A black background with a black square

Description automatically generated with medium confidence

GNG2501 - Introduction à la gestion et au développement de produits en génie et en informatique

Mise à jour du progrès du projet de conception  
- Souris tremblements -

|  |  |
| --- | --- |
| **Groupe C3.3** | |
| Assogba Niels Aimerick | 300278603 |
| Benhamadi Fatine | 300189384 |
| Ezzeddine Mustapha | 300260202 |
| Fahim Aya | 300326408 |
| Gbotta Josee Danielle | 300391871 |
| Raki Mohamed Reda | 300281028 |

Professeur Genevieve Dumond

Hiver 2024

Université d’Ottawa - Faculté de Génie

# Introduction

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) constitue un document essentiel fournissant à nos collaborateurs de Tetra Society, ainsi qu'à tout utilisateur potentiel, les informations nécessaires pour une utilisation optimale de notre système, en plus de servir de documentation pour le prototype. Notre équipe a été mandatée pour concevoir une souris d'ordinateur à mobilité contrôlée destinée à toute personne souffrant de tremblements, permettant ainsi une exécution efficace de tâches précises à l'écran. En conséquence, le client requiert une souris favorisant l'accessibilité informatique tout en assurant une expérience agréable. Dans cette optique, nous avons cherché à élaborer un système simple, ergonomique et aisément manipulable, tout en conservant un coût abordable.

Notre produit se compose principalement de deux sous-systèmes liés à une souris standard agrémentée d'une ceinture pour stabiliser la main de l'utilisateur : un capteur de pression programmé par un circuit Arduino ainsi qu'un système de boutons adapté aux différents niveaux de tremblements. L'objectif de ce document est de familiariser l'utilisateur avec la problématique de notre client, ainsi qu'avec la solution globale que nous avons élaborée. Il offre une description précise des besoins du client, de l'organisation, de l'utilisation et de la navigation autour de notre système, en mettant en lumière chaque composante conduisant à la conception finale, et en proposant des informations de dépannage et d'assistance.

Par ailleurs, ce document aborde également les considérations essentielles et les coûts associés au produit, tout en partageant les progrès réalisés dans nos essais de prototypage, accompagnés de recommandations pour les travaux futurs.

## Aperçu

### Conventions

La création d'une souris informatique adaptée aux personnes souffrant de tremblements revêt une importance capitale pour plusieurs raisons. Tout d'abord, elle contribue à rendre l'informatique accessible à un public plus large, favorisant ainsi l'inclusion sociale et l'égalité des chances. En offrant des outils adaptés, nous permettons à ces individus de participer pleinement à la vie numérique, que ce soit dans le cadre professionnel, éducatif ou récréatif. Cette accessibilité accrue améliore également leur qualité de vie en réduisant les frustrations liées à l'utilisation d'équipements standard peu adaptés à leurs besoins spécifiques. En favorisant l'autonomie, nous contribuons à leur bien-être global et à leur intégration dans la société. Par ailleurs, ces technologies adaptatives sont essentielles pour réduire les inégalités et créer un environnement numérique plus inclusif et équitable.

Les besoins fondamentaux d'une personne souffrant de tremblements envers une souris informatique sont les suivants :la stabilité et le contrôle, la compatibilité avec les logiciels, la fiabilité et la durabilité ainsi que la sensibilité ajustable.

Afin de pallier cette problématique et remplir certainement les besoins de notre client, notre concept comprend une souris ordinaire améliorée en ajoutant deux pattes vers l’arrière, qui s’insèrent dans la souris lorsqu’une force minime est exercée.

|  |  |
| --- | --- |
| A computer mouse and a box  Description automatically generated  Figure 30 - Photo du produit final | Ce mécanisme est possible à l’aide des ressorts ajoutés. La dernière fonctionnalité est le détecteur de force placé entre les deux pattes et qui requiert l’exercice d’une force minime pour actionner la souris. Celle-ci est ajustable à l’aide de trois boutons contenus dans un circuit à l’intérieur d’une boite en MDF. Ces boutons en plastique correspondent aux niveaux : bas/moyen et fort qui contrôle la souris.  Ce concept touche deux aspects : mécanique et électrique. Leur représentation est affichée ci-contre. |

Afin d’assurer la connexion entre le capteur de force et les boutons représentant les niveaux de force, nous avons utilisés un microcontrôleur Arduino relié aux broches des différentes composantes puis nous les avons programmés un code qui lit la valeur du capteur et déclenche des actions en fonction des seuils de force prédéfinis.

Ci-dessous est expliquer sous forme de diagramme la logique que nous avons suivi pour le code qui contrôle le microcontrôleur Arduino.

