



Stage ingénieur Impression 3D d'une emboiture pour prothèse myoélectrique

Enseignant référent: Fabrice CELARIE
Tuteur de stage: Nicolas HUCHET
Etudiant: Gaëtan PARISOT

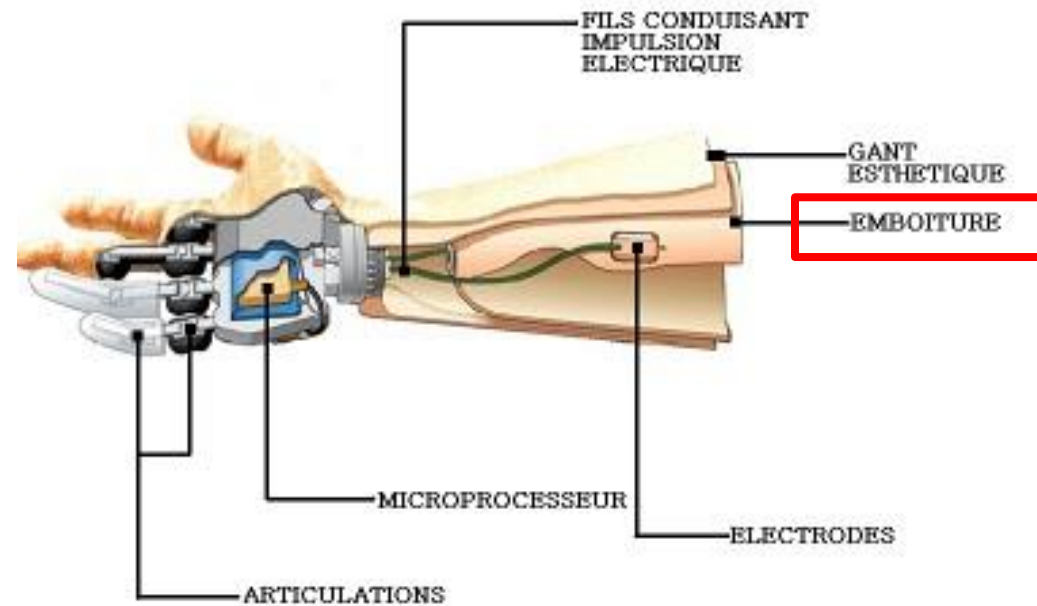
Sommaire

- ▶ Présentation
- ▶ Objectifs
- ▶ Cahier des charges
- ▶ Expérimentations
- ▶ Durée & coût du projet
- ▶ Autres projets
- ▶ Conclusion



Présentation - Prothèse myoélectrique

- ▶ Une emboiture sur-mesure
- ▶ Signaux myoélectrique
- ▶ Un coût élevé (10 000 à 60 000€)
- ▶ Pas accessible dans le monde



Présentation - My Human Kit



Bionicohand



Cabinet OPR

Présentation - La demande

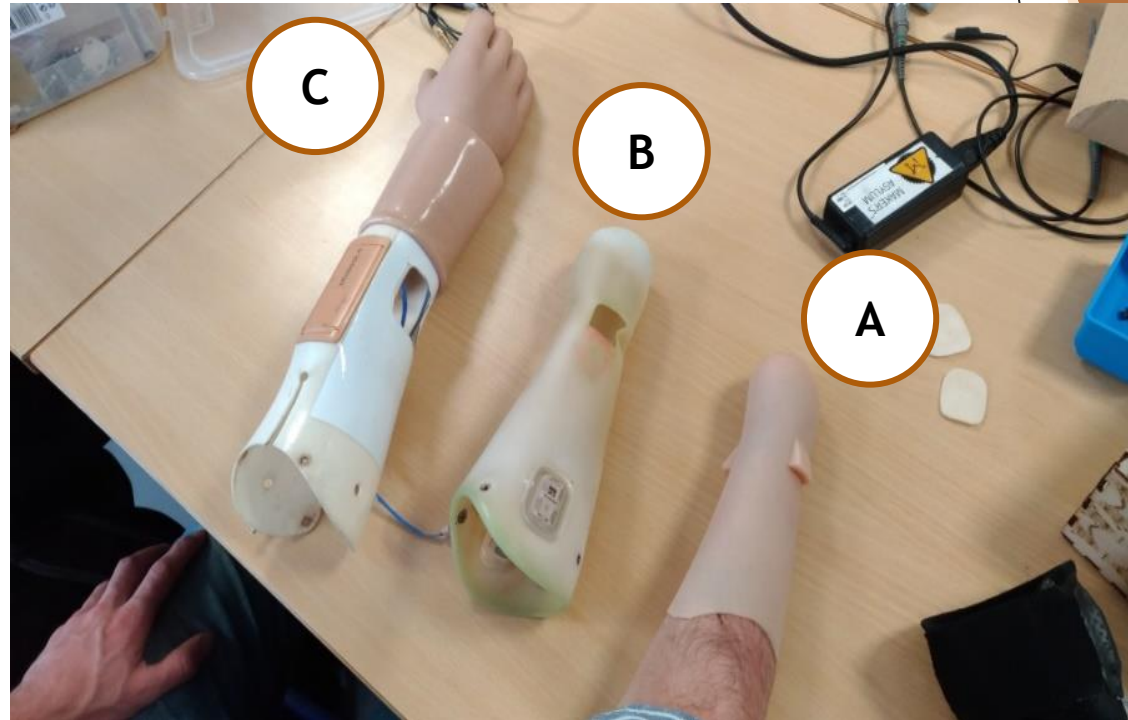
- ▶ France: 10 millions de personnes en situation de handicap
- ▶ Monde: 80 % des personnes amputées vivent dans des pays en voie de développement

