

Seconde main

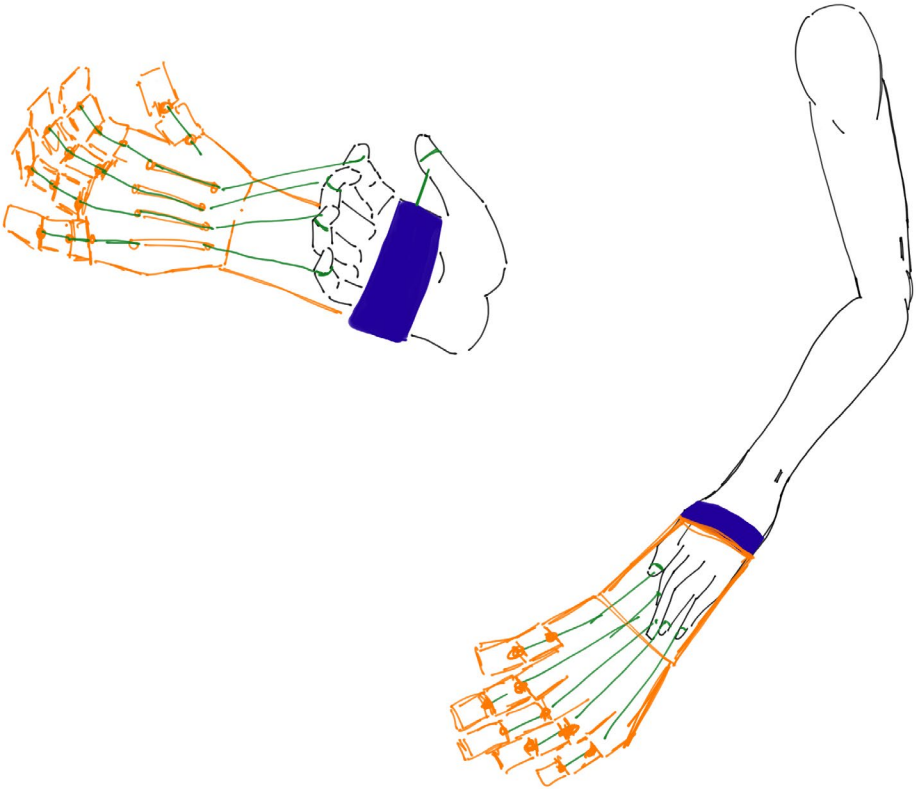
Imene Merzougui

Valeriia Babii

Sarra Negra

Lisa-Marine Dransy

Zeineb Ouertani



Seconde main

Idée de départ

Conceptualiser un système de prothèse était l'objectif de cette semaine. Une prothèse peut se rattacher à tout membre plus ou moins articulé du corps humain. Nous avons fait le choix de nous référer à la main, s'agissant du membre que nous utilisons le plus.

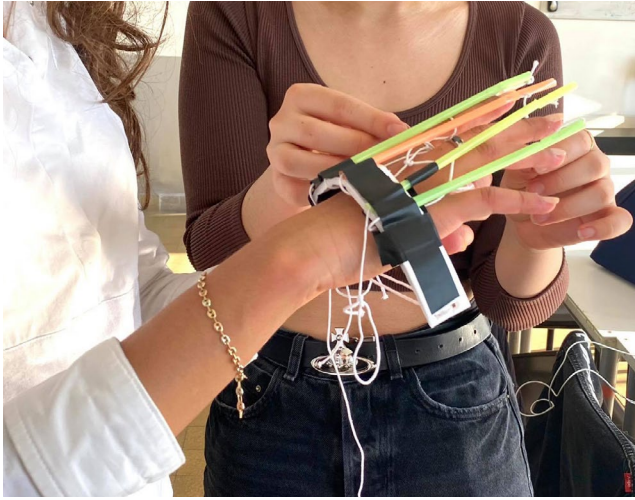
Suite à de multiples réflexions et expérimentations, nous sommes arrivées à l'élaboration d'une seconde main, actionnée par la première. Cela permet donc d'utiliser une nouvelle pour des actions plus complexes, toutefois à travers la main initiale. C'est en effet cette dernière qui actionne le mouvement de la main artificielle.

p.2

A gauche. Dessin de Concept.