A screenshot of a diagram

Description automatically generated

Figure 31 - Diagramme de la logique du code qui contrôle le microcontrôleur Arduino

### Mises en garde & avertissements

Certaines mises en garde doivent être émises concernant notre système informatique de réduction des tremblements. En premier lieu, il convient de reconnaître que le capteur de pression requiert une force constante, dépourvue de fluctuation excessive due à la main de l'utilisateur. Cette exigence se présente comme une mesure de sécurité visant à garantir la stabilité de la main. De plus, il est impératif de veiller à ne pas placer d'objets sur le boîtier sous peine de l'endommager. Enfin, il est recommandé de maintenir le produit à une distance sûre des enfants et d’éviter tout contact avec de l’eau.

## Pour commencer

Notre produit, *Steady Mouse*, est une souris d’ordinateur standard altérée par l’ajout d’une patte vers l’arrière, qui s’insère lorsqu’une force minime paramétrable est exercée, actionnant le capteur de forces et conséquemment la souris. Il existe trois niveaux de forces distincts : faible – moyen – élevé, actionnés à l’aide des boutons correspondants. Le circuit Arduino ne pouvant être insérer dans la souris, une boite a été ajouté à cet effet.

A computer mouse and a box

Description automatically generated

Figure 32 - Steady Mouse

Ci-dessous est détaillée la disposition logique des informations nécessaires à la compréhension de la séquence, au déroulement du système et à l’utilisation du prototype conçu.

### Considérations pour la configuration

Notre système comporte trois prototypes physiques, à savoir la souris modifiée avec la patte et le capteur de forces, les circuits et le boîtier comportant trois boutons, ainsi qu’un prototype logiciel, les codes Arduino.

D’une part, considérons la configuration des prototypes physiques.

* Souris altérée : Le prototype est constitué d’une souris sans fils standard de dimensions ‎10,9 x 6,1 x 3,4 cm, au sein de laquelle est insérée une patte, au niveau de la partie arrière. Celle-ci est constituée de trois sections :

- L’extérieur : 7 x 1,5 cm.

- L’intérieur : 7 x 1,3 cm.

- Le ressort de compression : 0,5 cm de diamètre et 6,5 cm de longueur, en acier.

Ces deux composantes ont été fabriquées avec une imprimante 3D en plastique d’impression, après avoir réalisé le design à l’aide de l’application *Tinkercad*, et ont été assemblé avec une colle forte.

A green tube with a black spiral and blue crosses

Description automatically generated A close-up of a pencil sharpener

Description automatically generated

Figure 33 - Modélisation 3D (Tinkercad) Figure 34 - Assemblage de la patte

Le capteur de forces est fixé au niveau de la partie inférieure de la souris à l’aide un tampon adhésif. Les fils sortant de l’orifice central sont connectés au circuit Arduino – détaillé subséquemment ci-dessous.

A close-up of a square object

Description automatically generated

Figure 35 - Capteur de forces

Nous avons alors obtenu la souris modifiée suivante :

A computer mouse with wires and wires

Description automatically generatedA hand holding a computer mouse

Description automatically generated

Figure 36 - Souris altérée

* Circuits : Ce prototype comporte deux circuits programmés par un code Arduino.

A diagram of a solar panel

Description automatically generated

Figure 37 - Croquis de la configuration du circuit

Le premier concerne le détecteur de force, monté en série sur une plaque de prototypage avec une résistance de 10k et un module convertisseur de courant à tension, et lié au microcontrôleur par des fils électriques soudés et à une source d’alimentation par un câble USB 2.0 type A.

A circuit board with wires connected to it

Description automatically generated

Figure 38 - Montage du circuit 1

Le second se rapporte aux boutons-poussoirs actionnant les trois niveaux de forces disponibles. Chaque bouton est connecté entre une broche numérique et la masse (GND) de l'Arduino à l’aide de fils électriques soudés.

A close-up of a computer mouse

Description automatically generated

Figure 39 - Liaison des circuits 1 et 2

* Boîtier : Les circuits sont placés dans un boîtier en MDF (1/8 pouces), de dimensions 21 x 9,3 x 4,5 cm, fabriqué par découpe laser à la suite de sa modélisation 2D à l’aide du logiciel *Inkscape* et assemblé par colle forte. Deux orifices sur les côtés, un rectangulaire et un circulaire, ont été inclus pour permettre le passage des fils de connexion vers l’extérieur.

A white grid with red lines

Description automatically generated with medium confidence A drawing of a box

Description automatically generated

Figure 40 - Modélisation 2D(Inkspace) Figure 41 - Croquis

A small box with a hole in the top

Description automatically generatedA small box on a table

Description automatically generated

Figure 42 - Boîtier

D’autre part, considérons le prototype logiciel.