Sources : INSEE / Handicap International

Objectifs

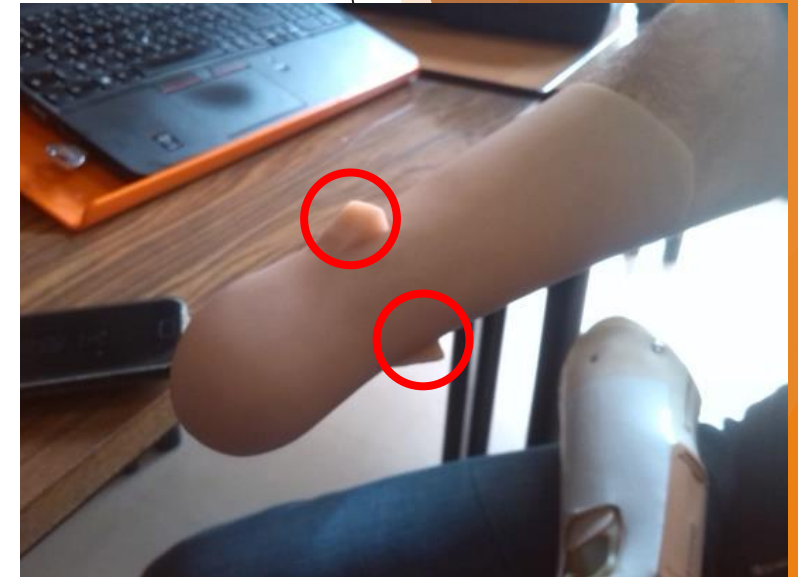
- A. Manchon silicone
- B. Fût souple: électrodes
- C. Fût rigide: batterie (800€) + main électronique (6 000€)

- ▶ Emboiture simple
- ▶ Emboiture myoélectrique
- ▶ Veille technologique des scanners 3D
- ▶ Documenter les recherches



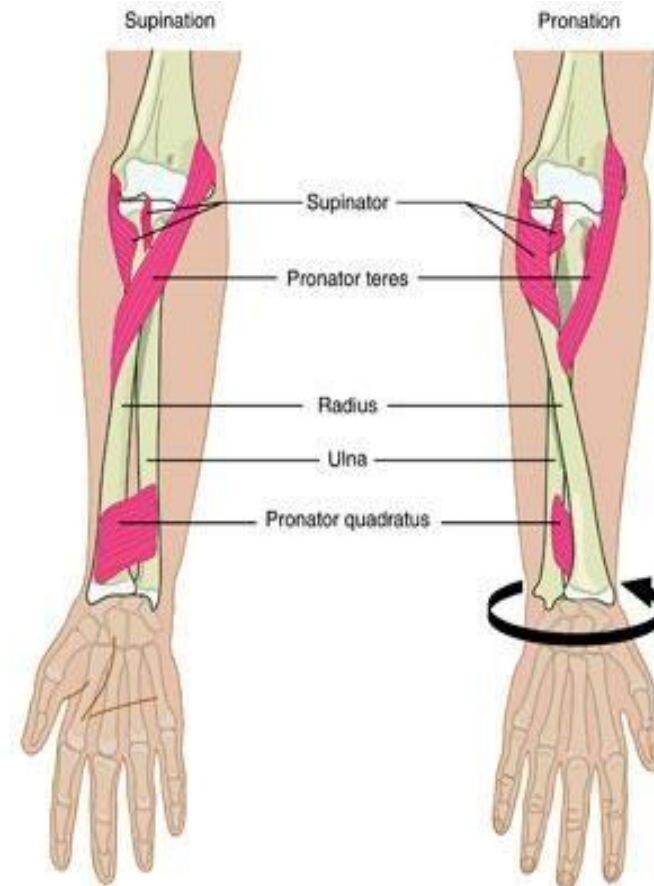
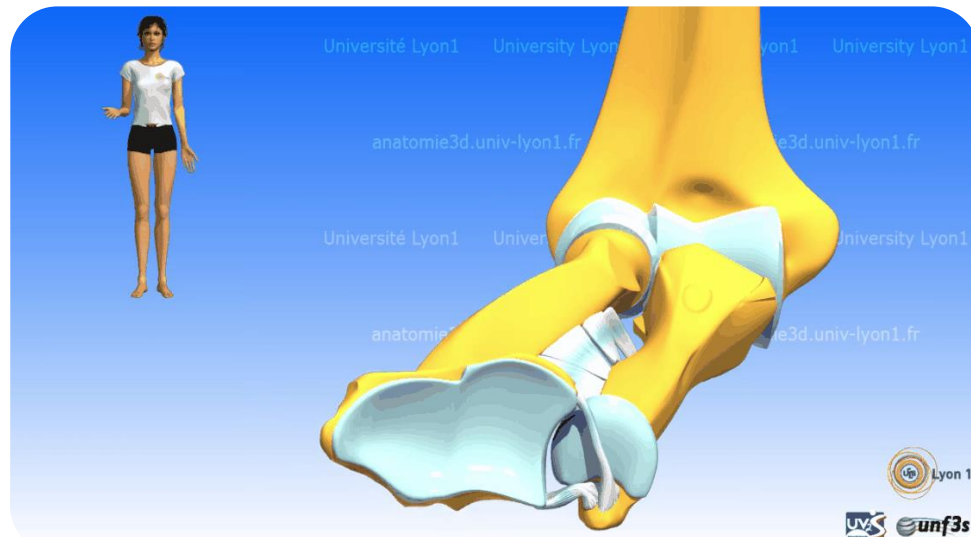
Cahier des charges - Aspects Techniques

