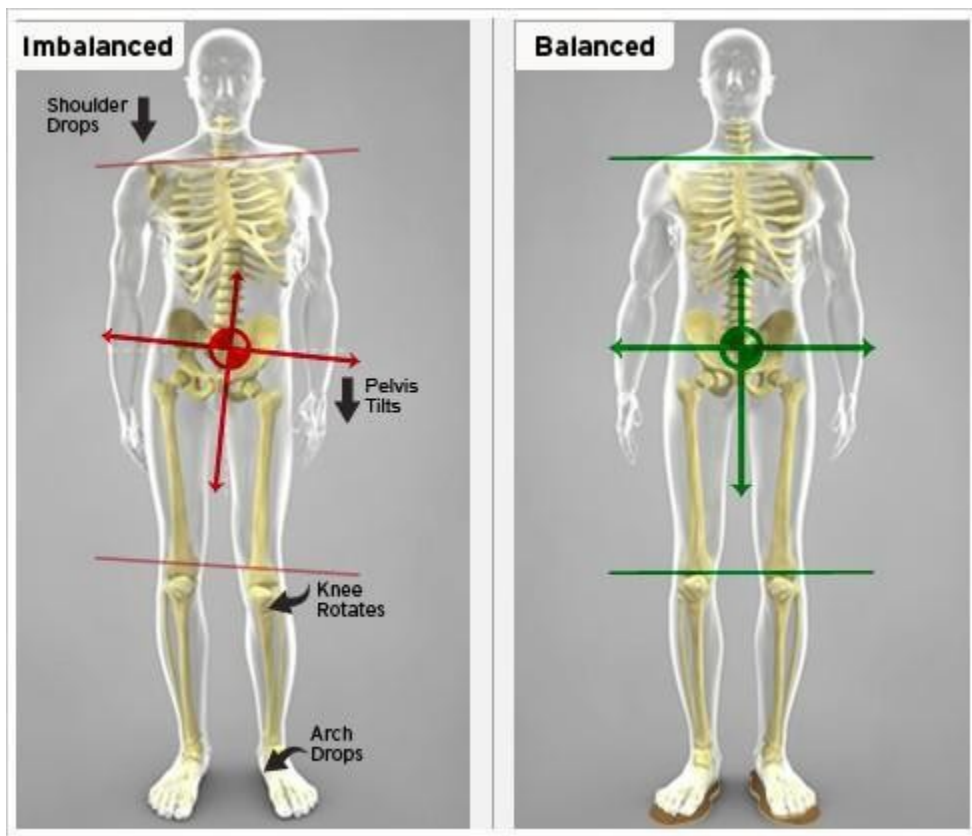


PROJET IOT 2020/2021

Rapport

Semelle Intelligente



Étudiants :
Hayari Ayoub
Keita Sambou

Professeurs :
OSMANI Aomar
HAMIDI Massinissa

Sommaire

I. Introduction	3
II. Description du projet	4
III. État de l'art	5
A. Le marché actuel	5
B. Produits sur le marché	6
C. Description d'un capteur de force	8
IV. Processus de conception et de fabrication	11
A. Matériaux	11
B. Conception graphique	12
C. Diagramme de séquence	13
D. Diagramme de cas d'utilisation	14
E. Réalisation	16
V. Utilisation	17
A. Cas posture correcte	17
B. Cas posture incorrecte	18
VI. Conclusion	19
VII. Référence	20

I. Introduction

Dans le domaine de la santé, de nombreux objets connectés commencent à voir le jour facilitant le travail de nos médecins lors de consultation. Mais aujourd'hui un nouveau cap est franchi dans l'internet des objets permettant aux patients de s'auto-consulter à l'aide d'un objet de précision.

Dans le cadre du projet d'IOT 2020, nous avons décidé de concevoir un outil qui permet de constater s'il y a la présence d'une inégalité de longueur au niveau des jambes.

Ce projet utilise des capteurs de force qui seront détaillés et expliqués dans la suite, par rapport aux autres projets de nos anciens camarades, on n'a pas trouvé un projet similaire pour pouvoir s'inspirer.

Nous allons commencer par une description du projet pour avoir une idée générale et plus claire et aussi sur l'état de l'art qui est subdivisé en plusieurs sections qui permettent de structurer le projet de début à la fin, ce qui est indispensable pour pouvoir concevoir un projet.

II. Description du projet

Le projet semelle Intelligente est un système évolué de la balance baropodométrique , en effet avec le module Arduino notre semelle intelligente a pour but de d'enregistrer la pression exercée par la jambe gauche et droite. Afin de vérifier si le patient présente une inégalité de longueur entre les deux jambes et ainsi prévenir d'éventuelle problème de posture ou douleur.