* Les codes Arduino :

Premièrement, le code relatif au détecteur de forces fonctionne de la manière suivante : Une fois une pression exercée sur le détecteur, celui-ci la mesure grâce au changement de sa résistance interne. Ainsi, lorsque la pression exercée augmente, la résistance interne entre les deux bouts du détecteur de pression diminue.

Par la suite, la valeur de la pression est envoyée à l'Arduino qui, grâce au code, identifie son intensité.

Notre code envoie quatre types de réponses sur le moniteur, dépendamment de cette intensité. De telle manière, une faible pression envoie un *‘’Light Touch’’*, une pression un peu plus forte envoie *‘’Light squeeze’’*, une pression moyenne est affichée sur le moniteur comme *‘’Medium Squeeze’’* et finalement une pression très forte sur les bouts envoie un signal *‘’Big squeeze’’*.

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

Figure 43 - Code 1 – Capteur de forces

Deuxièmement, le code se rapportant aux trois boutons-poussoirs. Son fonctionnement est le suivant : Il effectue la lecture d’une valeur analogique fournit par un capteur de force connecté à la broche analogique A0. En fonction de celle-ci, un des trois indicateurs lumineux branchés aux broches numériques 3, 4 et 5 est allumé. S’il s’agit d’une valeur faible (inférieure à 75), le premier indicateur lumineux est allumé, si elle est moyenne (comprise entre 75 et 125), le second indicateur est allumé, et si elle est élevée (supérieure à 125), le troisième indicateur est allumé. Le délai entre chaque itération est de 15 millisecondes.

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

Figure 44 - Code 2 – Boutons poussoirs

### Considérations pour l’accès des utilisateurs

Les potentiels utilisateurs de notre produit sont tous les individus, tous âges confondus, souffrant de tremblements au niveau des mains, indépendamment des raisons. Ces derniers ont tous un accès complet à l’ensemble des fonctionnalités du dispositif, étant donné que la conception a été centrée sur l’aspect ergonomique, accessible et facile d’utilisation pour le consommateur, de sorte à garantir une expérience utilisateur positive. Aucune restriction particulière n’est imposée, si ce n’est que d’éviter toute exposition à l’eau, les composantes n’étant pas totalement étanches. Veuillez néanmoins noter que les piles ne sont pas incluses avec le dispositif et devraient donc être achetées séparément.

### Accéder au système

L’installation et l’accès du système nécessitent le suivi de la procédure suivante :

* Prototypes physiques :

**1.** **Souris altérée :**

- Imbriquer la patte préalablement assemblée à l’arrière de la souris standard.

- Fixer fermement le capteur de forces à la face inférieure de la souris à l’aide du tampon adhésif fourni.

- Vérifier l’adhésion correcte de ces deux composantes.

**2.** **Circuits :**

- Positionner le capteur de forces sur la plaque de prototypage, puis la connecter en série avec la résistance de 10k et le module convertisseur de courant à tension.

- Souder les fils électriques sortant du détecteur de forces, puis les relier au microcontrôleur conformément au schéma présenté.

- Connecter le système à une source d’alimentation, notamment via un câble USB 2.0 type A.

**3.** **Boîtier :**

- Insérer les différents circuits au sein du boîtier MDF en s’assurant de sa bonne disposition.

- Acheminer les fils de connexion à travers les orifices rectangulaires et circulaires découpés à cet effet sur les côtés.

* Prototypes logiciels :

**1.** **Codes Arduino:**

- Télécharger les codes relatifs au détecteur de forces et à l’actionnement des boutons sur le microcontrôleur en utilisant l’IDE Arduino.

- S’assurer de la bonne connexion de l’Arduino avec l’ordinateur à l’aide du câble USB.

- Téléverser les codes sur le microcontrôleur.

- Ouvrir le moniteur série de sorte à visualiser les valeurs de pressions détectées.

**2.** **Réglage des boutons poussoirs :**

- Brancher les boutons-poussoirs aux broches numériques de l’Arduino conformément au schéma de connexion fourni.

- Vérifier la correspondance des boutons aux trois niveaux de forces disponibles (faible-moyen-élevé).

- Tester chaque bouton pour valider la fonctionnalité des trois niveaux de forces.

Une fois l’installation achevée, vous pouvez utiliser notre produit *Steady Mouse* en exerçant une pression sur la souris, selon le niveau de forces souhaité.

