



**GNG 2501**  
**Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception**

Soumis par:

**FA-3-5 R.I.Y.A.J**

SAÏD Jessim 300350933

KHAIR Abderrahim, 300259024

RAZAFIMANDIMBY Tsihoarana Ryan, 300339802

AGBLEWONU Isid Koffi, 300247053

CHAOUCH Yassine, 300219230

**Pour le 3 Décembre 2024**

**Université d'Ottawa**

# Table des matières

---

Table des matières.....	ii
Liste de figures.....	iv
Liste de tableaux.....	v
Liste d'acronymes et glossaire.....	vi
1 Introduction.....	1
2 Aperçu.....	2
2.1 Conventions.....	2
2.2 Mises en garde et avertissements.....	2
3 Pour commencer.....	3
3.1 Considérations pour la configuration.....	3
3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs.....	3
3.3 Accéder au système.....	3
3.4 Organisation du système & navigation.....	3
3.5 Quitter le système.....	3
4 Utiliser le système.....	4
4.1 <Fonction/Caractéristique donnée>.....	4
5 Dépannage & assistance.....	5
5.1 Messages ou comportements d'erreur.....	5
5.2 Considérations spéciales.....	5
5.3 Entretien.....	5
5.4 Assistance.....	5

6	Documentation du produit.....	6
6.1	<Sous-système 1 du prototype>.....	6
6.1.1	LDM (Liste des Matériaux).....	6
6.1.2	Liste d'équipements.....	6
6.1.3	Instructions.....	7
6.2	Essais & validation.....	7
7	Conclusions et recommandations pour les travaux futurs.....	8
8	Bibliographie.....	9
	APPENDICES.....	10
9	APPENDICE I: Fichiers de conception.....	10
10	APPENDICE II: Autres Appendices.....	11

## Liste de tableaux

---

Table 1. Acronymes	vi
Table 2. Glossaire	vi
Table 3. Documents référencés	10

.

## Liste d'acronymes et glossaire

---

Table 1. Acronymes

Acronyme	Définition
FEA	Modélisation d'éléments virtuels qui permet d'en apprendre sur la performance d'un produit
PLA	Polymère chiral contenant des carbones asymétriques. Il est utilisé pour les impressions 3D.
PP	Polymère thermoplastique qui fait partie de la famille des polyoléfinés, au même titre que le polyéthylène. Il est aussi utilisé pour les impressions 3D.

Table 2. Glossaire

Terme	Acronyme	Définition
Finite elements analysis ou analyse des éléments	FEA	Modélisation d'éléments virtuels qui permet d'en apprendre sur la performance d'un produit

finis qui est un		
Acide polylactique	PLA	Polymère chiral contenant des carbones asymétriques. Il est utilisé pour les impressions 3D.
Polypropylèn e	PP	Polymère thermoplastique qui fait partie de la famille des polyoléfines, au même titre que le polyéthylène. Il est aussi utilisé pour les impressions 3D.

## ● Introduction

Pour le projet “**Support de bras pour Joystick**”, le problème à résoudre pour nous était de construire un système mécanique qui puisse être installé sur le fauteuil roulant de l'utilisateur et qui, à terme, lui permette de contrôler le joystick de son fauteuil.

L'utilisateur est un enfant de 11 ans souffrant de dystonie, une maladie qui provoque des contractions involontaires des muscles et qui empêche la personne atteinte de contrôler ses mouvements de manière appropriée. Notre solution au problème devait lui permettre de pouvoir stabiliser les mouvements de son bras et ainsi d'être plus autonome.

Les livrables A, B, C et D ainsi que la première rencontre avec notre cliente Elena nous ont permis de poser les bases de notre conception en déterminant les besoins relatifs à la cliente et à l'utilisateur, les premières hypothèses de prototypage qui seraient sujettes à vérifications et à essais. Parmi ces hypothèses, on a cité la fiabilité et l'efficacité du mécanisme d'articulation du support de bras, tout en offrant un système de réglages facile d'utilisation. Le but de cette hypothèse était vraiment de mettre l'emphasis sur l'utilisation sécuritaire et l'accessibilité du prototype/produit. Elle fut vérifiée et validée.

Ce document est la finalité de notre conception pour ce projet. Il énumère les étapes essentielles de cette dernière, en passant notamment par la création d'un prototype préliminaire afin de vérifier la pertinence des hypothèses et suppositions faites en amont.

En outre, ce document fait état de l'utilisation de notre prototype final par de tierces personnes à notre équipe, cela inclut aussi bien les étudiants qui prendront le cours GNG 2501 dans le futur que toute personne intéressée à reprendre ce projet.



Il contient entre autres des avertissements, de multiples considérations, des recommandations concernant le dépannage, l'assistance en cas de problème et l'entretien.

Il convient de préciser que les considérations de sécurité relatives à l'emploi des matériaux de fabrication énumérées dans ce document tiennent compte de notre utilisation des ressources et installations de l'université d'Ottawa et qu'elles s'y limitent.

Les détails relatifs aux informations fournies dans cette introduction viendront au fil de la lecture du présent document.

## ● **Aperçu**

Comme mentionné précédemment, le problème à résoudre pour notre équipe était de construire un support de bras installable sur un fauteuil roulant qui permette à notre utilisateur de pouvoir contrôler le joystick de son fauteuil. Ceci est particulièrement important du fait que plusieurs personnes souffrant de troubles psychomoteurs tels que la dystonie ou toute autre maladie qui empêche les personnes atteintes de se mouvoir correctement.

