

# Les systèmes hydrauliques appliqués à la biomécanique

Émilie Duguay, Magalie Nadeau et Annabelle Tremblay  
<sup>1</sup>Cégep de Rimouski, 60 rue de l'Évêché Ouest, Rimouski (QC), G5L 4H6

## Introduction

Selon *Statistique Canada*, en 2022, 27% des Canadiens âgés de 15 ans et plus, soit environ 8 millions de personnes, avaient au moins une forme d'incapacité qui les limitait dans leurs activités quotidiennes. Par sa conception, notre projet fait écho aux mains bioniques que ces personnes avec un handicap physique peuvent avoir.

## Objectifs

L'objectif principal de ce projet synthèse est d'automatiser les mouvements des doigts d'une main en plastique avec de petits moteurs. Ces moteurs ont été programmés à l'aide d'un nano-ordinateur « Raspberry Pi » et permettent d'effectuer les mouvements de la main par le biais de systèmes hydrauliques intégrés. Une interface interactive a aussi été programmée et des tests de pression ont été effectués pour s'assurer que la main puisse serrer une balle antistress.

## Conception

Pour réaliser ce projet, nous avons utilisé une main provenant du kit « Main cyborg Hydraulique » de la gamme *CIC Kits*. Cette main est composée de systèmes hydrauliques qui utilisent des fluides incompressibles, dans notre cas l'eau. Pour générer le fléchissement des doigts à la place de l'utilisateur, des moteurs ont été reliés à chaque doigt par des cordes. Les moteurs ont été programmés par un nano-ordinateur « Raspberry Pi ». Pour protéger le Raspberry pi et générer une force suffisante, une source externe est nécessaire. Un circuit permettant de contrôler la direction du courant a été mis en place. De plus, une interface interactive facile d'utilisation est programmée de sorte qu'elle puisse contrôler la main et voir les variations de pression en temps réel.

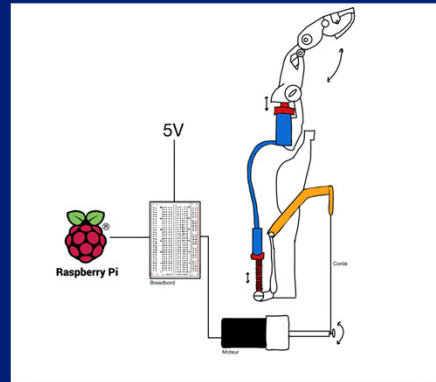


Figure 1. Plan schématique de la main avec un moteur et un breadboard

Des boutons sont intégrés à la main pour arrêter le moteur lorsque le doigt est fléchi à son maximum afin d'éviter les bris sur la main. Des cordes sont attachées à chaque anneau de fléchissement des doigts.

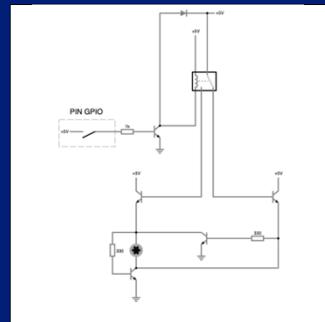


Figure 2. Schéma du circuit de contrôle  
Circuit électrique d'alimentation d'un moteur

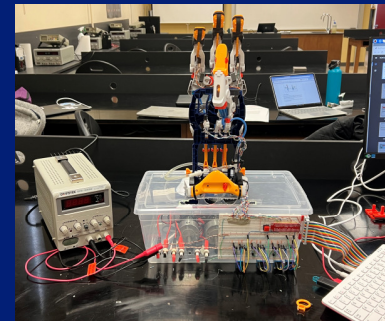


Figure 3. Assemblage final

La main a assemblée dans le laboratoire du département de physique.

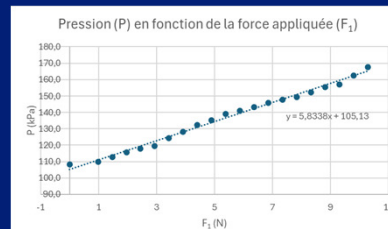


Figure 4 : Graphique de la pression en fonction de la force (F<sub>1</sub>)  
Les données recueillies ainsi que la courbe de tendance lors des tests montrent la proportionnalité entre les deux valeurs, soit la force appliquée et la pression.

## Discussion

Lors du processus, nous voulions installer des mini moteurs qui actionneraient les mouvements de la main. Or, ils n'étaient pas assez puissants, donc nous avons dû opter pour des modèles plus puissants. Avec les nouveaux moteurs, comme il était impossible d'utiliser un « driver » en raison du courant trop élevé, il a été nécessaire de faire un circuit de contrôle.

L'un des plus gros problèmes dans le code fut de trouver les bonnes conditions pour contrôler les moteurs et détecter l'activation des *micro-switch*.

En effet, l'organisation des conditions des boucles contrôlant le fonctionnement des moteurs a été un défi. Ces conditions devaient permettre l'activation des moteurs, la détection des *micro-switch* et le changement de direction du courant.

## Conclusion

En somme, la programmation de la main robotisée nous a permis d'atteindre notre objectif. La balle antistress a pu être maintenue et serrée de façon contrôlée par les doigts de la main. Des fonctions plus complexes pourraient être implémentées pour effectuer d'autres tâches.

Notre projet est une version simplifiée des prothèses de main bioniques que l'on retrouve chez les personnes handicapées physiquement. Ce genre de système est utilisé pour effectuer leurs activités quotidiennes de manière autonome et précise.



## Remerciements

M. François-Alexandre Gosselin, technicien au département de physique du Cégep de Rimouski

M. Jean-François Beaudoin et M. Jean-Philippe Villeneuve, enseignants au département de physique du Cégep de Rimouski

## Références

STATISTIQUE Canada. *La Journée internationale des personnes handicapées : éliminer les obstacles visibles et invisibles*, (page consultée le 22 avril 2024), [En ligne], adresse URL : <https://www.statcan.gc.ca/01/fr/plus/5120-la-journee-internationale-des-personnes-handicapees-eliminer-les-obstacles-visibles-et/>

ÖSSUR. *i-Limb@Quantum*, (page consultée le 22 avril 2024), [En ligne], adresse URL : <https://www.ossur.com/fr-fr/protheses-bras/i-limb-quantum>