Diagram of a computer and a computer mouse

Description automatically generated

Figure 45 - Notice de montage

### Organisation du système et navigation

* Prototypes physiques :

**1.** **Souris Altérée :**

· Composantes :

- Souris standard sans fil.

- Patte ajoutée à l'arrière de la souris.

· Connexions :

- La patte s’imbrique dans la souris, activant le capteur de forces, lorsqu'une force minimale est exercée.

**2.** **Circuits :**

· Composantes :

- Détecteur de force avec une résistance de 10k et un module convertisseur de courant à tension.

- Boutons-poussoirs.

· Connexions :

- Le détecteur de force est connecté en série sur une plaque de prototypage avec les composantes requises.

- Les boutons-poussoirs sont branchés à l'Arduino pour actionner les trois différents niveaux de forces.

**3.** **Boîtier :**

· Composantes :

- Boîtier en MDF découpé au laser.

· Connexions :

- Les circuits sont placés à l'intérieur du boîtier, avec des orifices pour les fils de connexion.

* Prototypes Logiciels :

**1.** **Codes Arduino :**

· Fonctionnalités :

- Détection de la pression exercée sur le détecteur de force.

- Affichage des niveaux de pression sur le moniteur série.

- Contrôle des niveaux de pression détectés conformément au bouton actionné.

· Connexions :

- Les codes sont téléversés sur l'Arduino pour gérer les fonctionnalités de détection et de contrôle des niveaux de pression.

### Quitter le système

En vue de quitter correctement le système en toute sécurité, veuillez suivre la procédure détaillée ci-dessous :

* Prototypes Physiques :

1. **Souris Altérée :**
   * Éteindre la souris à l’aide de l’interrupteur marche/arrêt.
2. **Circuits :**
   * Débrancher le câble USB reliant les circuits à une source d'alimentation.
3. **Boîtier :**
   * Vérifier que les boutons-poussoirs ne sont pas enfoncés.
   * S’assurer que l’ensemble des circuits sont correctement placés dans le boîtier, en veillant à ce que les fils de connexion ne soient pas entremêlés.
   * Refermer le couvercle du boîtier.

* Prototypes Logiciels :

1. **Codes Arduino :**
   * Cesser l'exécution du code sur l'Arduino UNO.
   * Débrancher le câble USB de l'ordinateur.
   * Fermer l'IDE Arduino sur l’ordinateur.
2. **Système Global :**
   * Éteindre l'ordinateur.
   * Ranger correctement toutes les composantes du système dans un endroit sûr.

## Utiliser le système

Voici la documentation détaillée pour chaque fonction et caractéristique utilisateur du système Steady Mouse. Cette documentation détaillée devrait fournir aux utilisateurs toutes les informations nécessaires pour comprendre et utiliser efficacement le Steady Mouse, en mettant en évidence les étapes d'assemblage, de configuration et d'utilisation du dispositif, ainsi que les ajustements de sensibilité et les fonctionnalités de détection de force.

### Préparation et Assemblage du système

#### Assemblage du système

Si le dispositif est désassemblé, son réassemblage complet est facile. Il suffit d'assembler les parties 1 et 4 avec la partie 2 et 3, puis de les insérer dans l'ouverture inférieure 5 de la boîte.

A white grid with red lines

Description automatically generated with medium confidence



Figure 46 – Etapes d’assemblage de la boite

Ensuite, le circuit peut être placé à l'intérieur de la boîte, avec le câble sortant par l'orifice rectangulaire prévu à cet effet et le fil lie à la souris sortant de l’orifice circulaire. Enfin, refermez la boîte en fixant le couvercle 6.

A drawing of a box

Description automatically generated

Figure 47 – Assemblage du couvercle de la boite

Votre boîte devrait maintenant ressembler à ceci :

A computer mouse and a box

Description automatically generated

Figure 48 : Figure 46 – Assemblage Final.

#### Préparation du système

Une fois le système assemblé, branchez le fil USB à votre ordinateur. Lancez ensuite l'application ARDUINO IDE sur votre ordinateur. Insérez le code fourni ci-dessous, vérifiez le code et puis téléversez-le.

A close up of a logo

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Insérer le code ci-dessous :

int forcesense;

void setup()

{

  pinMode(A0, INPUT);

  Serial.begin(9600);

  pinMode(5, OUTPUT);

  pinMode(4, OUTPUT);

  pinMode(3, OUTPUT);

}

void loop()

{

int forcesense = analogRead(A0);

  Serial.println(forcesense);

  if (forcesense < 75 && forcesense > 1){

    digitalWrite(5, HIGH);

    digitalWrite(4, LOW);

    digitalWrite(3, LOW);

  }

  if (forcesense > 75 && forcesense < 125){

    digitalWrite(5, LOW);

    digitalWrite(4, HIGH);

    digitalWrite(3, LOW);

  }

  if (forcesense > 125 ){

    digitalWrite(5, LOW);

    digitalWrite(4, LOW);

    digitalWrite(3, HIGH);

  }

  delay(15);

}

Vérifier et compiler le code comme suit :

A screenshot of a computer

Description automatically generated



A screenshot of a computer

Description automatically generated



Votre souris est maintenant prête à fonctionner.