L'utilisateur a besoin, en finalité, d'un système qui soit réversible, c-à-d qui puisse être utilisé par la main droite et la main gauche aussi. Il doit aussi être ajustable, afin qu'il puisse suivre la croissance de l'enfant. Les pièces en contact direct avec la peau doivent être confortables pour lui et ne pas provoquer d'allergies et le mécanisme dans son ensemble doit être solide. Quand on se prête à un étalonnage de produits déjà disponibles sur le marché, on se rend compte que la plupart ne prennent pas en compte toutes les fonctions que notre produit peut assurer, ou du moins pas avec la même importance.

Le prototype est construit de manière à pouvoir supporter les charges les plus élevées aux bons endroits. Grâce à une analyse d'éléments finis faite sur le prototype précédent celui-ci, nous avons pu déterminer les zones les plus à même de supporter de lourdes charges et donc nous avons choisi des matériaux qui puissent permettre cette solidité.



*Figure 1 : Prototype final*

## ○ **Conventions**

Il n'y a pas de conventions de syntaxe ou de langage particulières concernant notre système vu que celui-ci n'inclut pas de composantes électriques ni même électroniques. Son utilisation est purement physique.

## ○ **Mises en garde et avertissements**

Le système doit être régulièrement entretenu afin que les matériaux utilisés ne soient pas sujets à la rouille ou à l'usure de quelque manière que ce soit. Son utilisation est sécuritaire la plupart du temps (95-99% du temps) sauf s'il n'est pas utilisé dans le domaine pour lequel il est prévu. Comme le mécanisme a été pensé pour s'adapter à la croissance de l'enfant au fur et à mesure qu'il grandit, il n'y a pas d'autres précautions particulières à prendre.

## ● Pour commencer

Le système se présente comme un ensemble de pièces physiques s’attachant les unes aux autres formant un dispositif capable de remplir la fonction pour laquelle il a été pensé et construit. Il est formé de deux parties ou sous-systèmes différents, une partie supérieure et une partie inférieure. La partie supérieure est celle qui est destinée à supporter l’avant-bras de l’utilisateur. Les matériaux dont sont faites les différentes pièces de ce sous-système ont été choisis spécialement pour supporter la charge causée par le poids de l’avant-bras de l’utilisateur et aussi pour lui garantir une utilisation confortable et viable sur le long terme. Le but ici est vraiment d’allier au mieux confort et sécurité. La partie inférieure, elle, est conçue pour supporter le bras de l’utilisateur. Les matériaux utilisés ici sont à peu près les mêmes que ceux de la partie supérieure, le même objectif étant poursuivi.

Il existe une “partie intermédiaire” entre les parties supérieure et inférieure permettant quant à elle de garantir un principe de réversibilité”. Ceci concerne le fait de pouvoir utiliser le mécanisme par la main droite mais également par la main gauche, ce qui élargit le public auquel notre produit est destiné aux personnes gauchères. En réalité, la réversibilité est un besoin exprimé par le client et l’utilisateur.

Comme le système est monté en amont et est livré prêt à l’emploi, il n’y a pas d’étapes à suivre pour le monter ou pour l’entretenir hormis des recommandations énumérées plus loin dans ce document.

## ○ **Considérations pour la configuration**

Comme mentionné dans la précédente rubrique, le mécanisme comporte deux sous-systèmes, supérieur et inférieur et une partie intermédiaire capable de déplacer la partie inférieure de droite en gauche. Le fonctionnement du dispositif est assez simple dans sa globalité dans le sens où l'utilisateur a juste à mettre son bras dessus et de le fixer grâce aux attaches présentes aux points où il a le plus de mal à contrôler ses mouvements.

## ○ **Considérations pour l'accès des utilisateurs**

Les différents utilisateurs qui pourraient utiliser le produit sont :

### ● **Enfants en situation de handicap moteur**

Utilisation : Ces enfants pourraient utiliser le support pour stabiliser leur bras et contrôler un joystick, permettant une meilleure interaction avec des appareils (comme un fauteuil roulant électrique) ou des jeux.

#### Restrictions :

Taille et croissance : Le support doit être ajustable pour s'adapter à leur morphologie en croissance.

Simplicité d'installation : Les enfants n'ont pas la capacité d'ajuster le support seuls; un adulte doit s'en charger.

### ● **Adolescents ou adultes ayant des troubles moteurs**

Utilisation : Ces utilisateurs pourraient avoir besoin d'un support pour réaliser des tâches nécessitant de la précision.

Restrictions :

**Force limitée** : Le support doit minimiser les efforts pour le déplacer ou le stabiliser.

**Ajustabilité** : L'appareil doit être adapté à différentes tailles et forces musculaires.

- **Accéder/installation du système**

Pour installer le système, il faut attacher le tube vertical avec un tube présent sur le fauteuil roulant, à la manière d'un coupleur pivotant, à l'aide du système d'attache. Placer un système d'attache au-dessus de la glissière et un système d'attache quasiment au niveau du socle et serrer les systèmes d'attache de manière solide de sorte à ce que le système soit bien stable. Le socle de base devrait être posé sur l'accoudoir du fauteuil roulant.

- **Organisation du système & navigation**

Le système est composé de deux sous système : le système principal et le système d'attache.

- **Système principal**

**Tube horizontal** : Il est fixé à un système pivotant, ce qui permet au tube de bouger de gauche à droite pour que l'utilisateur puisse ajuster le système. Il sert aussi de "rail" à une glissière.