Pour cela, nous allons créer un support nécessaire pour nos **capteur de force résistif** permettant l'appuie plantaire du patient et l'action du capteur mesurant la pression. Suite à cela, les données générées seront directement extraites et envoyées vers un module Arduino pour être finalement traités et exploiter pour vérifier si les deux jambes présentent une différence de pression.

Pour plus d'infos vous pouvez également retrouver ce projet, avec son code et sa documentation de base ici :

<https://github.com/institut-galilee/2020-semelle-intelligente>

III. État de l'art

A. Le marché actuel

Afin d'avoir des informations pour la réalisation du projet nous avons dû faire des recherches sur internet, précisément dans le secteur médical, et finalement nous avons découvert que le domaine de la baropodométrie était notre mine d'or. En fait la baropodométrie est l'étude des pressions plantaires en statique et en dynamique. Elle est un complément de l'examen clinique et permet de mesurer en fonction du 'tempsles' pressions et les surfaces de contact qui s'appliquent sous le pied et d'en déduire les forces qui s'appliquent sur ces surfaces.

Le dispositif peut être sous forme de plateforme, de tapis de marche, de capteurs libres, ou de semelles embarquées.

Sur le Web, on a trouvé des produits sportifs dans lesquels notre projet se reconnaît, il y a aussi des tapis de marche et plateforme du coup, on va faire une comparaison avec des semelles intelligentes et balances.

Dans notre cas pour faire notre projet avec des semelles, on a besoin de plusieurs capteurs, car il faut que toute la plante du pied soit rempli des capteurs.

B. Produits sur le marché

Voici quelques produit trouvé sur le marché :

- **Runvi** (www.watchgeneration.fr/sport/2018/07/runvi-des-semelles-plus-intelligentes-que-la-moyenne-7752)



A l'intérieur des semelles petit sont présents 30 capteurs de pression, deux accéléromètres et une batterie bonne pour 8 à 10 heures de course. Ce produit sert à donner des conseils en analysant sa course et sa posture du corps, et donner aussi des programmes adaptés.

Comme on voit sur la deuxième montre on voit les plantes des pieds et grâce à ça on peut voir grâce aux capteurs de pression si on a une irrégularité au niveau des jambes, en fait si par exemple la jambe droite est plus longue que la gauche, on aura dans l'affichage la zone du pied droite plus rouge que celle de gauche.

Prix : 199 €

- **W-INSHOE EASY** (<https://www.medicapteurs.com/produits/winshoe-easy/>)



Ce produit est adapté à l'étude des pressions du pied. Il est le partenaire idéal pour faciliter les diagnostics, corriger et améliorer la marche de nombreux patients, optimiser les performances chez le sportif ou mesurer l'incidence des semelles en conditions réelles.

Prix : pas disponible sur le site mais il a prix doit être quelque centaines d'euros.

- **WIN-POD WIFI** (<https://www.medicapteurs.com/produits/winpod/>)



Ce produit est un produit pour les podologues et sa disponibilité n'est réservée que pour eux. Mais c'est l'outil parfait pour les examens des pieds.

Prix : pas disponible sur le site, mais il a un prix assez élevé.

C. Description d'un capteur de force

Qu'est-ce qu'un capteur de force ?

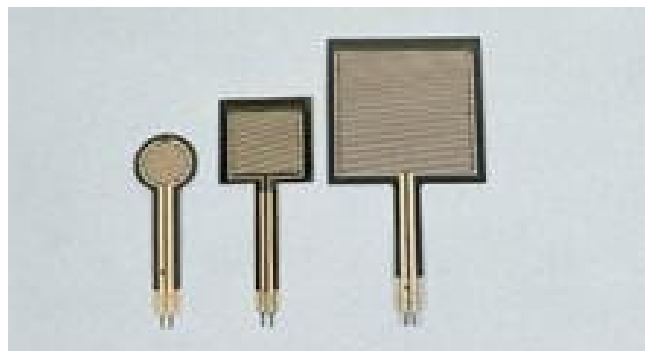
Un capteur de force est un transmetteur qui transforme une force physique (un poids, une tension, une compression ou une pression) en un signal électrique proportionnel qui peut être mesuré, converti et analysé. Lorsque la force appliquée au capteur augmente, le signal électrique change proportionnellement.

Il y a différents types de capteurs (FILETAGE MÂLE- BOUTONS- ANNEAU DE FORCE-PANCAKE - RÉSISTIF) mais on va s'intéresser aux capteurs résistifs qui facilitent la conception de capteurs adaptés à tous types d'applications.

Le capteur de force, aujourd'hui, est un élément essentiel dans de nombreuses industries comme l'industrie automobile, la fabrication de haute précision, la robotique, l'aérospatiale et la défense, automatisation industrielle, l'industrie médicale pharmaceutique où une mesure de force fiable et de haute précision est primordiale.