**Sensibilité du système**

#### Activation des boutons poussoirs

L'activation des boutons poussoirs se fait en appuyant sur l'un des boutons insérés sur la boîte. Les trois boutons sont destinés à trois niveaux de tremblement différents.

 LES BOUTONS NE DOIVENT PAS ÊTRE ACTIVÉS EN MÊME TEMPS CECE ENTRAINE UNE ERREUR DANS LE CODE ET LE NON-FONCTIONNEMENT DE VOTRE SOURIS!

**Activation du Bouton Blanc**

Activez le bouton blanc si vous n'avez aucune à de légers tremblements. L'activation de ce bouton permet d'utiliser la souris comme une souris normale, il est destiné aux utilisateurs qui souffrent de tremblements infréquents.

**Activation du Bouton Jaune**

Activez le bouton jaune si vous avez des tremblements considérés comme moyens. Si vos tremblements requièrent une certaine pression pour les arrêter mais ne sont pas aussi fréquents ou aussi forts.

**Activation du Bouton Bleu**

Activez le bouton bleu si vous avez de plus grands tremblements et que vous voulez utiliser la souris avec beaucoup plus de pression.

Votre souris est maintenant activée.

#### Capteur de force

Maintenant que votre souris est activée, faites-la bouger sur la surface de travail afin que le capteur de force s'active. Cette étape est simple. Vous n'avez toujours pas à appliquer de force. Il s’agit seulement de bouger la souris pour l'activation du code inséré plus tôt.

**Fonction de force**

#### Patte à pression

Le Steady Mouse est muni d'une patte à pression insérée à sa partie inférieure. Celle-ci s'active en remontant à l'intérieur de la souris après qu'une force soit exercée. Pour actionner votre souris et l'utiliser, appliquez une force avec votre paume sur la partie inférieure de la souris pour faire remonter la patte à l'intérieur grâce au ressort inséré sur elle. Le ressort sert à éliminer vos tremblement puisqu'aucune force constante ne peut être exercée avec une main tremblante.

A hand holding a computer mouse

Description automatically generated

Figure 49 – Fonctionnement de la patte

### Détection de mouvement

Maintenant, vous êtes capable de bouger votre souris à votre aise. Si votre curseur ne répond toujours pas, assurez-vous que vous appliquez la bonne pression en fonction du bouton pressé. Chaque bouton correspond à une pression différente, assurez-vous donc de presser le bouton approprié en fonction de la pression que vous souhaitez appliquer. Si nécessaire, essayez d'appuyer sur un bouton différent pour ajuster la sensibilité selon vos besoins. Une fois la pression correctement ajustée, vous devriez pouvoir utiliser votre souris sans problème pour contrôler le curseur à l'écran.

## Dépannage et assistance

### Messages ou comportements d’erreur

Au cours de l’usage de notre souris, vous pourriez faire face à certaines erreurs. Nous allons donc nous atteler à recenser les erreurs possibles et le comportement à tenir face à de telles situations dans le tableau suivant :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Défaillance observée | Pièce défaillante | Comportement à adopter |
| La souris ne tient plus en place ou est totalement à plat sur le bureau même hors utilisation | Patte de la souris munie de ressort | -Changer des ressorts si le plastique de la patte n’est pas brisé  -Dans le cas où la pâte est brisée, l’usage de la souris est toujours possible mais vous pouvez également en acheter une nouvelle |
| Même en exerçant la force requise selon le niveau choisit, la souris ne fonctionne pas | Capteur de force;  Circuit électrique;  Cable de connexion | -Vérifier que les câbles sont tous bien brancher à votre ordinateur;  -Vérifier que les fils ne sont pas sectionnés ou abimés;  -Faire changer le capteur de force par un professionnel;  -Si malgré tout le problème persiste, nous contacter. |
| Le niveau de force choisit (Low, medium, high) | Boutons situés sur la boite | Nous contacter pour faire vérifier le circuit interne ou acheter une nouvelle souris. |

Tableau 18 - Les erreurs possibles et les comportements à adopter

### Considérations spéciales

La souris sera livrée avec un des intervalles de forces prédéfinies standards, mais ces dernières sont adaptables à vos gouts et vos besoins. Pour ce faire, il suffit de nous contacter ou si vous disposer de quelques compétences en programmations vous pourrez modifier les valeurs dans le code Template de Arduino qui sera fournie avec le produit lors de son installation.