Nous sommes parties du concept de la seconde main : une main extensible qui reprend le système articulé de la main humaine et qui, toutefois, se trouve être contrôlée par cette dernière.

Cette nouvelle main se joint à la main humaine par un système de bracelet lié à des fils tirant sur les baguettes servant de doigts, permettant ainsi leur mouvement.



Essais et expérimentations

Décomposer le mouvement

Avant de concevoir notre Seconde main, il a d'abord fallu passer par une longue phase d'expérimentation afin de décomposer le fonctionnement de la main.

Dans un premier temps, nous avons réfléchi à l'aspect de notre prothèse et nous sommes rapidement rendu compte qu'il était difficile de reproduire le mouvement du pouce celui-ci évoluant dans deux direction à la fois, contrairement aux quatre autres. Notre prothèse posséderait donc quatre doigts ou quatre baguettes.

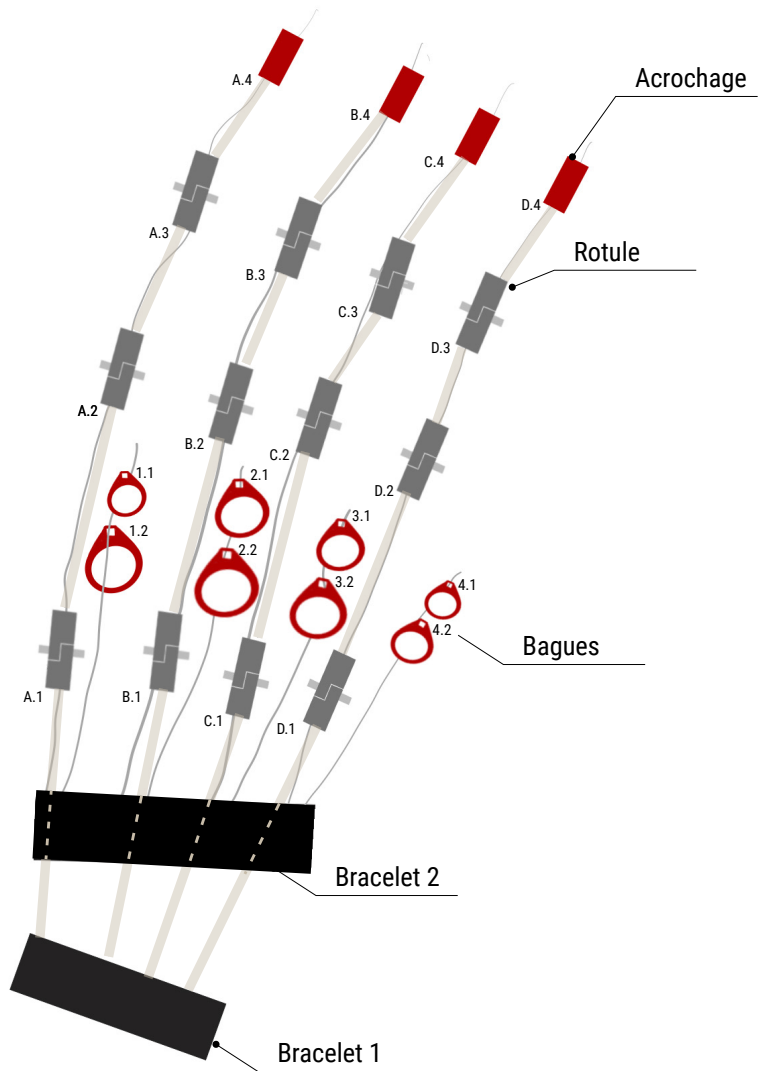
Dans un second temps, nous nous sommes intéressés au mouvements réalisés par le doigt. En ce sens, la réalisation d'une premier gantelet, nous a permis de comprendre que de quelles articulations nous aurions besoin pour établir chaque mouvement.