Comment fonctionne un capteur de force Résistif ?

Les capteurs que nous utilisons sont des résistances de détection de force (FSR). Leur structure est extrêmement simple : il s'agit de deux feuilles de polymères laminées ensemble (leur épaisseur ne dépasse pas 0,75 mm). Surnommé "l'accélérateur électronique", le FSR est un capteur qui répond en faisant décroître sa résistance d'autant plus que l'on appuie plus fort sur le composant. Peu sensible au bruit et aux vibrations, sa large plage d'impédance permet l'emploi d'une électronique d'interface simplifiée.



Structurellement, un capteur de force est constitué d'un corps métallique sur lequel des couches sont collées. Le corps du capteur est généralement en aluminium ou en acier inoxydable, ce qui donne au capteur deux caractéristiques importantes :

- Fournit la robustesse pour résister à des charges élevées
- A l'élasticité pour se déformer au minimum et revenir à sa forme d'origine lorsque la force est supprimée. Lorsqu'une force (tension ou compression) est appliquée, la couche agit comme un «ressort» et est légèrement déformée, et à moins qu'il ne soit surchargé, il reprend sa forme d'origine.

Lorsque le corps se déforme, le capteur FSR change également de forme et par conséquent de résistance électrique, ce qui crée une variation de tension différentielle à travers le circuit de pont de Wheatstone.

Ainsi, le changement de tension est proportionnel à la force physique appliquée, qui peut être calculée via la sortie de tension du circuit du capteur de force.

La sensibilité et la précision de la cellule de force sont définies comme la plus petite quantité de force pouvant être appliquée au corps du capteur nécessaire pour provoquer une variation linéaire et répétable de la tension de sortie.

Plus la précision du capteur est élevée, mieux c'est, car elle peut capturer de manière cohérente des variations de force très sensibles.

Dans des applications telles que l'automatisation d'usine de haute précision, la robotique chirurgicale, l'aérospatiale, la linéarité des capteurs de force est primordiale.

La technologie de capteurs FSR est la plus courante compte tenu de sa grande précision, de sa fiabilité à long terme, de sa variété de formes et de géométrie de capteur et de sa rentabilité par rapport à d'autres technologies de mesure de force. De plus, ils sont moins affectés par les variations de température.

Position optimal des capteurs :

- Les plans d'appui doivent être parallèles
- Compenser le non-parallélisme avec des accessoires appropriés
- Les plans d'appui doivent être suffisamment rigides
- Respecter la portée du capteur de pesage
- Respecter le sens d'application de la force
- Utilisation à 70% - 80% de leurs portées nominales

IV. Processus de conception et de fabrication

A. Matériaux

Carte Arduino

PRIX : 24,20 €



2 capteurs de force (modèle FSR 402)