**Tube vertical** : Il est fixé au socle de base et sert de "rail" à la glissière pour que l'utilisateur puisse ajuster le système.

**Supports avant bras** : Il est fixé à une glissière sur le tube horizontal de sorte à ce que l'utilisateur puisse y attacher son avant bras.

**Support bras** : Il est fixé sur une glissière sur le tube vertical de sorte à ce que l'utilisateur puisse y installer son bras.

**Support poignet** : Il est placé dans le tube horizontal et est ajustable pour stabiliser le poignet de l'utilisateur.

**Socle de base** : Support du système.

### ○ **Quitter le système**

Pour ranger le système, il suffit juste de déboulonner les accroches du fauteuil roulant et le ranger dans un placard. Il est aussi possible de garder le système sur le fauteuil roulant.



## ● **Utiliser le système**

Le système de support de bras & joystick est composé de deux sous-systèmes. Le premier sous-système est celui répondant à la fonction d'usage étant de limiter les mouvements involontaires du client. Le deuxième sous-système est le dispositif d'accroche au fauteuil roulant.

### ○ **Premier et deuxième sous-systèmes**

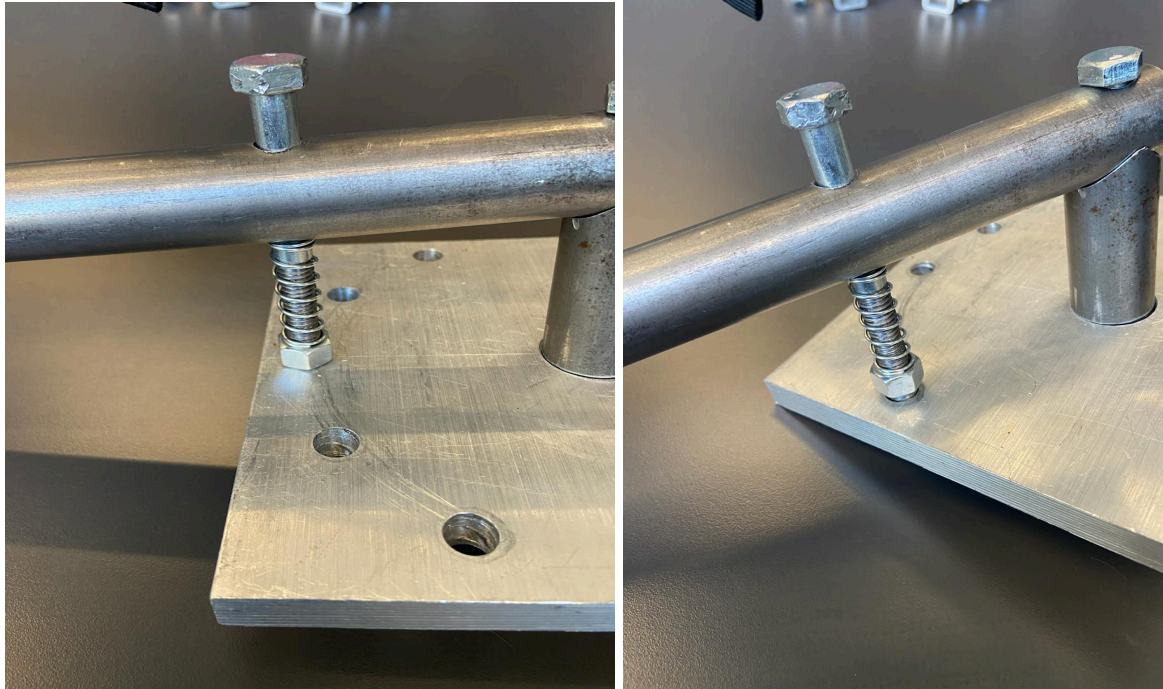
Le premier sous-système est composé des fonctions suivantes :

- le mécanisme de rotation
- le support poignet réglable
- le pivot glissant
- le support bras/avant bras
- les lanières de sécurité

Parlons tout d'abord du mécanisme de rotation, un des éléments essentiels du support de bras & joystick. Le mécanisme de rotation permet au système de pivoter soit vers la droite soit vers la gauche : cela donne plus de libertés de mouvement et élargit les possibilités d'utilisation.

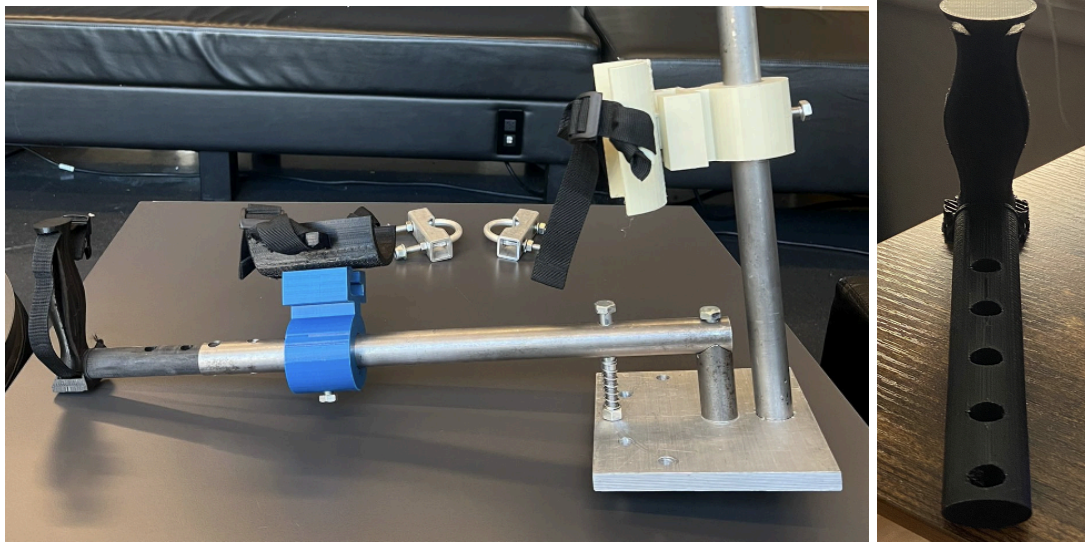
Le mécanisme est composé d'une grande vis de quinze centimètres, d'un écrou et d'un ressort. (Pour avoir plus d'informations concernant le fonctionnement du mécanisme, voir la vidéo d'utilisation).