p.4

En haut. Maquette etape 1

Au centre. Maquette etape 2

En bas. Maquette etape 3



Étude des noeuds

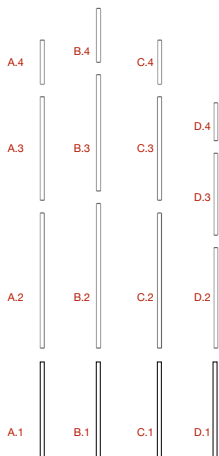
Articulations et cinématique

Les baguettes sont reliées par un système de rotules permettant une rotation des éléments de 90°, de la même façon que les doigts humains.

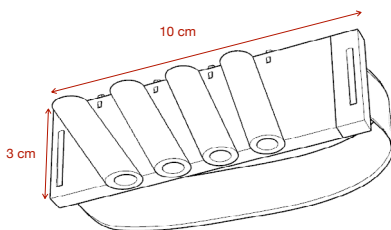
À l'extrémité de la baguette supérieure, se trouve un élément encastré auquel est attaché un fil. Ce dernier passe tout le long de la première baguette, traverse les rotules, chemine le long de la deuxième baguette et ainsi de suite, jusqu'à arriver au niveau de l'élément qui va permettre son contrôle. Il suffit donc de tirer dessus vers le bas afin d'actionner le mouvement de tout le système.

p.6

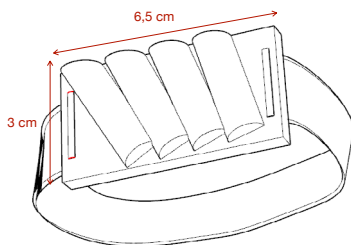
A gauche. Inventaire des différents noeuds et de leurs typologies. Après plusieurs essais mécaniques, nous avons pu établir une première liste de toutes les articulations nécessaires au mouvement de la prothèse.



A.1	l = 12cm	C.1	l = 12cm
A.2	l = 16 cm	C.2	l = 23 cm
A.3	l = 13 cm	C.3	l = 18,5 cm
A.4	l = 6 cm	C.4	l = 8,5 cm
B.1	l = 12cm	D.1	l = 12cm
B.2	l = 21,5 cm	D.2	l = 21,5 cm
B.3	l = 16,5 cm	D.3	l = 16,5 cm
B.4	l = 7 cm	D.4	l = 7 cm

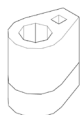


x1



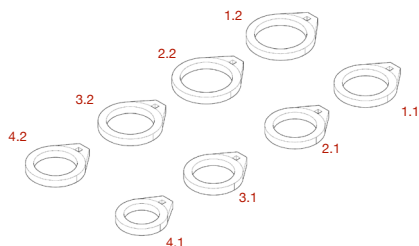
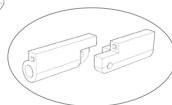
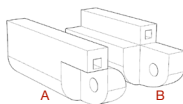
x1

x4



H = 2 cm

**x12 /
pièce**



1.1	d = 1,91 cm
1.2	d = 1,59 cm
2.1	d = 1,91 cm
2.2	d = 1,687 cm
3.1.	d = 1,75 cm
3.2.	d = 1,56 cm
4.1.	d = 1,59 cm
4.2.	d = 1,30 cm