- ▶ Insertion des composants électroniques
- ▶ Intégration du poignet
- ▶ Deux ouvertures pour les ergots

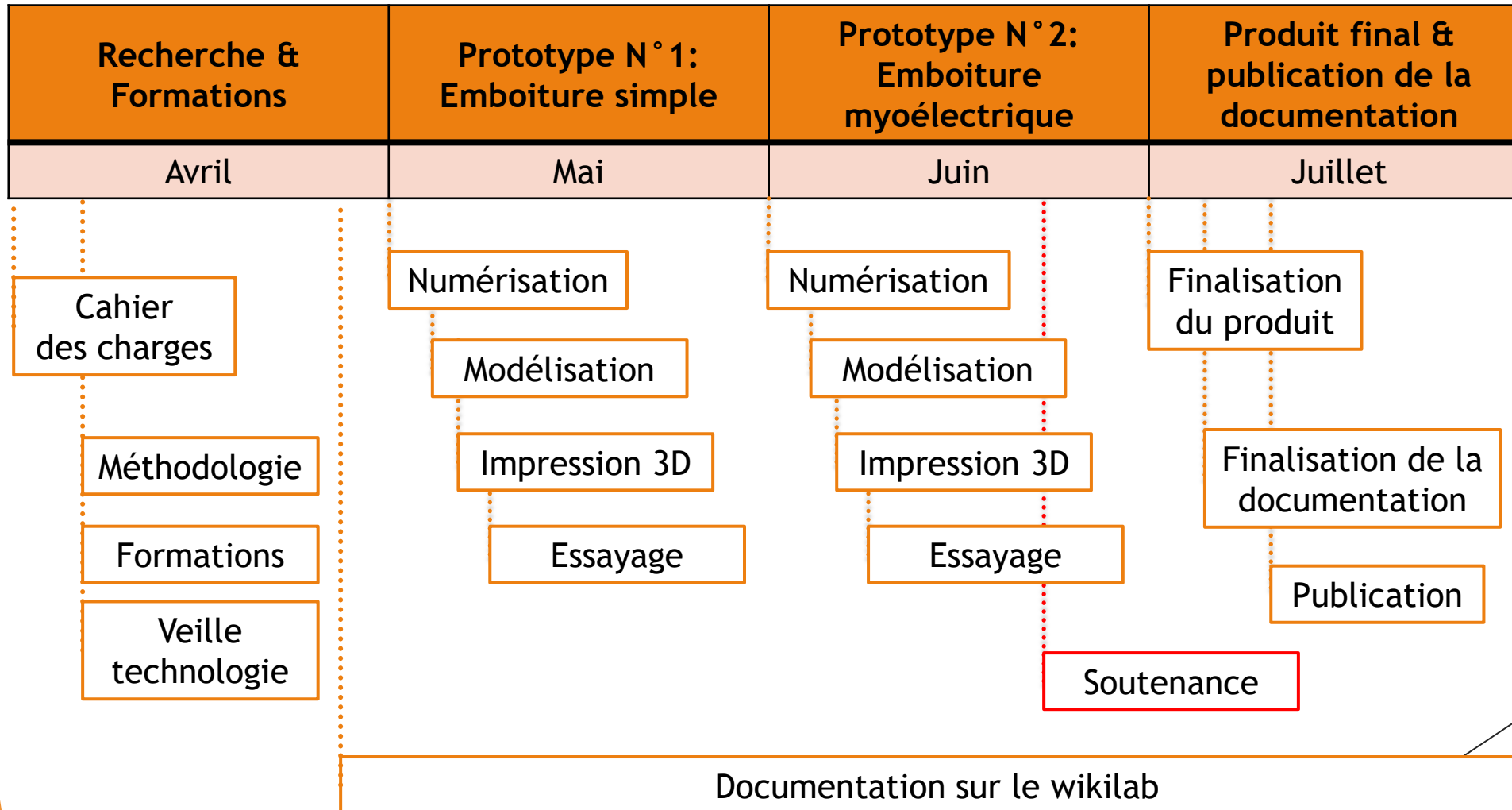


Cahier des charges - Aspects Médicales

- ▶ Morphologie du moignon
- ▶ Pronosupination (rotation) du poignet dans l'emboiture.



Cahier des charges - Planning prévisionnel



Expérimentation - Matériels disponibles

► Imprimantes 3D:



microDelta Rework
450€

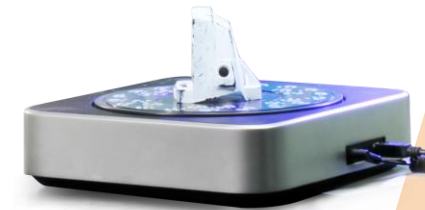


Bicéphale
2 300€

► Scanners 3D:



iSense
500€

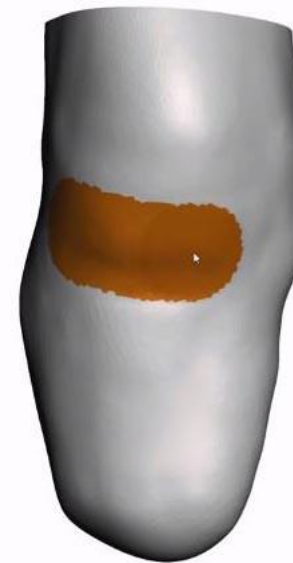


Einscan Pro
5 500€



Expérimentation - Matériels disponibles

- ▶ Autodesk Fusion 360
- ▶ Autodesk Meshmixer
- ▶ Prosthetic Design - Autodesk Design Academy