PRIX : 2 x 10,39 = 20,78 €

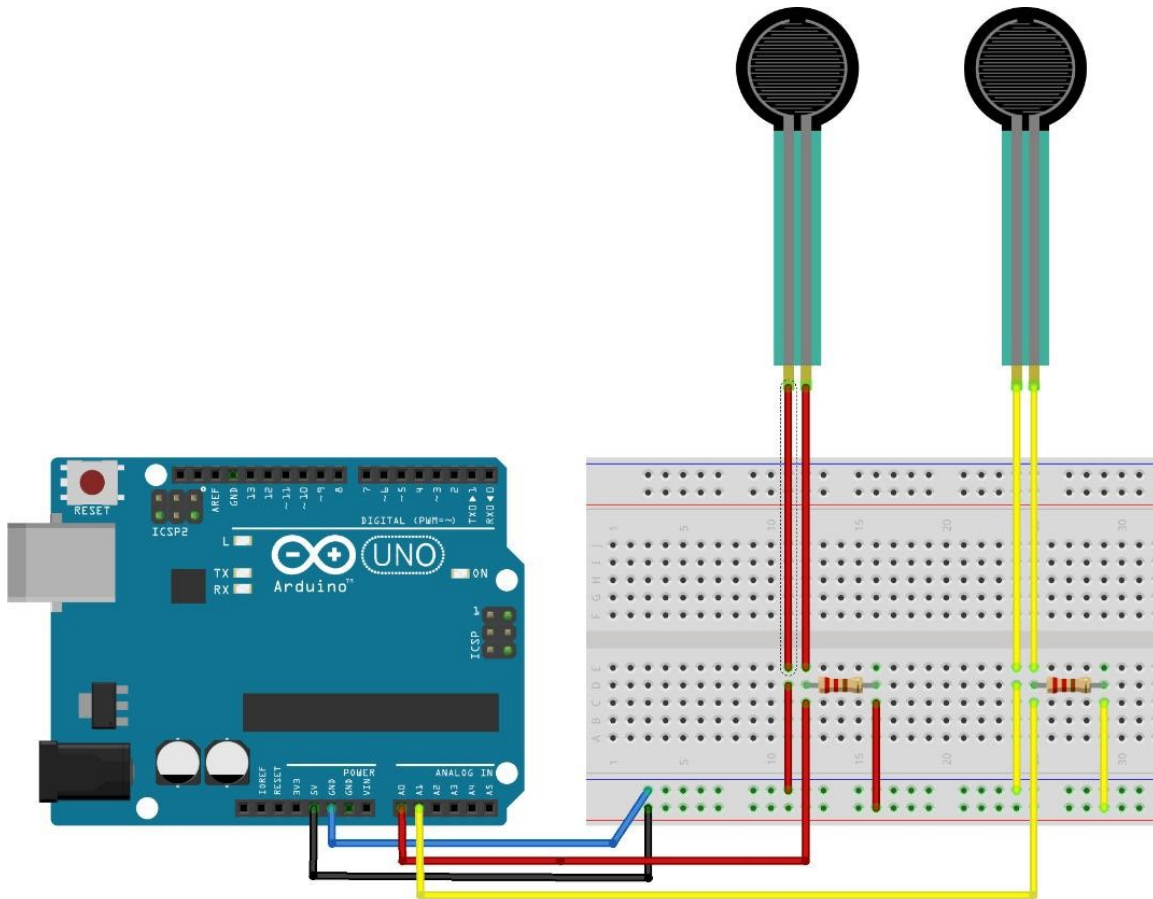


Support pour poser les pieds (2 semelles)

PRIX : 7,99 €



B. Conception graphique



Tout d'abord on alimente la bande + a partir du Ground, puis la bande - a partir du 5v.

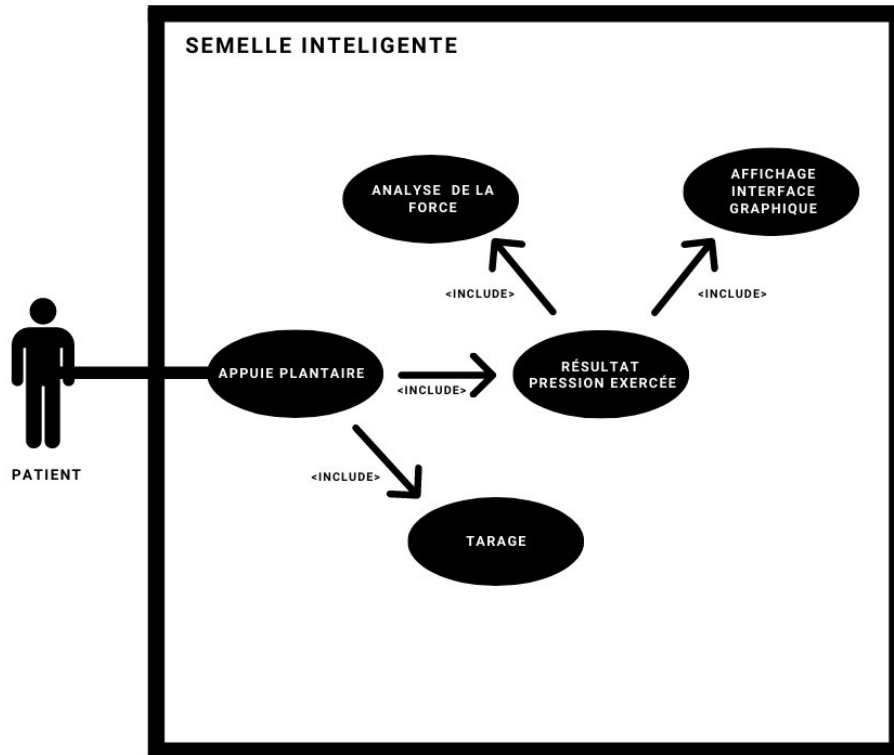
Ensuite on place la résistance de 10k sur la Breadboard en on la branche avec l'emplacement correspondant au point perpendiculaire sur la bande 5v et 0v.

Le Ground vers la Breadboard pour les capteurs.