Catalogue de pièces

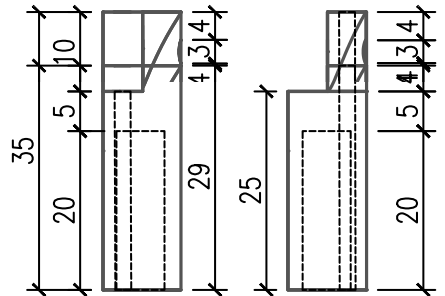
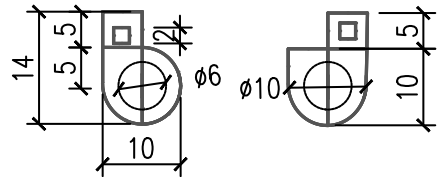
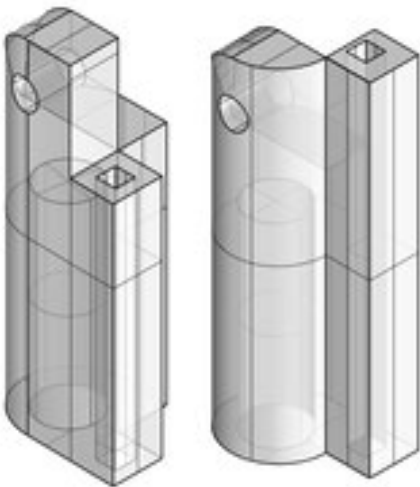
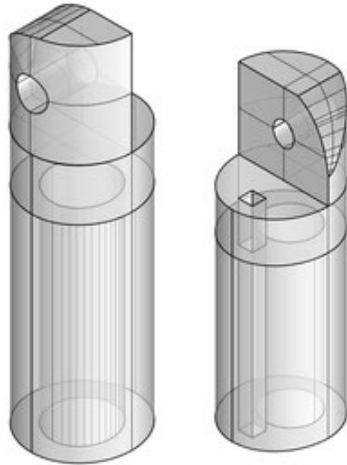
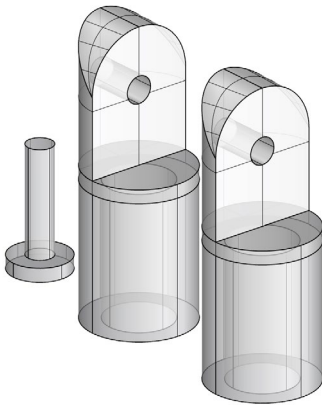
Dessin, économie, ergonomie

A partir de notre premier prototype nous transposons le système aux matériaux disponibles. Avec le souci de dessiner des pièces fines pour économiser un maximum de matière, nous rationalisons les éléments pour permettre la production en série des pièces. Nous travaillons parallèlement sur Rhino et sur le slicer pour optimiser nos éléments d'assemblage en vue d'une impression 3D.

p.8

A gauche. Inventaire des pièces.

De gauche à droite et de haut en bas: baguettes, bracelet 1, bracelet 2, accroches, rotules, bagues.



De la rotule à la phalange

Articulations en rotation

Les pièces les plus nombreuses de notre système sont les articulations faisant office de phalange dans notre seconde main. Ces pièces permettent de lier deux baguettes entre elles en permettant une rotation de 90 degrés dans un plan. A partir d'un modèle initial permettant une rotation à 180 degrés, nous bloquons une partie de la rotation tout en permettant le passage des câbles permettant le mouvement. Les premiers prototypes révèlent la fragilité de certaines parties de la rotule et cela guidera notre conception 3D. Notre modèle final est constitué d'un volume unique et non d'une superposition de volumes.