Expérimentation - Méthodologie



1) Cahier des charges



2) Numérisation 3D



3) Modélisation 3D



4) Impression 3D



5) Ajustement

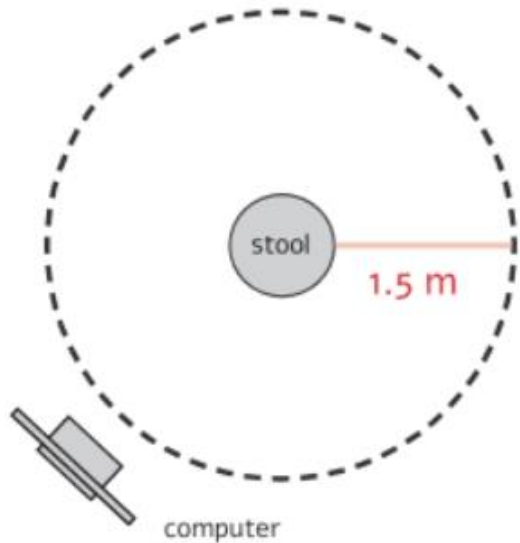


6) Essayage + Test

Retouches 3D

Expérimentation - Numérisation

► Scanner 3D: iSense



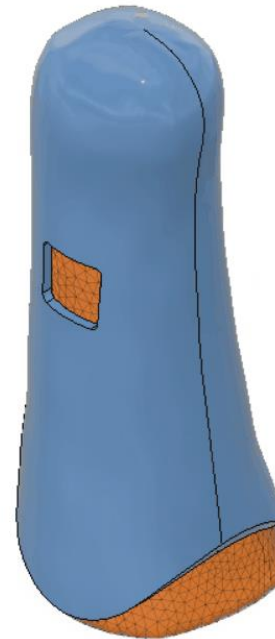
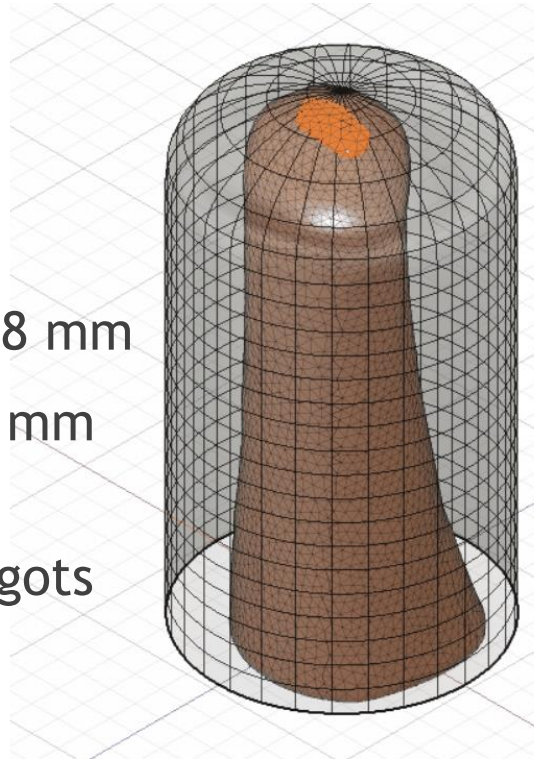
Expérimentation - Nettoyage

- ▶ Autodesk Meshmixer



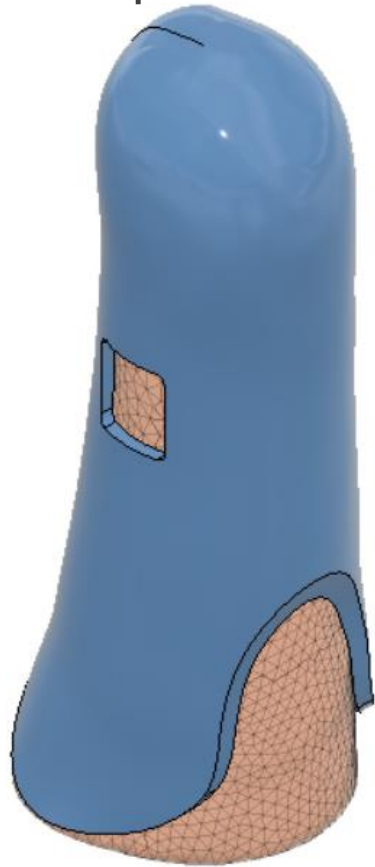
Expérimentation - Modélisation 3D

- ▶ Autodesk Fusion 360
- ▶ Ecart entre moignon/emboiture: 0,8 mm
- ▶ Epaisseur emboiture: 3 mm
- ▶ Deux ouvertures sur l'emboiture pour les ergots