Voici quelques photos pour vous aider à comprendre :



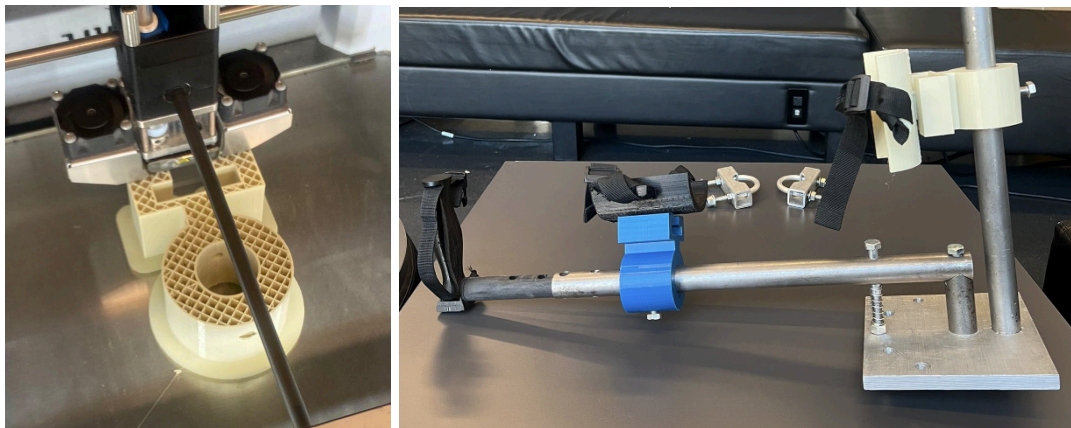
*Figure 2 : Vis et ressort de la partie intermédiaire du mécanisme*

Ensuite nous avons le support poignet aidant l'utilisateur à se déplacer plus facilement sur son fauteuil électrique car offrant plus de stabilité lors de la prise en main du joystick. Pour rappel le joystick est l'élément relié au fauteuil électrique qui donne les commandes de mouvement : par exemple si le client pousse le joystick vers l'avant, le fauteuil avance et inversement. En plus de cela, le support poignet peut aussi servir d'entraînement pour une prise en main future du joystick. La lanière a été attachée de sorte à maintenir les doigts en place, tout en permettant au pouce de contrôler le joystick.



*Figure 3 : Vue de profil du mécanisme (Gauche) et pièce représentant le joystick imprimée en 3D (Droite)*

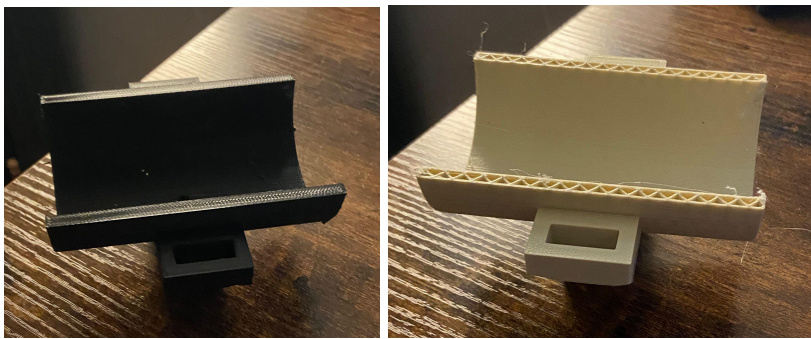
Après cela, nous pouvons parler des deux pivots glissants conçus pour supporter le bras et l'avant bras. Comme indiqué dans le nom, les deux pièces peuvent pivoter autour des tubes d'acier afin de s'ajuster en fonction de la taille du bras et des préférences de confort de l'utilisateur. Pour pouvoir ajuster les deux pivots glissants, il suffit juste de dévisser la vis qui est en pression avec la barre d'acier, puis la resserrer quand l'opération est terminée. Il est préférable d'utiliser une clé à molette pour bien visser et dévisser le pivot glissant afin qu'il n'y ait aucun risque lors de l'utilisation du système.



*Figure 4 : Vue de profil (droite) et vue de dessous de la pièce supportant l'avant bras de l'utilisateur  
(gauche)*

Voici les deux supports : bras et avant bras. Ils s'emboîtent chacun dans un pivot glissant.