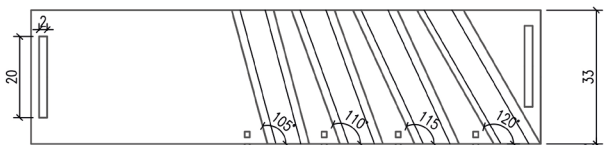
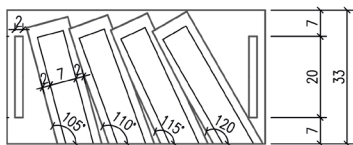
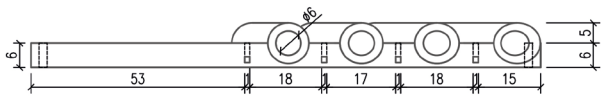
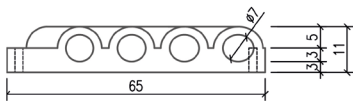
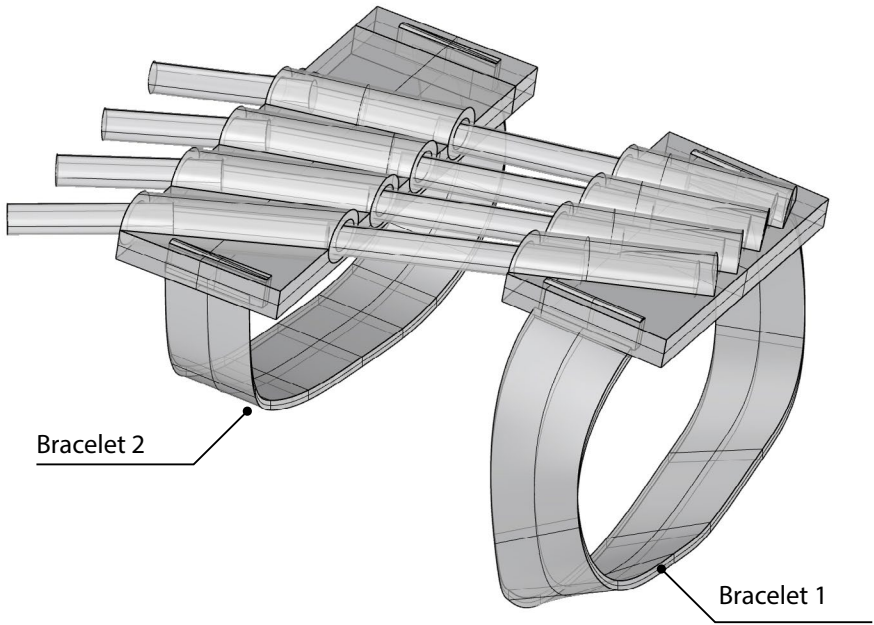
p.10

En haut .Tests d'impression

Au centre à droite. Itération 1

Au centre à gauche. Itération 2

En bas. Modèle final de Rotule et dimensionnement.



Bracelets

Port et maintien

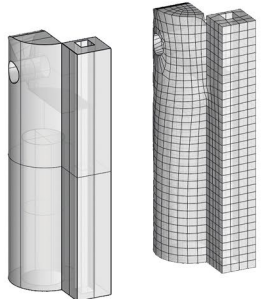
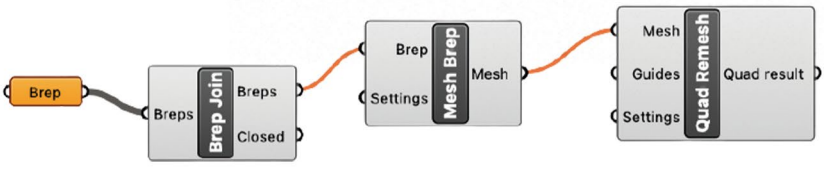
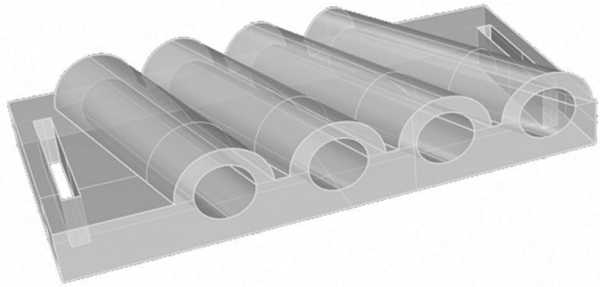
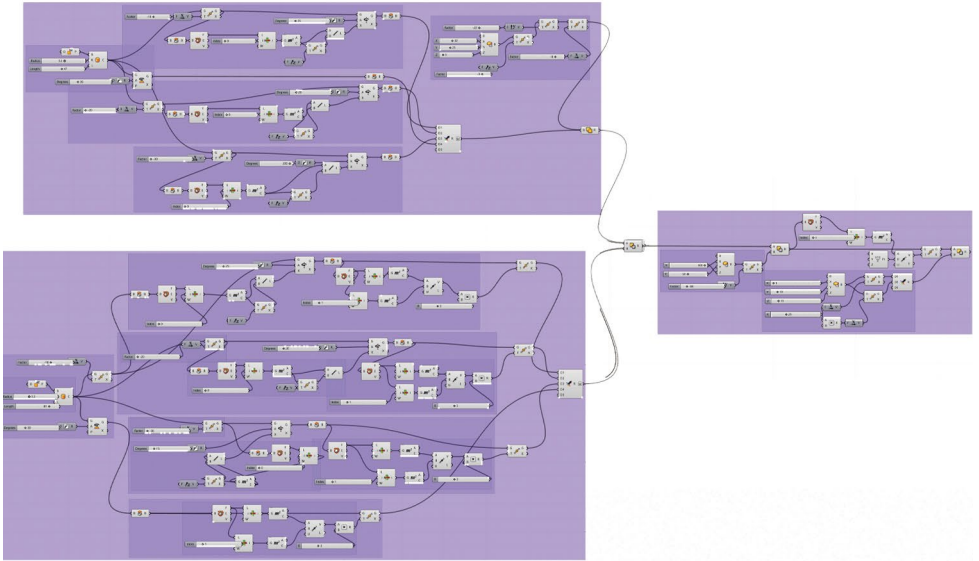
Les deux bracelets, disposés à deux niveaux différents de la main, permettent à la fois le port de la prothèse et son maintien sur la main d'origine. Il s'agit du point de départ de notre fabrication.