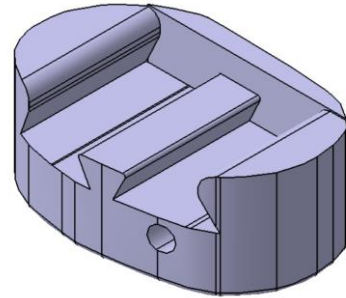


Expérimentation - Modélisation 3D

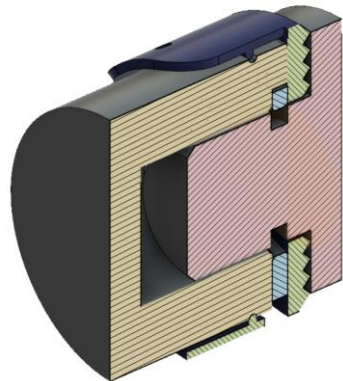
► Opération booléenne



+



► INSA Rennes 1



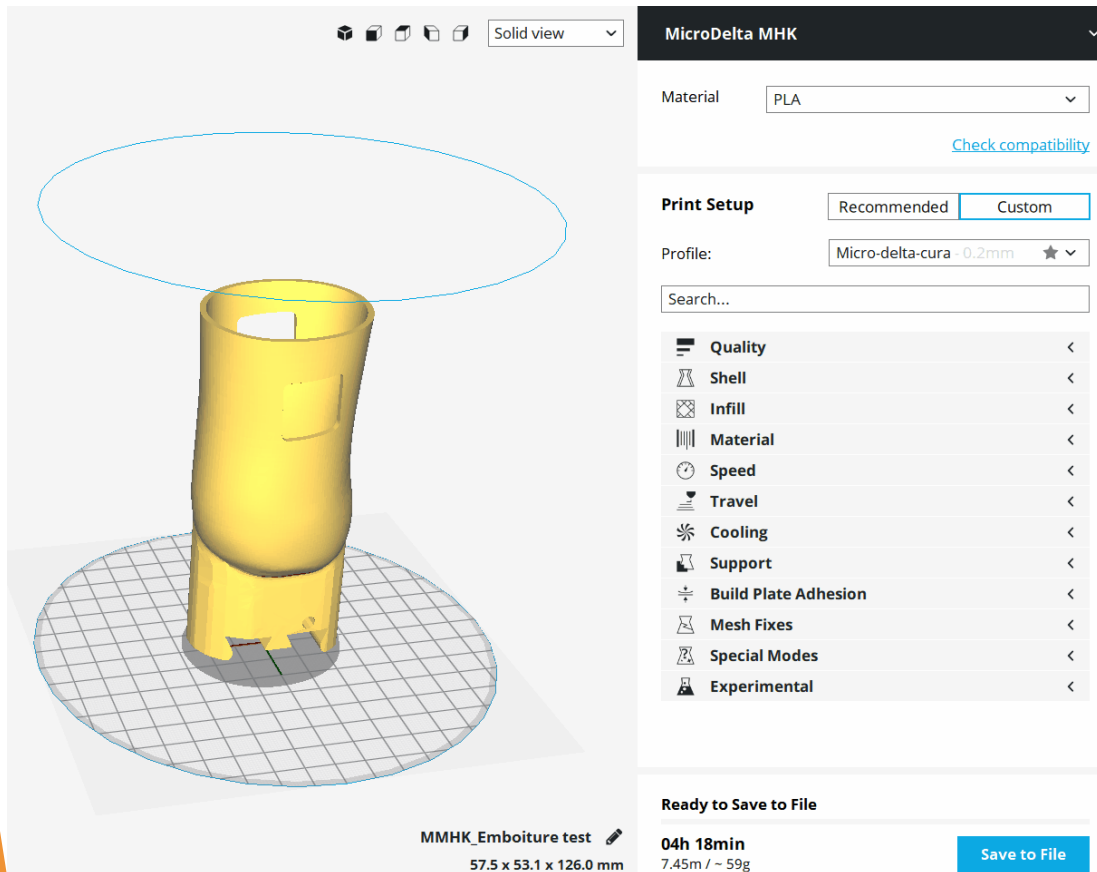
► Autres poignets

=



Expérimentation - Slicer/Impression 3D

► Logiciel de tranchage (Slicer): CURA