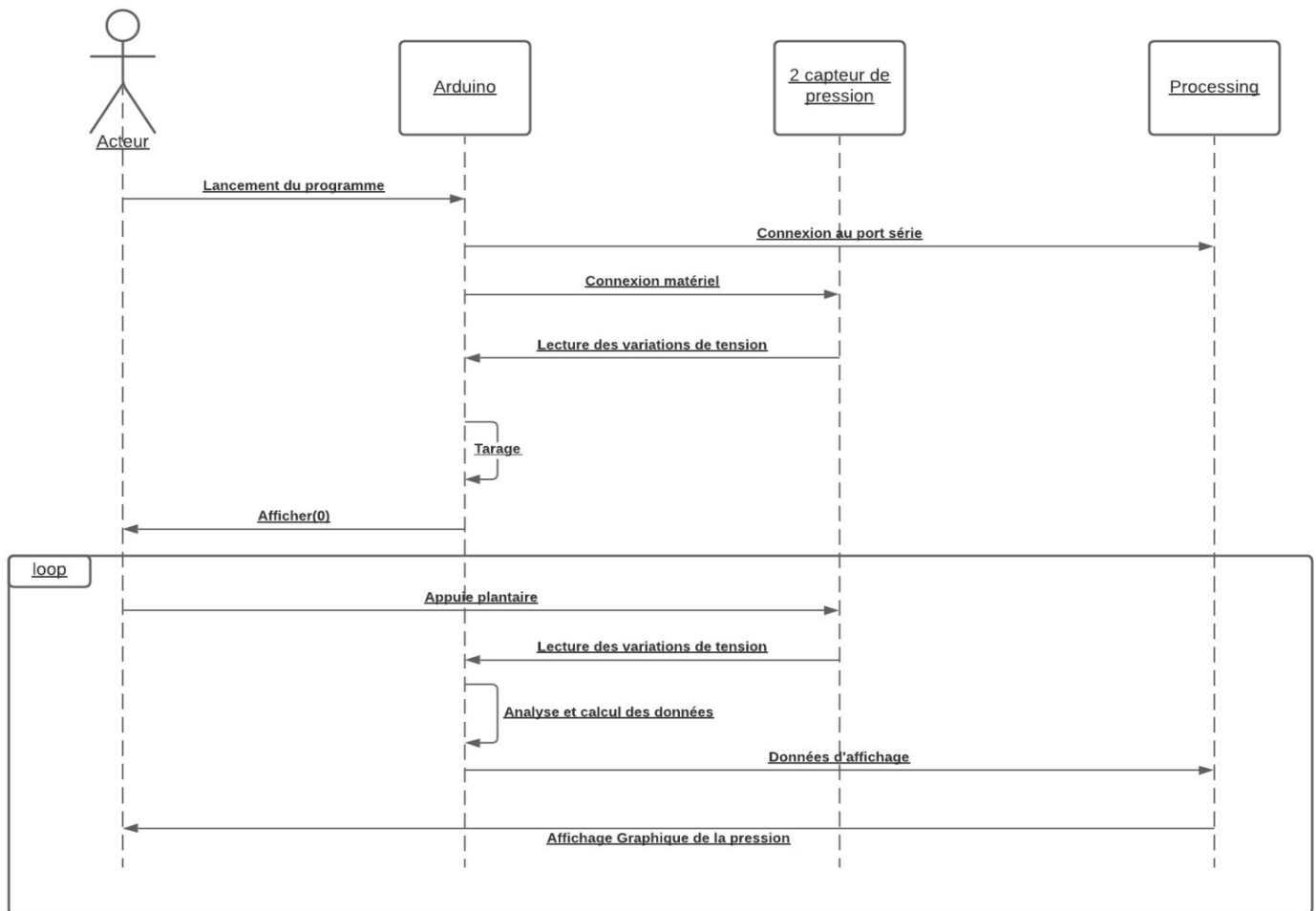
Ensuite pour la lecture des données du capteur la résistance on branche vers le pin A0

Pour finir les capteurs vers le Ground et la résistance

C. Diagramme de cas d'utilisation



D. Diagramme de séquence



Tout d'abord, l'acteur lance le programme Arduino avec la vérification et le téléversement du code sur Arduino IDE, ensuite nous initialisons une communication série entre Arduino et Processing nécessitant la bibliothèque "processing.serial.*" ou la Transmission des données sur le port Serial se fait à une vitesse de 9600 bits par seconde.

De plus, l'accès au port Serial (COM3) est réservé à Processing lui permettant de lire les valeurs analogiques.

La carte Arduino effectue une connexion matérielle avec les 2 capteurs de pression avec un pin connecté au 5V et l'autre au GND relié par une résistance de 10k permettant une meilleure précision lors de l'appui plantaire.

Ensuite depuis les capteurs de pression les variations de tension sont lues par l'Arduino, puis le tarage s'effectue par la mise à zéro de la valeur de pression prenant en compte le poids des semelles.

Suite à l'appui plantaire sur les capteurs de pression l'Arduino va de nouveau lire en boucle les variations de tension qui vont être analysées et converties.