p.12

En haut. Tests d'impression

Au centre. Modèle final des bracelets

En bas. Dimensionnement.



Modélisation Grasshopper

La modélisation paramétrique

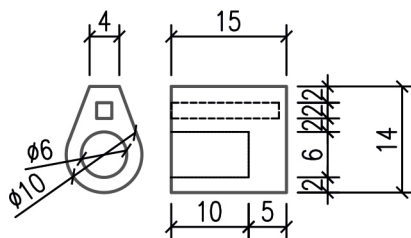
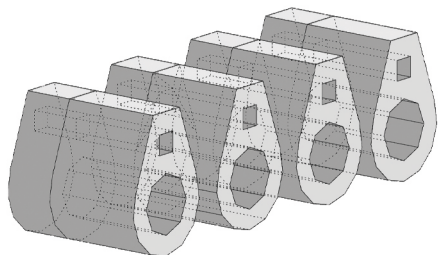
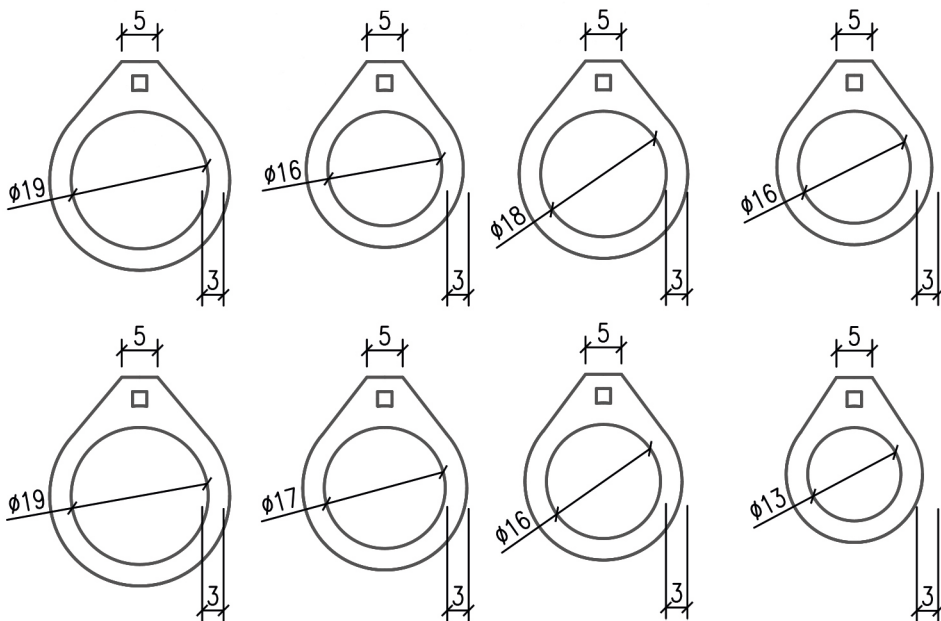
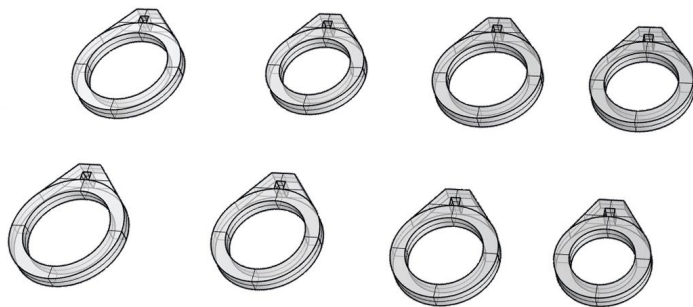
La modélisation paramétrique intervient plus tard dans la conception. Après avoir travaillé sur Rhino, nous transposons nos esquisses à des codes pour nous permettre plus de flexibilité. Les deux pièces de bracelet sont modélisées sur Grasshopper avant de pouvoir moduler leur taille ainsi que l'inclinaison de nos seconds doigts.