### Entretien

Il est important de notifier qu’il faut garder la boite ainsi que la souris a l’abris de l’eau et tenir hors de la portée des enfants de moins de 4 ans afin d’éviter de l’endommager.

En dehors de ces aspects, notre produit est très simple d’usage et nécessite peu d’entretien si ce n’est que d’éviter une accumulation de poussière. Vous pouvez donc profiter en toute sérénité de votre souris simple et durable.

### Assistance

Pour toute aide, assistance ou suggestion à nous faire, vous pouvez nous contacter par courriel au :

[fbenh089@uottawa.ca](mailto:fbenh089@uottawa.ca)

[mraki033@uottawa.ca](mailto:mraki033@uottawa.ca)

[mezze007@uottawa.ca](mailto:mezze007@uottawa.ca)

[afahi013@uottawa.ca](mailto:afahi013@uottawa.ca)

[jgbot076@uottawa.ca](mailto:jgbot076@uottawa.ca)

[Nasso008@uottawa.ca](mailto:Nasso008@uottawa.ca)

C’est avec plaisir que nous serons à votre écoute.

## Documentation du produit

### “Sous-système 1 du prototype”

#### Liste des matériaux

*Tableau 13 : BOM produit final*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Article | Quantité | Coût unitaire ($) | Coût étendu ($) | Lien |
| Souris classique | 1 | 5 | 5 | [Dollarama](https://www.amazon.ca/Logitech-M185-Wireless-Mouse-910-003888/dp/B00P43PCI8/ref=sr_1_53?crid=XZ52BO1HNC9I&keywords=mouse&qid=1707089892&refinements=p_85%3A5690392011&rnid=5690384011&rps=1&sprefix=mouse%2Caps%2C122&sr=8-53&th=1) |
| Arduino UNO R3 | 1 | 15.25 | 15.25 | [All Electronics (makerstore.ca)](https://makerstore.ca/shop/ols/products/arduino-uno-r3-clone) |
| Ceinture ajustable | 1 | 12.69 | 12.69 | [Ajustable Strap (Amazon)](https://www.amazon.ca/FANKUTOYS-Adjustable-Reusable-Management-Organizer/dp/B0BQ66Z1Z8/ref=sr_1_29?crid=3B697OBZFH4W3&keywords=strap%2Bflexible&qid=1707094268&sprefix=strap%2Bflexible%2Caps%2C130&sr=8-29&th=1) |
| Ressort | 2 | 5.99 | 5.99 | [Compression Springs (Amazon)](https://www.amazon.ca/EKIND-Compression-Extended-Suitable-Industry/dp/B0BY4PG7FZ/ref=sr_1_3?crid=1B2318V8JHNMT&keywords=spring&qid=1707090624&refinements=p_85%3A5690392011&rnid=5690384011&rps=1&sprefix=spring%2Caps%2C182&sr=8-3&th=1) |
| Fil Électrique (pack of 10) | 1 | 1.00 | 1.00 | [All Electronics (makerstore.ca)](https://makerstore.ca/shop/ols/products/jumper-cables-pack-of-10) |
| Résistance | 8 | 8,76 | 8,76 | [Resistors (Amazon)](https://www.amazon.ca/BOJACK-Values-Resistor-Resistors-Assortment/dp/B08FD1XVL6/ref=sr_1_2_sspa?crid=33UY8N9I2UHX&keywords=resistors&qid=1707091310&sprefix=resist%2Caps%2C125&sr=8-2-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&th=1) |
| Button | 3 | 1.5 | 4.5 | [All Electronics (makerstore.ca)](https://makerstore.ca/shop/ols/products/12mm-latching-on-off-button) |
| Détecteur de force | 1 | 12.00 | 12.00 | [Autocollants caoutchouc (Amazon)](https://www.amazon.ca/dp/B09MD5PNW7/ref=sspa_dk_detail_3?pd_rd_i=B09MD5PNW7&pd_rd_w=a6cIA&content-id=amzn1.sym.43f51e91-471e-46fd-9eb7-f35b3f7790d8&pf_rd_p=43f51e91-471e-46fd-9eb7-f35b3f7790d8&pf_rd_r=FCFZRTSR2GH3N88N5C6Y&pd_rd_wg=mhARH&pd_rd_r=0cdb9653-3c3c-4c6a-9f66-f4edea3ae830&s=hi&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWwy&th=1) |
| DC-DC voltage regulator | 1 | 15.00 | 15.00 |  |
| Coût total du produit (sans taxes ou livraison) | | | 64.59$ |
| Coût total du produit (taxes incluses / 0$ livraison) | | | 72.99$ |