Expérimentation - Emboiture simple V1

► Impression 3D: 4h



Expérimentation - Emboiture simple V2



► Impression 3D: 10h



Expérimentation - Emboiture simple V2



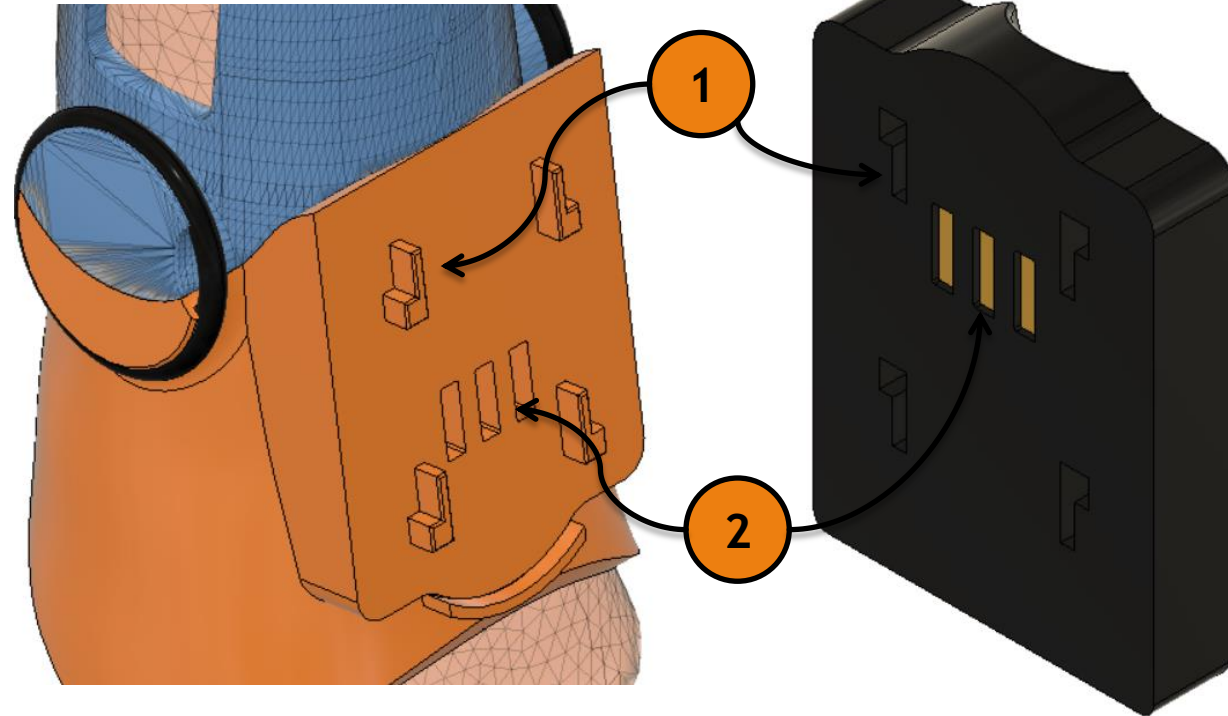
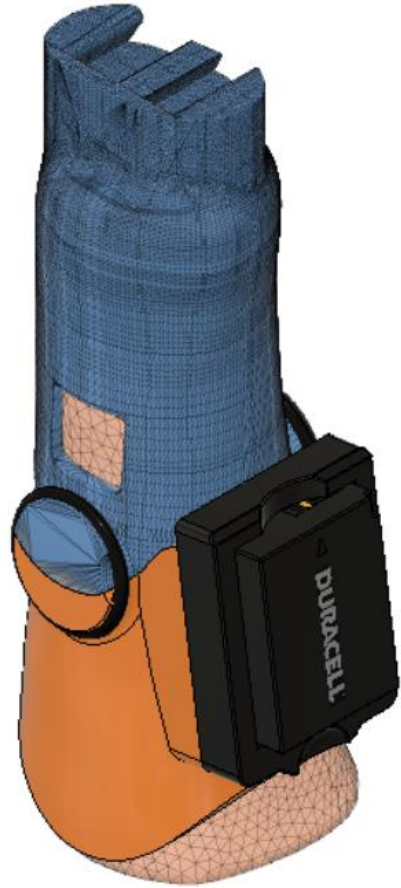
Expérimentation - Emboiture simple V2



