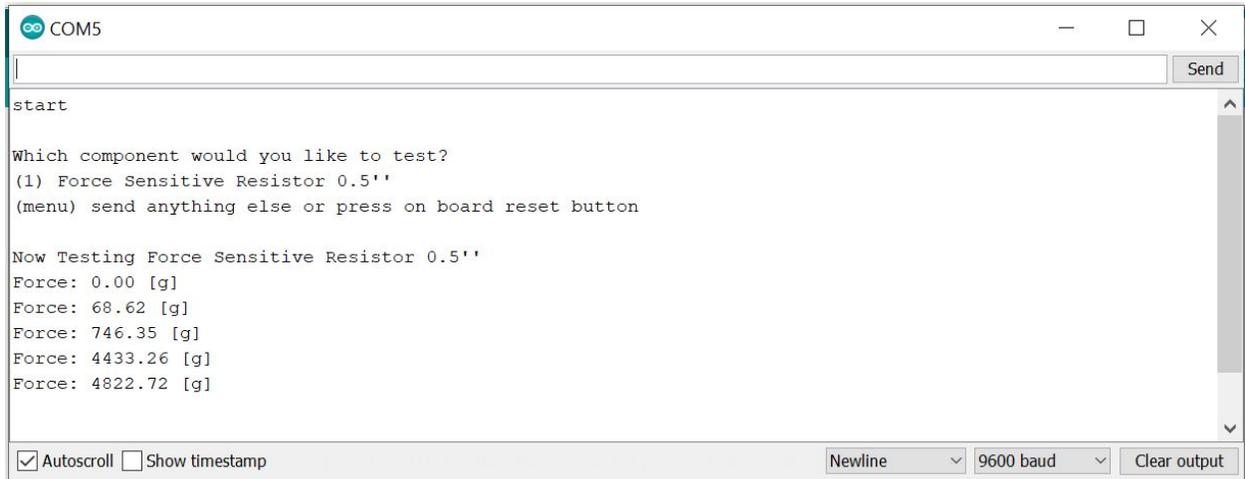
// Menu function for selecting the components to be tested
// Follow serial monitor for instructions
char menu()
{
  Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
  Serial.println(F("(1) Force Sensitive Resistor 0.5''));
  Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset button\n"));
  while (!Serial.available());

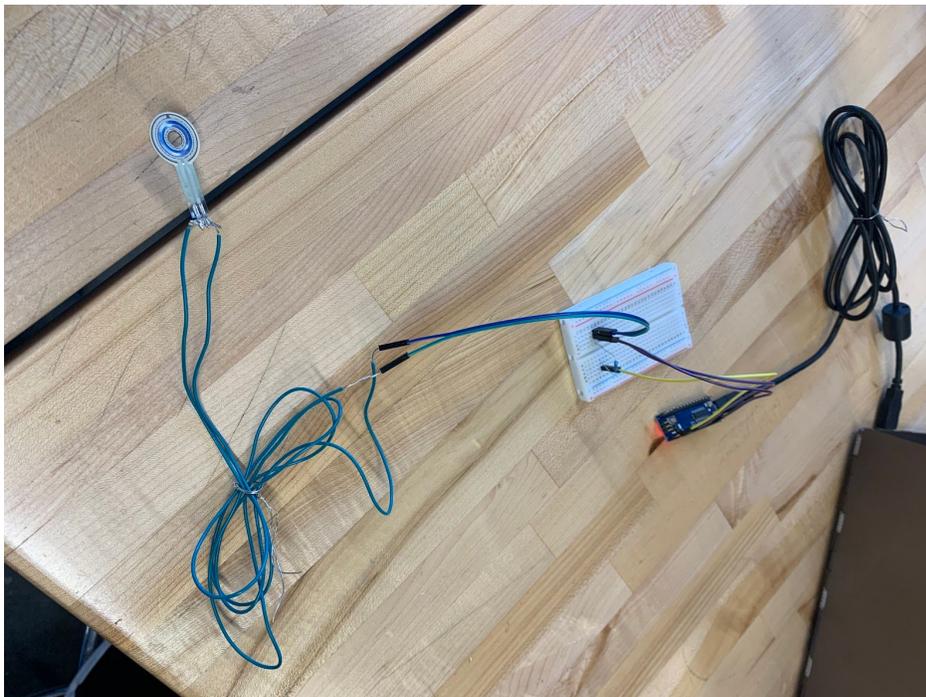
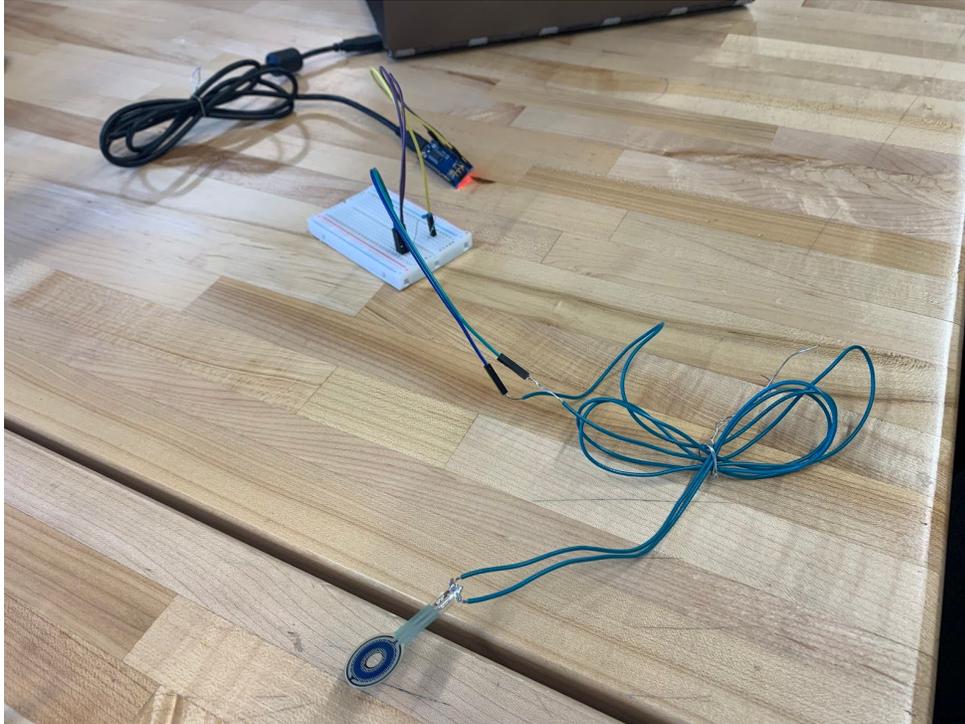
  // Read data from serial monitor if received
  while (Serial.available())
  {
    char c = Serial.read();
  }
}
```