Tableau 19 – BOM produit final

#### Liste d’équipements

Pour construire la souris on a besoin des équipement suivant :

* + Imprimante 3D

Découpe laser

Logiciel Arduino IDE

#### Instructions

Pour faire la pâte de la souris, on doit imprimer 3 parties sur l’imprimante 3D : l’extérieur, l’intérieur et le dessus. On peut les dessiner sur TinkerCad de la façon suivante puis les extraire comme .STL pour les imprimer :

|  |
| --- |
| A close-up of several objects  Description automatically generated  Figure 50 – Modélisation de la patte sur tinkercad |
|  |

Après avoir imprimer les pattes, on peut les assembler avec un ressort de la façon suivante :

A collage of a pencil spring

Description automatically generated with medium confidence

Figure 51 – Anatomie de la patte

*Figure 1: Assemblage des 3 parties*

La pâte sera prête après ceci il suffira de la coller dans la partie d’arrière de la souris. On la coller avec une colle spécifique au plastique comme montrer dans la figure suivante :

A computer mouse with wires and wires

Description automatically generated

Figure 52 – Assemblage de la patte et de la souris

L’étape suivante sera de monter le circuit. Pour le faire on coupe les 2 fils rouge et noir dans la figure 3 puis on pourra connecter la souris au circuit suivant mais en connectant la souris a la place de la diode et en ajustant le power régulatoire pour donner 1.5V:

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Figure 53 – Circuit sur tinkercad

Après le montage de ce circuit on pourra mettre le tout dans une boite et d’un bord en connecte l’Arduino a un ordinateur et de l’autre côté y aura le capteur et la souris. L’étape suivante sera de coller le capteur sur le bas de la souris.

Le prototype est presque près il reste juste le code Arduino. Il suffit de coller le code suivant sur Arduino IDE et l’appload sur l’Arduino utiliser :

int forcesense;

void setup()

{

pinMode(A0, INPUT);

Serial.begin(9600);

pinMode(5, OUTPUT);

pinMode(4, OUTPUT);

pinMode(3, OUTPUT);

}

void loop()

{

int forcesense = analogRead(A0);

Serial.println(forcesense);

if (forcesense < 75 && forcesense > 1){

digitalWrite(5, HIGH);

digitalWrite(4, LOW);

digitalWrite(3, LOW);

}

if (forcesense > 75 && forcesense < 125){

digitalWrite(5, LOW);

digitalWrite(4, HIGH);

digitalWrite(3, LOW);

}

if (forcesense > 125 ){

digitalWrite(5, LOW);

digitalWrite(4, LOW);

digitalWrite(3, HIGH);

}

delay(15);

}

Enfin le prototype sera prés et on pourra utiliser la souris.

### Essais et validation

* Essais sur les Prototypes Physiques :

1. **Test de Fonctionnement de la Souris Altérée :**

- Essais Réalisés : Vérification de l'assemblage correct de la patte à l'arrière de la souris et du bon fonctionnement du capteur de forces activé par une force minimale.

- Résultats Obtenus : La patte s'intègre correctement à la souris, activant le capteur de forces de manière fiable lorsque la force minimale est exercée.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais il convient de surveiller la durabilité de la patte et du capteur de forces lors d'une utilisation prolongée.

- Améliorations Suggérées : Renforcer la fixation de la patte pour assurer sa durabilité à long terme.

1. **Test de Fonctionnement des Circuits :**

- Essais Réalisés : Vérification de la connexion correcte des circuits, y compris du détecteur de force et des boutons-poussoirs, ainsi que de leur bon fonctionnement.

- Résultats Obtenus : Les circuits sont correctement connectés et fonctionnent comme prévu, permettant la détection précise de la force exercée et le contrôle des trois niveaux de forces.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais la surveillance continue de la fiabilité des circuits est nécessaire.

- Améliorations Suggérées : Effectuer des tests de longue durée pour évaluer la fiabilité à long terme des circuits.

1. **Test du Boîtier :**

- Essais Réalisés : Vérification de l'assemblage correct des circuits dans le boîtier et de la connexion appropriée des fils de connexion.

- Résultats Obtenus : Les circuits sont bien placés dans le boîtier et les fils de connexion sont correctement acheminés à travers les orifices prévus à cet effet.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais il convient de surveiller l'intégrité structurelle du boîtier et de s'assurer que les fils de connexion ne sont pas endommagés.