Les objets que nous obtenons sur grasshopper forment des Brep uniques donc des maillages plus précis permettant un meilleur passage à l'impression 3D. Nous développons un second code qui nous permet de réaliser des maillages à partir de volumes dessinés sur Rhino. Ces maillages sont plus légers et leur optimisation réduit le temps d'impression. En comparant deux modèles de rotule, l'un ayant été maillé sur Grasshopper et l'autre non, on constate que le premier comporte moins d'imperfections à l'impression et une meilleure solidité.

p.14

En haut. Algorithme Grasshopper
Bracelet 2.

En bas Algorithme Grasshopper Mesh



Bagues & Accroches

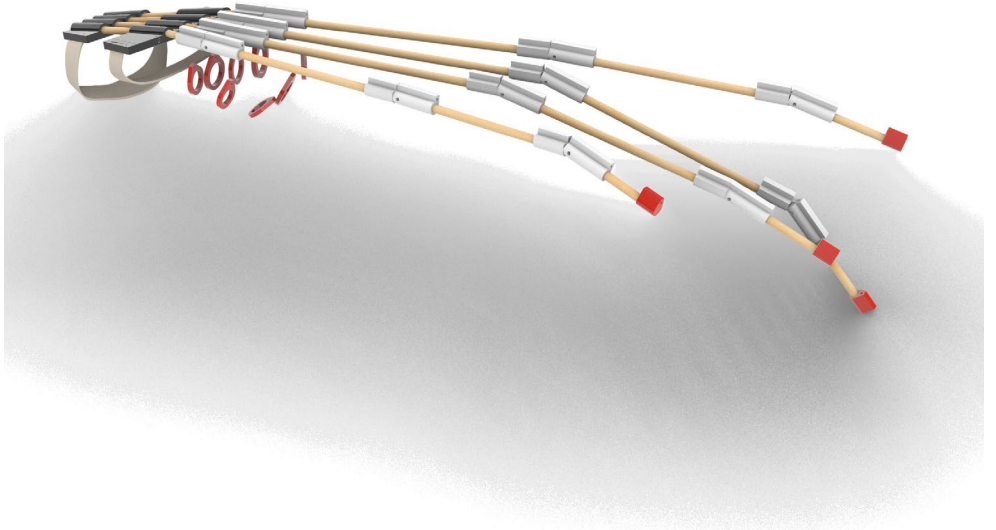
Des jointures entre fil et baguette

Les bagues et accroches représentent les autres articulations de la main. Elles permettent de contenir le mouvement des baguettes et de les lier entre elles. Ces articulations comprennent par ailleurs des entailles faisant passer les câbles tout en permettant le passage des câbles qui accordent le mouvement.

p.16

En haut. Différentes bagues et dimensions.