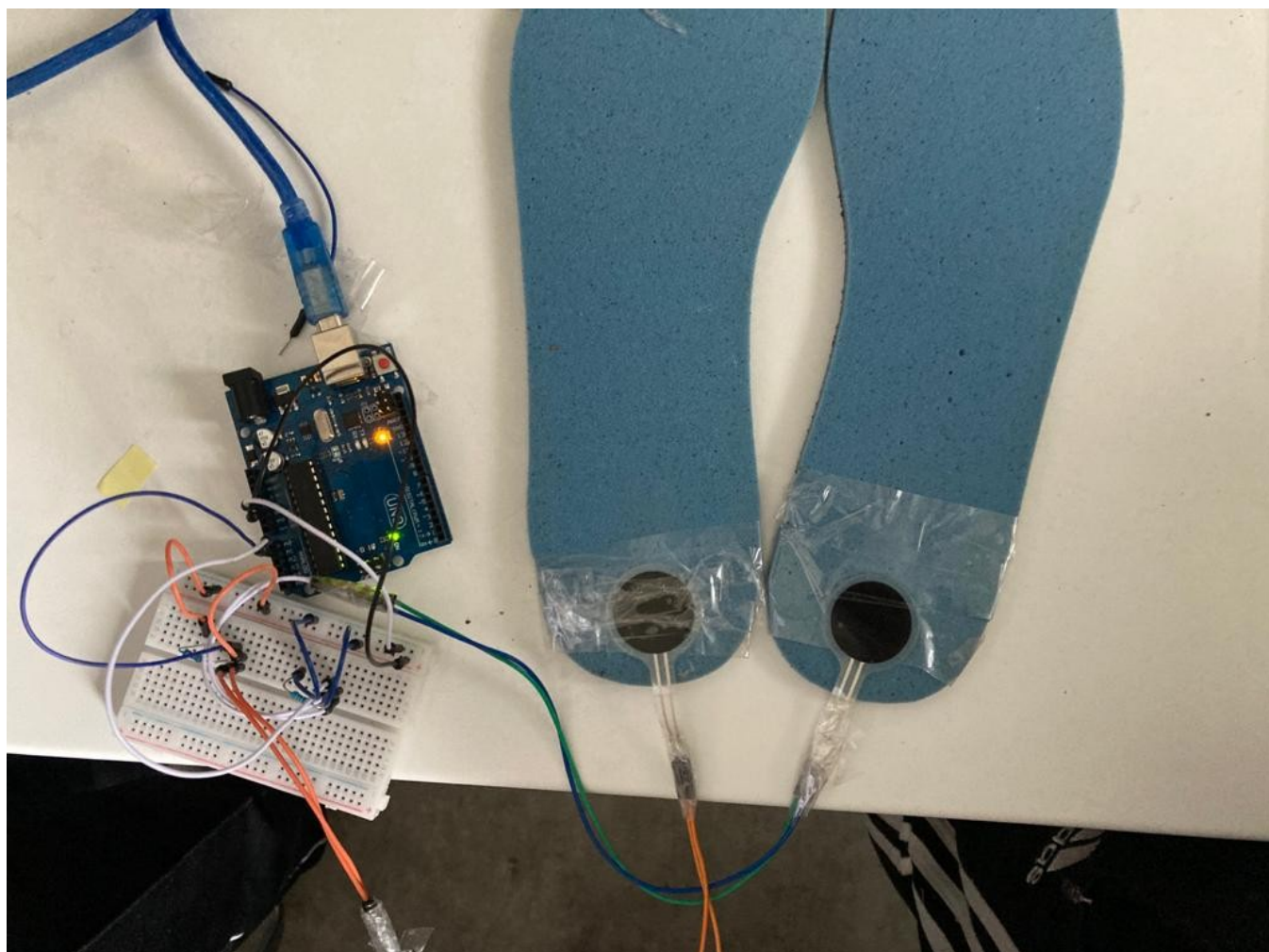
Le calcul s'effectue d'abord par l'affectation de la valeur analogique (0 - 1023) dans une variable puis le calcul de la variable résistance par rapport au voltage de 5V la valeur analogique et la valeur des 10k de la résistance.

Ensuite on calcule la conductance qui est donnée par le rapport de 1'000'000 et la valeur de résistance. Puis on calcule la force qui est donnée par la variable de conductance divisée par une constante (80 dans notre cas) et multipliée par une constante (19,5 dans notre cas) nous permettant d'obtenir la force en Newton.

Enfin pour obtenir la valeur en kilogramme il suffit de diviser la force par la valeur de pesanteur (9.81) , tout cela en vérifiant la valeur d'un poids de 1 kilo.

Ces données sont ensuite envoyées vers Processing pour un affichage graphique des résultats en temps réel via une interface graphique codée en Java.

