

Développement d'une structure déformable en composite pour un exosquelette de cheville

Projet de Bachelor 2020

INTRODUCTION

Le cycle de la marche dépend du travail synchronisé de nombreux muscles, tendons et ligaments se trouvant dans toute la jambe. Si l'un d'entre eux vient à ne plus remplir ses fonctions, le cycle entier se voit perturbé et peut, dans certains cas, rendre la marche impossible. Le but de ce travail porte sur le développement d'une structure composite transformant le mouvement linéaire d'un vérin hydraulique en un moment autour de la cheville.

Ce travail est une suite du projet Talaris de la HEIA-FR.

Les principaux objectifs du projet sont :

- Développement d'une structure rigide supportant 2000N
- Génération du moment avec un bras de levier de 50mm
- Utilisation d'un matériau composite
- Utilisation du système dans une chaussure

CONCEPTION

Pour un fonctionnement correct, l'assemblage doit être conçu en 4 structures au minimum (sans le vérin) :

- **La tige** : Support d'appui pour le vérin et élément de liaison de tous les autres éléments.
- **La fourche** : Reprend les efforts de compression du vérin et les retransmet à la semelle.
- **La semelle** : Maintient le pied et crée un moment autour de la cheville grâce au déplacement linéaire du vérin.
- **L'écarteur** : Permet de conserver le bras de levier au point de fixation du vérin et maintient le vérin et la fourche en position.

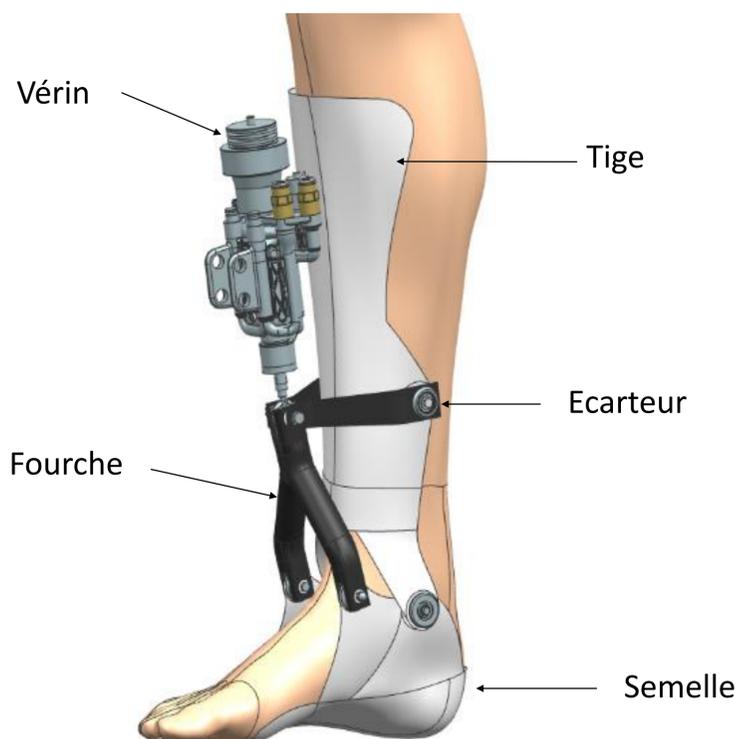


Figure 1: Assemblage final

Les pivots sont des points très importants dans la réalisation de cette orthèse. Leur bonne conception évite l'hyperstatisme du système. Des inserts rotulés sont utilisés dans la majorité des liaisons. Leur fonction remplit totalement les exigences de montage et d'utilisation.

FABRICATION

En plus du projet en lui-même, le principe de moulage d'une petite structure creuse avec une fibre pré-imprégnée (ou Prepreg) est une innovation pour l'école. Cette technique demande l'utilisation d'un moule fermé résistant à la pression, ainsi qu'à de hautes températures, d'où la nécessité d'une carcasse scellée en aluminium.

Au total, 172 patches ont été nécessaires pour la réalisation d'une fourche complète. Une des étapes de la fabrication est la pose des patches, également appelés plis. Ce travail est long et exige beaucoup de minutie et de concentration. La fibre pré-imprégnée est collante et si le pli n'est pas correctement posé du premier coup, il est difficile voire impossible de le décoller.

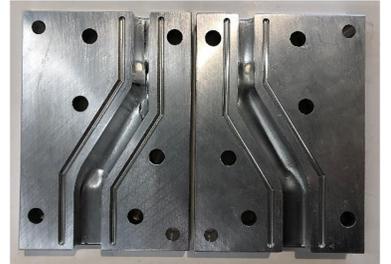


Figure 2: Moule pour 1/2 fourche



Figure 3: 172 parties d'une fourche



Figure 4: Fabrication de la fourche

CONCLUSION

Ce travail s'est dans l'ensemble bien déroulé et les résultats sont prometteurs et satisfont pour l'instant pleinement le cahier des charges. Les observations ont révélé plusieurs défauts dans la structure composite. L'utilisation d'un matériel inadapté a empêché les fibres de plaquer correctement contre les parois du moule. Des correctifs simples sont possibles et présentés dans le rapport. Le résultat du prototype est bon et encourageant pour la suite du projet.

Plusieurs points restent encore à être travaillés. Des simulations en matériau composite permettraient d'effectuer une optimisation de la structure et de faire une analyse de fatigue du système.

La fabrication et le test des écarteurs sont aussi des points importants à valider. Ce dernier ne devrait cependant pas poser de difficultés et peut se faire rapidement avec le matériel disponible dans les locaux de la HEIA-FR.

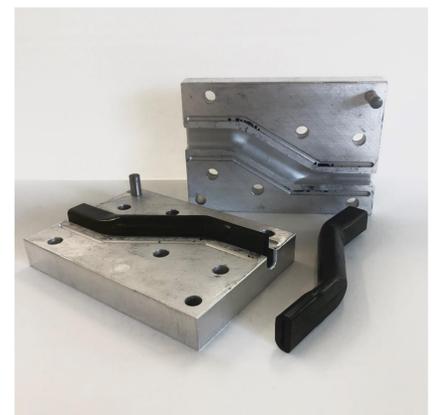


Figure 5: 1/2 fourche à la sortie du moule

Candidat-e:

Robin Yerly

Professeur-e-s:

Emmanuel Viennet
Benoît Grelier

Projet proposé par:



HEIA-FR
SeSi

Hes·SO

Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale
Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences and Arts
Western Switzerland