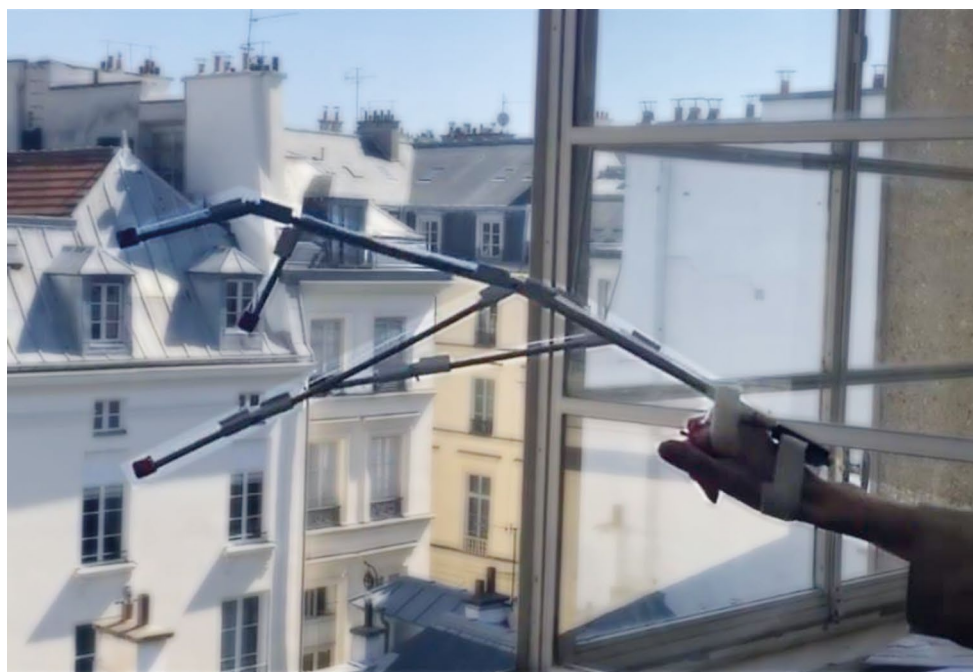
En bas. Accroche ou «Ongle» et dimensions.



Retour critique

Concevoir en faisant

Cet enseignement nous a aidé à affiner notre processus de conception. L'impression 3D nous force à adopter des géométries rigoureuses et la modélisation paramétrique nous semble aujourd'hui être le meilleur outil pour y parvenir. Travailler à échelle humaine nous a permis de mieux comprendre les mouvements de nos corps dans l'espace puisque notre projet fonctionne par analogie avec l'anatomie humaine. Cet exercice nous a révélé l'importance de la fabrication dans la conception et l'utilité du prototypage. Nous intégrions rarement les moyens et les méthodes de production de nos projets dans leur conception alors que ceux-ci influencent grandement le produit final. Concevoir en faisant fut déstabilisant au début puisque nous projetions in abstracto. Nous concluons que l'impression 3D est un très bon outil de prototypage, surtout pour des pièces pas ou peu structurelles. Le temps d'impression est un temps que l'on peut consacrer à d'autres tâches. L'instabilité de cet outil ne nous a pas handicapé puisque nous avons conçu nos pièces en fonction de la machine. L'avenir de l'impression 3D dans l'industrie du bâtiment est toujours flou mais l'imprimante 3D dans le cadre de production de maquette nous semble très utile.



Retour critique

Modèle final

Après avoir assemblé le modèle final, nous avons encore certains lacunes à combler.

Le mouvement n'était pas très bien contrôlé et cela pour deux raisons principales. Le premier fil de nylon que nous avons sélectionné a été étiré après l'assemblage du modèle et a dû être serré sur un fil plus rigide et plus fin.

D'autre part lors de l'optimisation finale et de la réduction des volumes plastiques, nous n'avons pas pleinement pris en compte la fragilité des objets d'impression 3D. Pour améliorer la prothèse, il est nécessaire d'augmenter l'épaisseur du plastique de la rotule et de décaler l'excentricité pour faciliter le mouvement.

En revanche, la partie bracelet était trop large, ce qui n'était pas très bon en termes d'esthétique et d'économie de matériaux.

En résumé, le modèle final bougeait et transférait le mouvement du corps vers le mécanisme de la prothèse, cependant, il avait besoin d'être affiné pour les raisons que nous avons mentionné.