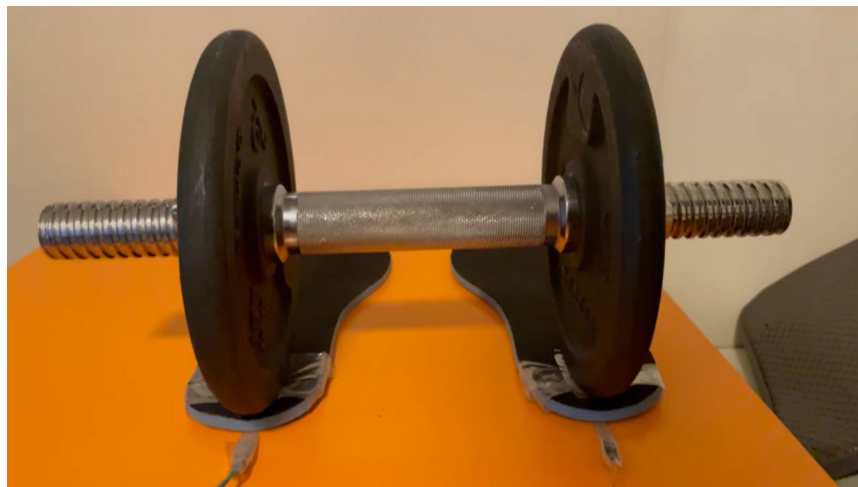
E. Réalisation



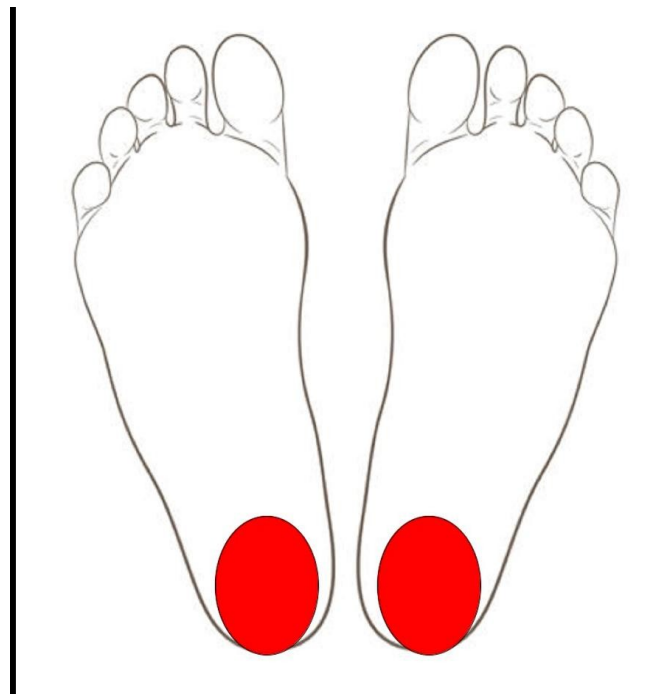
V. Utilisation

A. Cas posture correcte

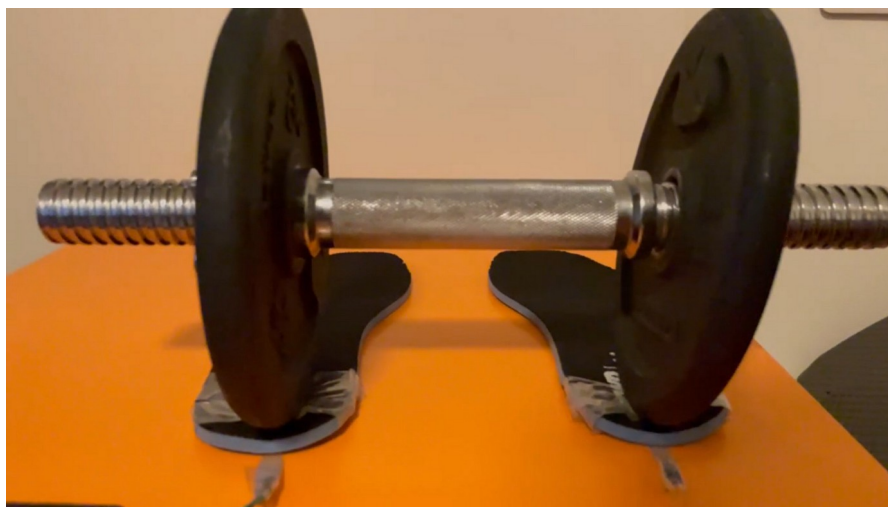
Vu l'impossibilité de trouver des capteurs qui ont une capacité de 100 kg pour démontrer une éventuelle irrégularité d'un corps humain, nous avons utilisé un haltère, la jambe gauche est représentée par le disque gauche et la jambe droite par le disque droit et le bassin avec la barre entre les 2 poids, l'inclinaison de l'un des disques représente ce déséquilibre.