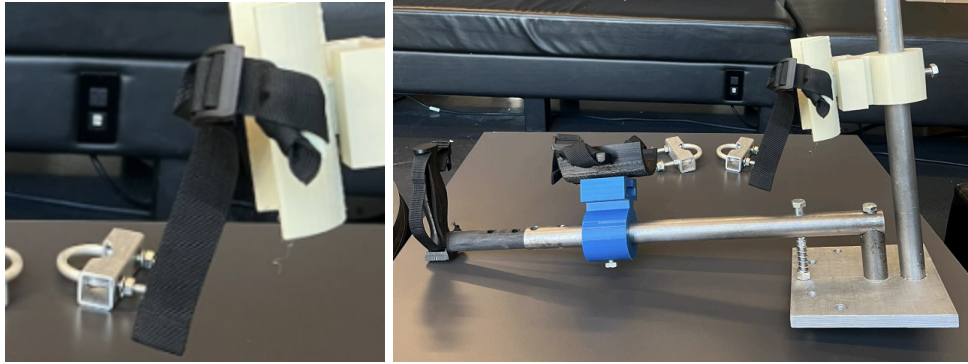
Habituellement, ces deux pièces sont usinées sur mesure permettant une bonne accroche du bras et de l'avant bras. Il faut aussi rajouter de la mousse car il y a la vis passe du pivot glissant jusqu'au support bras/avant bras



*Figure 5 : Pièces en contact avec la peau de l'utilisateur*

Voici les lanières de sécurité qui permettent de serrer confortablement le bras de l'utilisateur afin de la maintenir en toute sécurité. La lanière est adaptable grâce à un système similaire à un cartable d'école (facile à ajuster pour tout le monde). Elle est attachée sur les extrémités du support bras/avant bras.





*Figure 6 : Vue de profil du mécanisme (Gauche) et attache photographiée de plus près (Droite)*

Le deuxième sous-système est composé d'un seul élément étant l'accroche.

L'attache du fauteuil roulant doit être fixée au fauteuil avant de poser son bras. Pour ce faire, il suffit de dévisser les boulons de l'attache, de les repositionner une fois la barre métallique du fauteuil roulant insérée dans le système d'attache, puis de resserrer les boulons pour assurer un contact solide entre l'attache et la barre métallique du fauteuil.



*Figure 7 : Système de fixation du dispositif au fauteuil roulant de l'utilisateur*

## ● **Dépannage & assistance**

Avant de passer aux détails spécifiques des messages ou comportements d'erreur, il est important de rappeler que tout système peut rencontrer des dysfonctionnements en raison de divers facteurs, tels que des erreurs d'utilisation, des conditions environnementales défavorables ou une usure normale des composants. Les étapes de dépannage suivantes sont conçues pour aider l'utilisateur à identifier et à résoudre les problèmes courants de manière simple et efficace. En suivant ces instructions, même une personne n'ayant pas de formation en ingénierie pourra diagnostiquer et corriger les erreurs potentielles afin d'assurer le bon fonctionnement du système.

### ○ **Comportements d'erreur**

#### **1. Comportement d'erreur**

- **Problème** : Déplacement limité ou bloqué du bras.
  - **Cause probable** : Système de rotation mal aligné ou encrassé.
  - **Action corrective** : Nettoyez la zone concernée, appliquez un lubrifiant non corrosif, et réalignez les composants.
- **Problème** : Le support ne reste pas en position.
  - **Cause probable** : Vis ou serrage des tubes desserrés.
  - **Action corrective** : Serrez toutes les vis et vérifiez l'intégrité des tubes et des fixations.

#### **2. Pièces susceptibles de se casser ou de se déformer**

- **Barres :**
  - **Cause probable :** Charges excessives ou utilisation prolongée sans entretien.
  - **Action corrective :** Remplacez les pièces cassées par des pièces de rechange approuvées.
- **Composants en plastique (PLA) :**
  - **Cause probable :** Usure due à des contraintes répétées.
  - **Action corrective :** Remplacez les composants endommagés par des pièces renforcées si disponibles.
- **Considérations spéciales**
  - **Attention aux conditions environnementales :**

Évitez l'exposition prolongée à des températures extrêmes ou à l'humidité, qui pourraient affecter les composants en plastique ou en aluminium.
  - **Manutention :**

Transportez toujours le système démonté pour éviter d'endommager les pièces sensibles.
  - **Installation :**

Assurez-vous que le support est bien fixé sur le fauteuil roulant selon les instructions pour éviter tout désalignement ou instabilité.
- **Entretien**

Pour garantir le bon fonctionnement et éviter toute défaillance :

  1. **Nettoyage :** Nettoyez toutes les surfaces avec un chiffon humide chaque semaine pour éliminer la poussière et les débris.



2. **Lubrification** : Appliquez un lubrifiant non corrosif sur les parties rotatives tous les mois.
3. **Inspection des fixations** : Vérifiez les vis et les connexions tous les 15 jours, resserrez si nécessaire.
4. **Contrôle des pièces en plastique** : Inspectez les composants en ABS ou PP pour détecter toute fissure ou signe d'usure.

## ○ **Assistance**

### **Assistance technique :**

Pour toute assistance, contactez :

- **Nom** : Isid Koffi Agblewonu
- **Adresse courriel** : iagbl058@uottawa.ca
- **Disponibilité** : Lundi au vendredi de 9h à 17h

### **Signalement des problèmes :**

Pour signaler tout problème, veuillez :

1. Noter le comportement ou le message d'erreur observé.
2. Joindre des photos ou des vidéos si possible.
3. Envoyer une description détaillée par courriel à l'adresse indiquée ci-dessus.

### **Incidents de sécurité :**

Si un incident de sécurité survient, comme une défaillance entraînant une blessure, arrêtez immédiatement l'utilisation et contactez l'assistance en urgence. Indiquez clairement la nature du problème et les circonstances de l'incident.