Expérimentation - Emboiture simple V2



Expérimentation - Emboiture myoélectrique (en cours de réalisation)

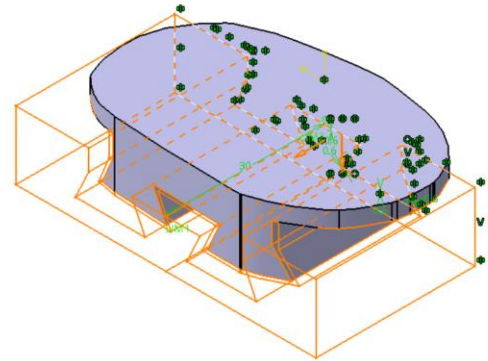


1. Encoches de fixation
2. Connecteurs

Expérimentation - Difficultés rencontrées

► Scanner 3D/Impression 3D

- Calibration/ Ajustement
- Ajustement du poignet.
- Influence taux de remplissage



- Température du matériau
- Rugosité du matériau



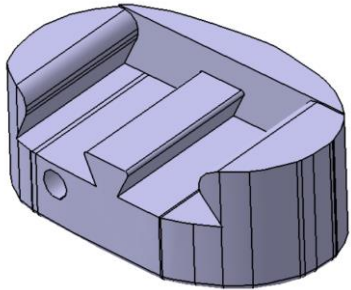
260°C 255°C 240°C



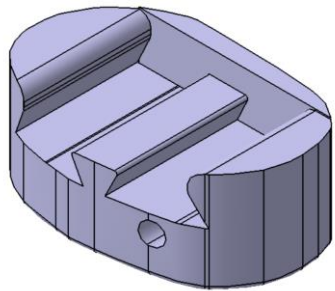
Expérimentation - Difficultés rencontrées

► Gestion de projets

- Ancienne version
- Retard scanner 3D



Version 1



Version 2

Gaëtan PARISOT - parisotgaetan@hotmail.fr



Durée & coût du projet

- ▶ R&D: 420h et 1 312,5€ (3,75€/h)
 - ▶ Impression 3D de prototypes: 64h et 71,61€
- Coût total R&D: 1 384,11€
- ▶ Coût total d'une emboiture simple imprimée en matériau plastique fibre carbone (150 gr) -> 15 €