```
CodeForceSensor_Project | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
File Edit Sketch Tools Help

CodeForceSensor_Project
char c = Serial.read();
if (isAlphaNumeric(c))
{
  if(c == '1')
  Serial.println(F("Now Testing Force Sensitive Resistor 0.5''));
  else
  {
    Serial.println(F("illegal input!"));
    return 0;
  }
  time0 = millis();
  return c;
}
}

/*****
*   Circuito.io is an automatic generator of schematics and code for off
*   the shelf hardware combinations.
*
*   Copyright (C) 2016 Roboplan Technologies Ltd.
*
*   This program is free software: you can redistribute it and/or modify
*   it under the terms of the GNU General Public License as published by
*   the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
*****/
```





6 Ce que nous avons à améliorer pour le prototype 1 et 2

Suite à la rencontre et rétroaction 3 avec notre client, les commentaires faits par le client pour améliorer notre projet furent bien utile. Notre idée est pas mal complète et fonctionnelle jusqu'à

maintenant. Le client était pas mal impressionné de notre idée principale, mais à évidemment suggéré quelques points à améliorer comme avoir tous les fils des trois capteur de pression combinés (les attacher ensemble) pour ne pas avoir de désordre entre les câbles. Aussi, avoir une boîte pour l'arduino pour que ca soit bien stable et rangé (propreté). Nous avons pensé à ces commentaires et les avons inclus dans le prototype 2. Malheureusement, à la suite du prototype 2 nous n'aurons pas la chance de rencontrer le client et d'avoir une rétroaction alors on doit rester confiants de notre plan initial et des améliorations proposées lors de la deuxième rencontre. Toutefois, nous avons eu une rétroaction d'un collègue pour le prototype 2 et il a suggéré d'avoir un câble USB plus long ainsi que des câbles femelles-femelles plus longs pour avoir de la flexibilité et une boîte avec un toit pour l'arduino nano pour que ca soit 100% stable et sécuritaire. Le reste repose sur notre capacité à prendre des bonnes décisions, notre jugement et notre esprit critique et d'analyse en tant que groupe diversifié et engagé, ainsi que sur nos connaissances actuelles des besoins et des attentes du client.

7 Conclusion

Pour conclure, avec ce document, on a pu analyser et discuter des éléments clés de notre deuxième prototype. En fait, nous avons interrogé les objectifs généraux ainsi que les objectifs spécifiques du projet afin de pouvoir ensuite définir les critères qui nous ont permis de planifier, de construire et faire l'essai de ce deuxième prototype du projet. Contrairement au premier prototype, celui-ci concrétise nos plans et met les vraies composantes de l'appareil à l'épreuve afin de vérifier s'il est possible de calculer une force appliquée sur un capteur de pression et d'en récolter les données dans un graphique mettant en relation la pression avec le temps. Sur ce, en prenant la fonctionnalité du dispositif en compte, l'analyse par les membres de l'équipe à travers ce livrable et avec les commentaires et opinions émis par nos pairs et nos professeurs, nous serons par la suite en mesure de concevoir un prototype final (3) qui correspondra aux besoins et attentes du client.