## Documentation du produit

Notre système est composé de deux sous-systèmes, le système qui permet de réduire les mouvements et le système d'accroche au fauteuil roulant.

### ○ **Sous-système 1 du prototype : Système d'attache**

#### **6.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)**

Description	Quantité	Mesure	Coût	Fournisseur
Attache système chaise en <i>PP</i> ( <i>imprimante 3D</i> )	2	(voir conception détaillée)	13\$	<a href="#">PP</a>

Pour ce sous-système, nous n'avons pas imprimé car nous avons trouvé les systèmes d'attache suivants à moindre coût.



Comme alternative, vous pouvez acheter des coupleurs pivotants, ce qu'on peut facilement retrouver sur internet.

○ **Sous-système 2 du prototype : Support de bras**

●.○.1 **NDM (Nomenclature des Matériaux)**

NDM du produit final :

Item #	Description	Quantité	Mesure avec unité	Coût unitaire	Coût étendu	Fournisseur (lien)
1	Le cadre métallique apporte stabilité, accroche au fauteuil roulant, support. Il distribue les charges pour éviter les déformations voire ruptures. Il permet la modularité du système (possibilité d'ajout d'un porte-poignet confort etc...). <i>Le cadre métallique est composé de tubes de métal <b>en aluminium</b></i>	2	360*15 mm <sup>2</sup>	17.37\$	34.74\$	<a href="#">CADRE</a>
2	Dispositif d'inclinaison du produit (rotation axe y càd tourner le système de gauche à droite) <i>Ce dispositif est également en <b>aluminium</b></i>	1	(voir esquisse conception détaillée)	24.16\$		<a href="https://aluminum.ca/products/aluminium-flat-bars?variant=45247699583133">https://aluminum.ca/products/aluminium-flat-bars?variant=45247699583133</a>
3	Porte poignet+joystick conçu en <b>PP (imprimante 3D)</b>	1	(voir conception détaillée)			<a href="#">PP</a>
4	Porte-bras et porte-avant-bras permettant à l'utilisateur de poser son bras et d'avoir une position fixe <i>Les porte-bras et avant-bras seront en <b>PP (imprimante 3D)</b></i>	2	(voir conception détaillée)	36.99\$		
5	Ressort de tension et de compression permettant de faciliter la rotation des deux tubes en permettant des mouvements de montée et de descente.	1	(voir conception détaillée)	2.29\$		<a href="#">RESSORT</a>

6	Mousse à mémoire de forme permettant d'assurer confort et sécurité	1	(voir conception détaillée)	5.32\$	<a href="#">MOUSSE</a>
7	vis	2	(voir conception détaillée)	7.68\$	<a href="#">screw</a>
101.18\$					

NDM du prototype final :

Description	Quantité	Prix
Tube <u>acier</u>	1	\$20
Plaque <u>aluminium</u>	1	\$28
Support <u>poignet</u> (PLA)	1	\$7
Support bras (PLA)	1	\$5
Support <u>avant</u> bras (PLA)	1	\$5
<u>Glissière</u> (PLA)	2	\$10
Vis	2	\$4
<u>Ressort</u> de compression	1	\$3
<b>TOTAL</b>	10	\$82

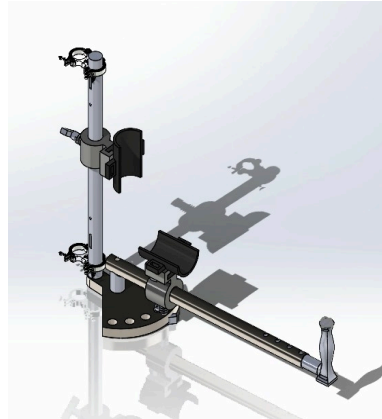
### ●.○.2 Liste d'équipements

Pour construire ce sous-système, on a besoin de fraiseuse, d'imprimante 3D, d'une scie, d'une perceuse à colonne et d'une presse.

### ●.○.3 Instructions

Le premier sous-système est composé de trois parties : les tubes, le socle de base, et les supports bras/poignet. Pour le construire, nous avons d'abord réalisé une représentation 3D du prototype via SolidWorks (figure #), ensuite nous avons réalisé une analyse des éléments finis

(FEA), que nous verrons dans la section suivante, pour savoir quels matériaux seraient idéals pour chaque partie du sous-système. Une fois les matériaux choisis, nous les avons usinés grâce aux machines citées plus tôt.



*Figure 8 : CAO du prototype final*

#### Processus de fabrication:

Pour les tubes en acier, nous avons acheté un tube en acier de 1m de long et de 1 pouce de diamètre que nous avons coupé en deux tubes de 40 et 45 cm (40 cm pour le tube à l'horizontal et 45 cm pour celui à l'horizontal) à l'aide d'une fraiseuse et d'une scie. Ensuite à l'aide d'une fraiseuse, nous avons percé des trous de les tubes comme dans la figure # .