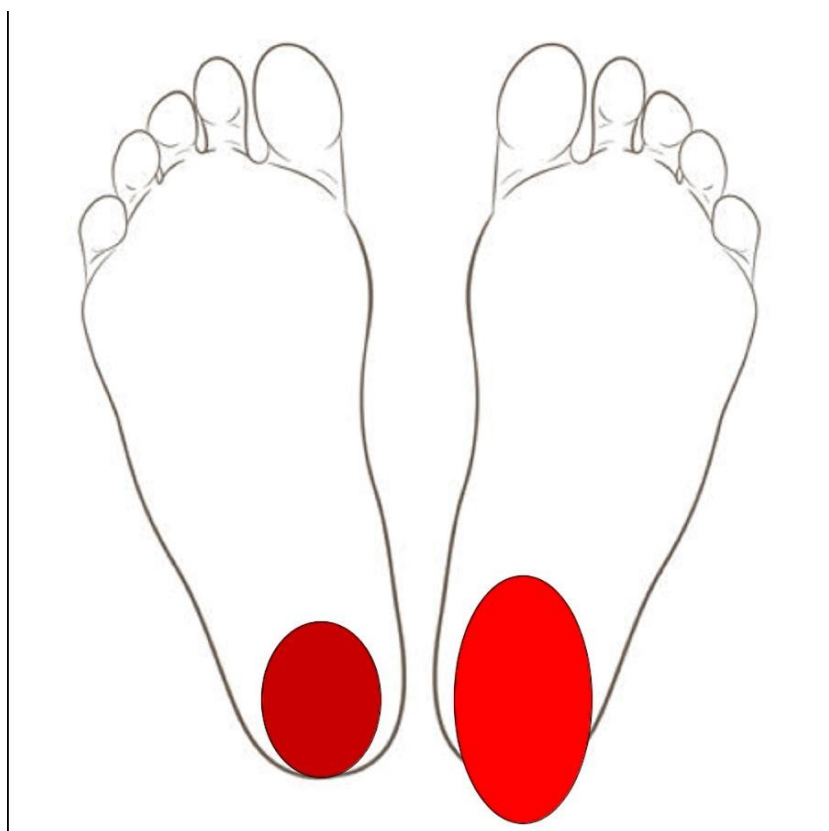
D'abord, on a le cas d'une position correcte d'une personne n'ayant aucun problème de posture, on peut voir sur l'interface graphique que la pression supportée est la même sur chaque pied, car les ellipses sont de même couleur et de même taille et aussi les valeurs en Kg sont similaires avec petite marge d'erreur.



B. Cas posture incorrecte



Ensuite dans le cas d'une position incorrecte avec l'inclinaison du poids droit, on peut voir sur l'interface graphique Processing que le poids supporté par le pied est supérieur au pied gauche, faut savoir que plus il y a du poids supporté par un capteur plus le cercle va prendre une forme elliptique allongé, sur le défilement des valeurs, on peut aussi voir que les valeurs du pied-droit son supérieur a celle du pied gauche



VI. Conclusion

Au cours de nos études on a observé que les objets connectés liée à la baropodométrie nécessite une grande précision afin d'être fiable lors de l'utilisation sur les clients impliquant un nombre de capteur de grande valeur ou en grand nombre. Dans notre cas pour créer un projet « Semelles Intelligente » au même niveau de la concurrence on a besoin de plusieurs capteurs car il faut que toute la plante du pied soit rempli des capteurs, ce qui est pour nous, très chère et difficile à réaliser.

Pourtant, ce projet nous a permis de se rendre compte de l'importance de la santé et que grâce à la technologie, on peut constater et prévenir ce genre des problème négligé par la société.

Au cours de notre projet, nous avons acquis de nouvelles compétences, et les mettre en pratique, de plus, nous avons appris à concevoir un prototype en utilisant des composants électroniques et aussi toucher à différents langages de programmation. Nous avons pu donc avoir une idée plus précise de comment les objets connectés peuvent fonctionner et une chose beaucoup est l'ensemble des étapes à suivre pour la conception d'un objet en partant d'une idée jusqu'à la mise en forme du prototype

VII. Référence

- <https://www.gotronic.fr/cat-force-1126.htm>
- <https://www.jeromehaddad-podologie.com/baropodometrie>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_%C3%A0_capteur_de_force
- <https://learn.parallax.com/educators/inspiration/arduino-based-foot-neuropathy-analyzer>
- https://bitbucket.org/Brampage/pressure-processing/src/master/pressure_processing.pde