- Améliorations Suggérées : Renforcer les points de fixation des circuits à l'intérieur du boîtier pour éviter tout déplacement pendant une utilisation prolongée.

1. **Test d'Alimentation de la Souris à partir de l'Arduino :**

- Essais Réalisés : Utilisation d'un pont diviseur de tension pour abaisser la tension de sortie de l'Arduino de 5V à 1,5V pour alimenter la souris.

- Résultats Obtenus : Malgré la réduction de tension, la solution du pont diviseur n'a pas fourni l'intensité de courant suffisante pour faire fonctionner la souris.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : La solution du pont diviseur ne convient pas pour alimenter la souris en raison de sa faible intensité de courant.

- Améliorations Suggérées : Utilisation d'un convertisseur DC pour abaisser la tension tout en maintenant une intensité de courant suffisante pour faire fonctionner la souris.

1. **Test avec Convertisseur DC :**

- Essais Réalisés : Utilisation d'un convertisseur DC pour abaisser la tension de sortie de l'Arduino à 1,5V tout en maintenant une intensité de courant suffisante pour alimenter la souris.

- Résultats Obtenus : Le convertisseur DC a permis d'alimenter la souris avec succès, assurant un fonctionnement stable et fiable.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais il convient de surveiller la stabilité de l'alimentation de la souris lors d'une utilisation prolongée.

- Améliorations Suggérées : Effectuer des tests de durabilité pour évaluer la fiabilité à long terme de l'alimentation de la souris à partir du convertisseur DC.

* Essais sur les Prototypes Logiciels :

1. **Test du Code Arduino pour le Détecteur de Forces :**

- Essais Réalisés : Téléchargement du code sur l'Arduino pour détecter la pression exercée sur le détecteur de forces et afficher les niveaux de pression sur le moniteur série.

- Résultats Obtenus : Le code fonctionne comme prévu, identifiant avec précision les niveaux de pression exercée sur le détecteur de forces.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais il est important de surveiller les performances du code et de garantir sa compatibilité avec les mises à jour futures de l'IDE Arduino.

- Améliorations Suggérées : Effectuer des tests de robustesse pour s'assurer que le code fonctionne de manière fiable dans différentes conditions.

1. **Test du Code Arduino pour les Boutons-Poussoirs :**

- Essais Réalisés : Téléchargement du code sur l'Arduino pour contrôler les trois niveaux de forces en fonction de la pression exercée sur les boutons-poussoirs.

- Résultats Obtenus : Le code fonctionne comme prévu, permettant le contrôle précis des niveaux de forces en fonction des pressions exercées sur les boutons-poussoirs.

- Problèmes et Exigences Spéciales pour une Utilisation Prolongée : Aucun problème majeur détecté, mais il est essentiel de surveiller les performances du code et de s'assurer qu'il reste compatible avec les futures mises à jour de l'IDE Arduino.

- Améliorations Suggérées : Effectuer des tests de compatibilité avec différentes versions de l'IDE Arduino et éventuellement optimiser le code pour améliorer l'efficacité et la fiabilité.

## Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

En résumé, notre équipe a tiré plusieurs leçons de notre processus de développement. Nous avons acquis de nouvelles compétences, comme l'utilisation d'une imprimante 3D pour produire nos systèmes. De plus, nous avons réalisé l'importance d'une coordination et d'une communication efficaces entre les membres de l'équipe, ce qui permet d'éviter une perte de temps inutile. Nous avons également appris à examiner attentivement différentes options, qu'elles soient valides ou non, et à évaluer leur contribution potentielle à notre équipe et à nos systèmes.

La voie la plus productive consiste à trouver des partenaires de conception qui maintiennent une bonne communication tout au long du processus de développement. Il est également crucial d'avoir une diversité d'opinions et d'idées pour aboutir à une vision complète et idéale de notre produit final. De plus, il est sage de ne pas concentrer tous nos efforts sur un seul système prometteur, mais d'explorer plusieurs alternatives au cas où le système initial ne répondrait pas à nos attentes.

En conclusion, nous avons réalisé l'importance du prototypage rapide et itératif pour améliorer constamment nos systèmes. Si nous disposions de plus de temps, notre équipe envisagerait de réduire la taille du prototype et de renforcer la patte inférieure. Nous explorerions également d'autres options pour rendre notre circuit plus compact ou plus efficace. Par ailleurs, si nous avions continué avec notre système actuel, nous aurions envisagé des moyens de modifier la force exercée sur la patte, comme l'utilisation d'un ensemble de ressorts différents ou le développement d'une patte rétractable et adaptable à différentes pressions.