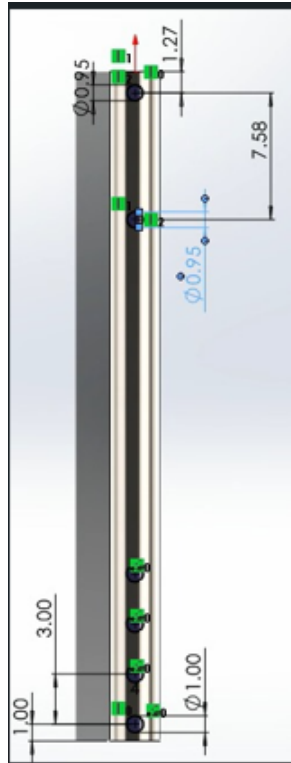


Figure 9 : Dimensions des tubes

Pour le socle à la base en aluminium, nous avons fait trous à l'aide d'une perceuse à colonne comme dans la figure suivante :

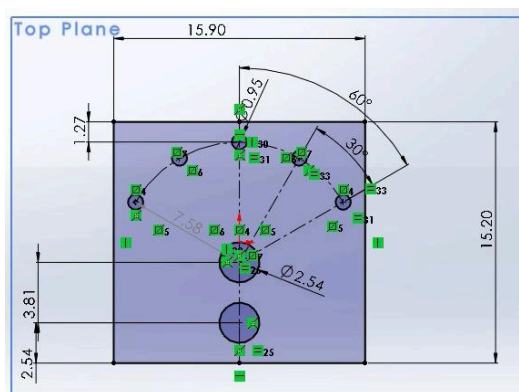


Figure 10 : Dimensions du socle

Pour les supports nous les avons imprimés en 3D en mettant la densité des impressions à 20%.

Les pièces sont en fichiers joints (voir appendice).

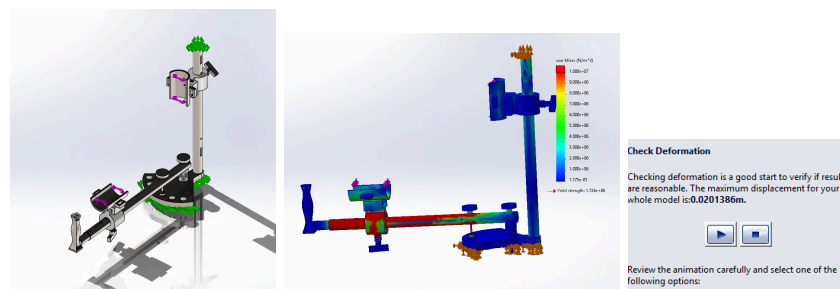
Pour l'assemblage, nous avons utilisé une presse pour faire rentrer le tube de 45cm dans le socle de base et pour les autres pièces, soit on les a bouillonnés soit ils tenaient sans problème.

## ○ **Essais & validation**

Notre prototype doit être suffisamment solide pour retenir le bras de l'utilisateur en toute sécurité et lavable mais doit respecter un budget de 100\$.

Pour trouver les matériaux adéquats nous avons réalisé une analyse des éléments finis avec différentes combinaisons de matériaux. Voici les résultats :

Système complètement en acier :



*Figure 10a : Analyse FEA du prototype 1 (Acier)*

Système en acier et en ABS :

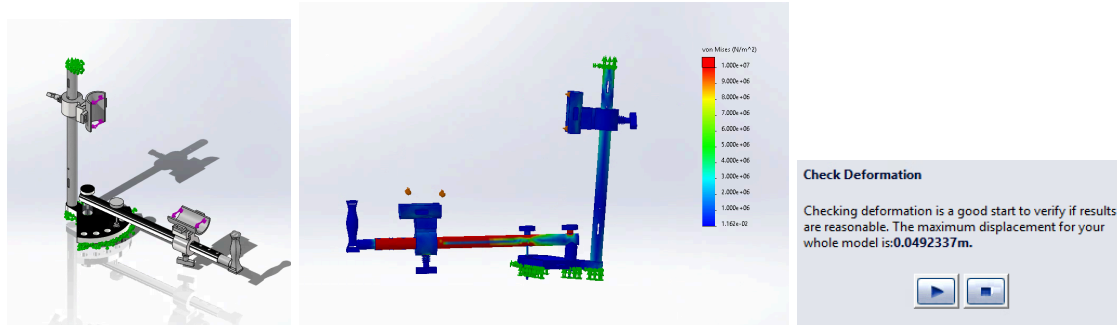


Figure 10b : Analyse FEA du prototype 1 (Acier +ABS)

Système entièrement en ABS :

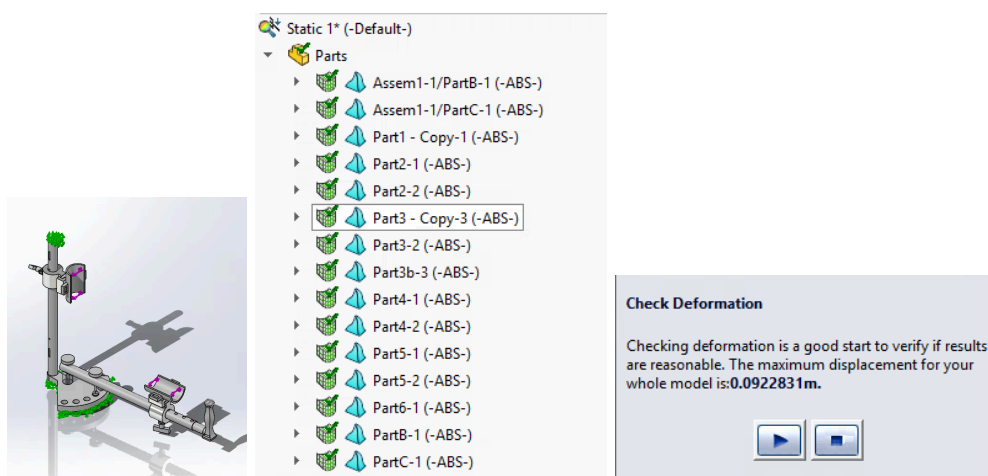


Figure 10c : Analyse FEA du prototype 1 (ABS)

Système en Polypropylène (PP) et en aluminium :



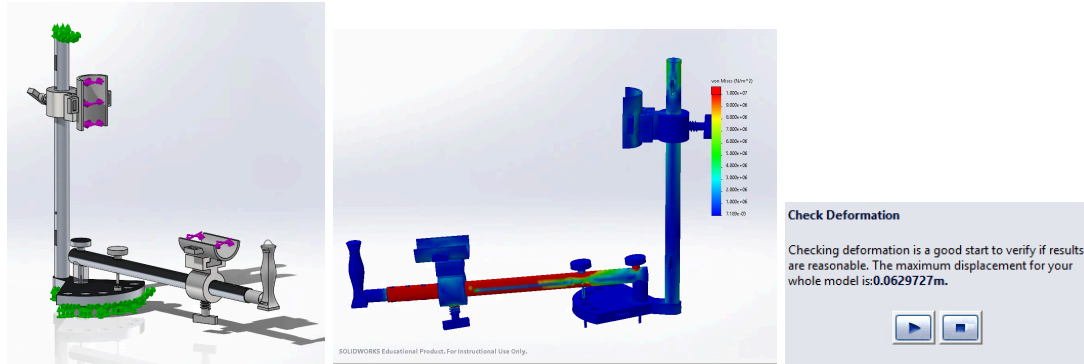


Figure 10d : Analyse FEA du prototype 1 (PP + Aluminium)

Suite aux analyses, nous avons déduit que les matériaux qui conviendraient le mieux sont l'aluminium et le PP. Cependant, pour des raisons économiques et logistiques, nous avons opté pour des tubes en acier, le socle de base en aluminium et de l'acide polylactique polymère (PLA) à la place du PP comme matériau d'impression 3D.

Nous avons choisi ces matériaux car selon le contexte, ce sont ceux qui cochent le plus de cases pour être optimal à notre système mais temps que vous avez des matériaux facilement lavables, résistants et solides, comme l'acier inoxydable pour les tubes ou des fibres de carbone pour les impressions 3D, vous pouvez les utiliser.

Voici les tableaux des essais et les résultats des prototypes que nous avons réalisé :

Métrique	Importance	Résultats	Analyse
Efficacité du mécanisme	4	oui	Le mécanisme fonctionne dans toutes les configurations, mais il sera nécessaire d'ajuster la distance entre les trous du

			rail horizontal pour améliorer l'expérience d'utilisation
Assemblage des pièces	5	8/8	Les pièces s'assemblent correctement.
Indice de restriction de mouvements non désirés	5	3/3	Le système restreint 3 des 4 degrés de liberté du bras de manière efficace.
Temps d'installation	3	65 secondes	Pour réduire le temps d'installation, il serait préférable d'utiliser les mêmes outils ou des molettes pour assembler les pièces plus rapidement.
Réversibilité	4	Oui	Le système peut être utilisé aussi bien du côté gauche que du côté droit.

Métrique	Importance	Résultats attendus	Résultats obtenus	Méthode	Analyse
Solidité	5	Déflexion totale < 10cm	Déflexion de 6.29	Solidworks Finite Element Analysis static simulation	Il est nécessaire de renforcer la barre inférieure et le système de rotation pour améliorer la robustesse.

Masse	2	<500g	3998 g	Mass properties Evaluation solidworks	Pour réduire la masse, envisager l'utilisation de tubes en aluminium creux à la place de barres.
-------	---	-------	--------	---	--

## ● Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Ce que nous avons appris lors de ce projet sont l'utilisation de plusieurs machines tels que la fraiseuse, l'imprimante 3D et autres, l'importance du prototypage itératif, la bonne gestion du temps et l'exploitation des ressources universitaires.

Pour réaliser notre prototype, on a utilisé la pensée conceptuelle et le processus itératif comme processus de conception et tout au long de ce processus, nous avons d'abord identifié les besoins du clients, les spécifications cibles et les CPX les plus importants pour résoudre le problème du client. Ensuite, on a étalonné des produits déjà présents sur le marché et proposé des concepts préliminaires pour en choisir qu'un seul grâce à une matrice décisionnelle. Après on a fait une conception 3D du concept choisi et réalisé une version miniature en impressions 3D pour essayer le mécanisme. Une fois le mécanisme validé, on a choisi les matériaux après avoir réalisé une FEA et puis on a usiné notre prototype final.

Les pistes les plus productives pour les travaux futurs sont d'améliorer le produit, surtout au niveau du confort en utilisant la mousse, le test de nettoyage et la validation par essai de notre client. (C'est ce que nous ferions si nous avions un mois de plus pour travailler sur le projet)

Les éléments abandonnés en raison du manque de temps mais qui seraient importants à ajouter sont les mousses pour le confort, la compatibilité avec une large gamme de fauteuils roulants.

## APPENDICES

- **APPENDICE I: Fichiers de conception**

**Table 3. Documents référencés**

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
glissière.STL	MakerRepo	02/12/2024
hand.STL	MakerRepo	02/12/2024
support.STL	MakerRepo	02/12/2024
<a href="https://youtu.be/UWQWG7HaECg">https://youtu.be/UWQWG7HaECg</a>	MakerRepo	02/12/2024