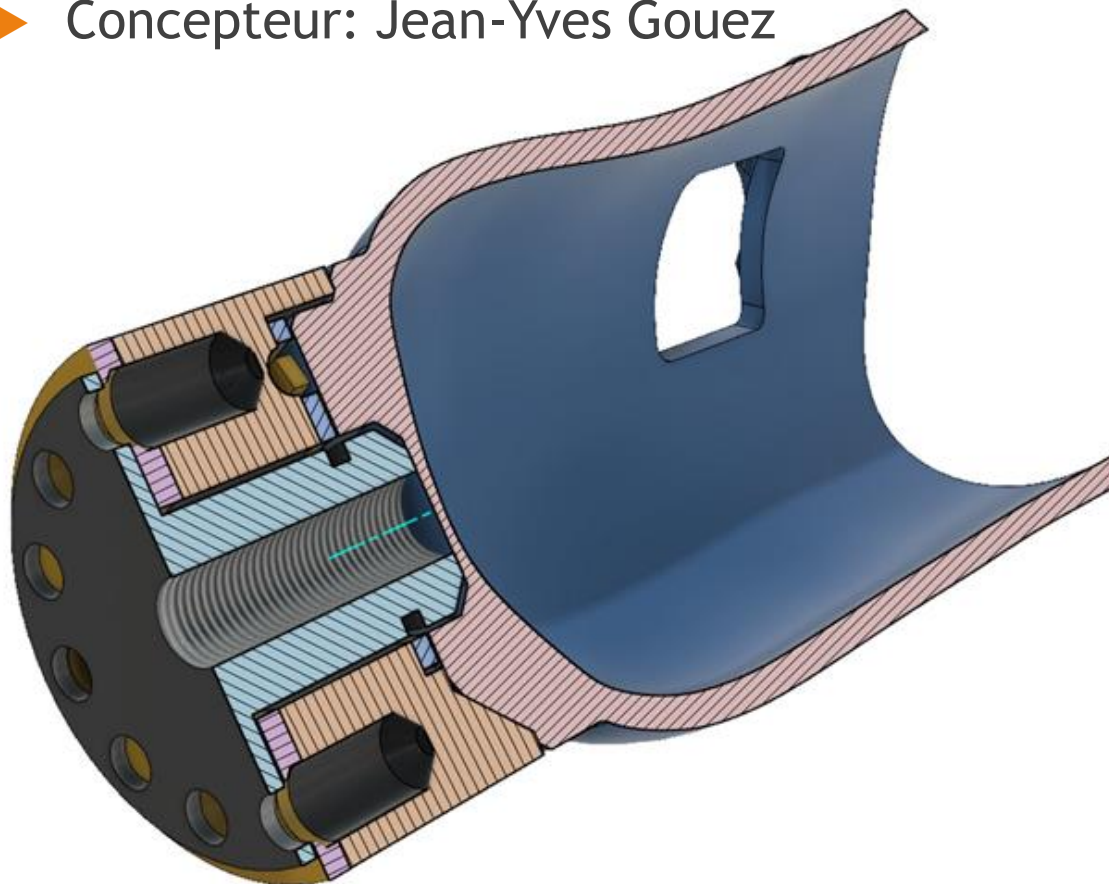
Retour utilisateur

- + Facile à imprimer dans un Fablab
- + Peu coûteux
- + Ouvre de nombreuses possibilités de fabrication d'aides techniques (support outil...)
- Pas de retour sur un usage quotidien
- Fragilité du plastique
- Peu d'information sur la compatibilité cutané

Autres projets - Poignet



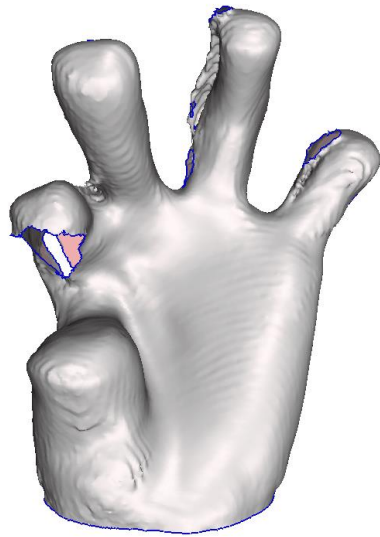
► Concepteur: Jean-Yves Gouez



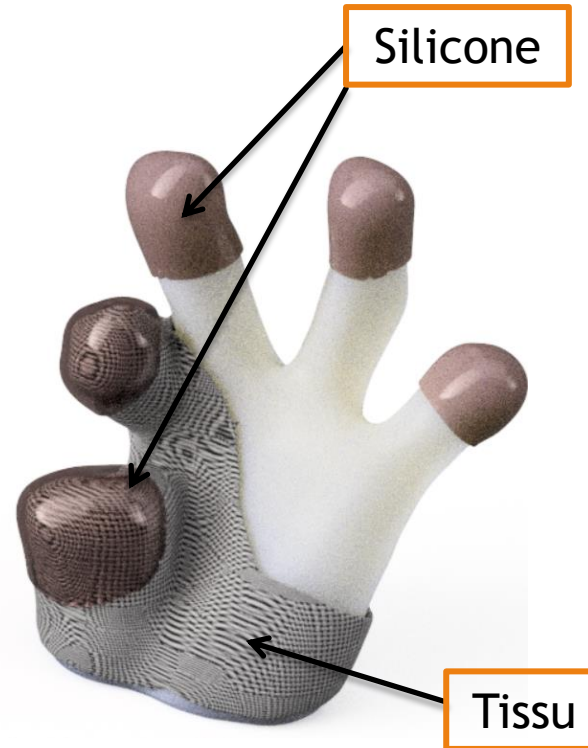
Autres projets - Prothèse de doigt



▶ Moulage



▶ Numérisation



▶ Modélisation 3D (ébauche)

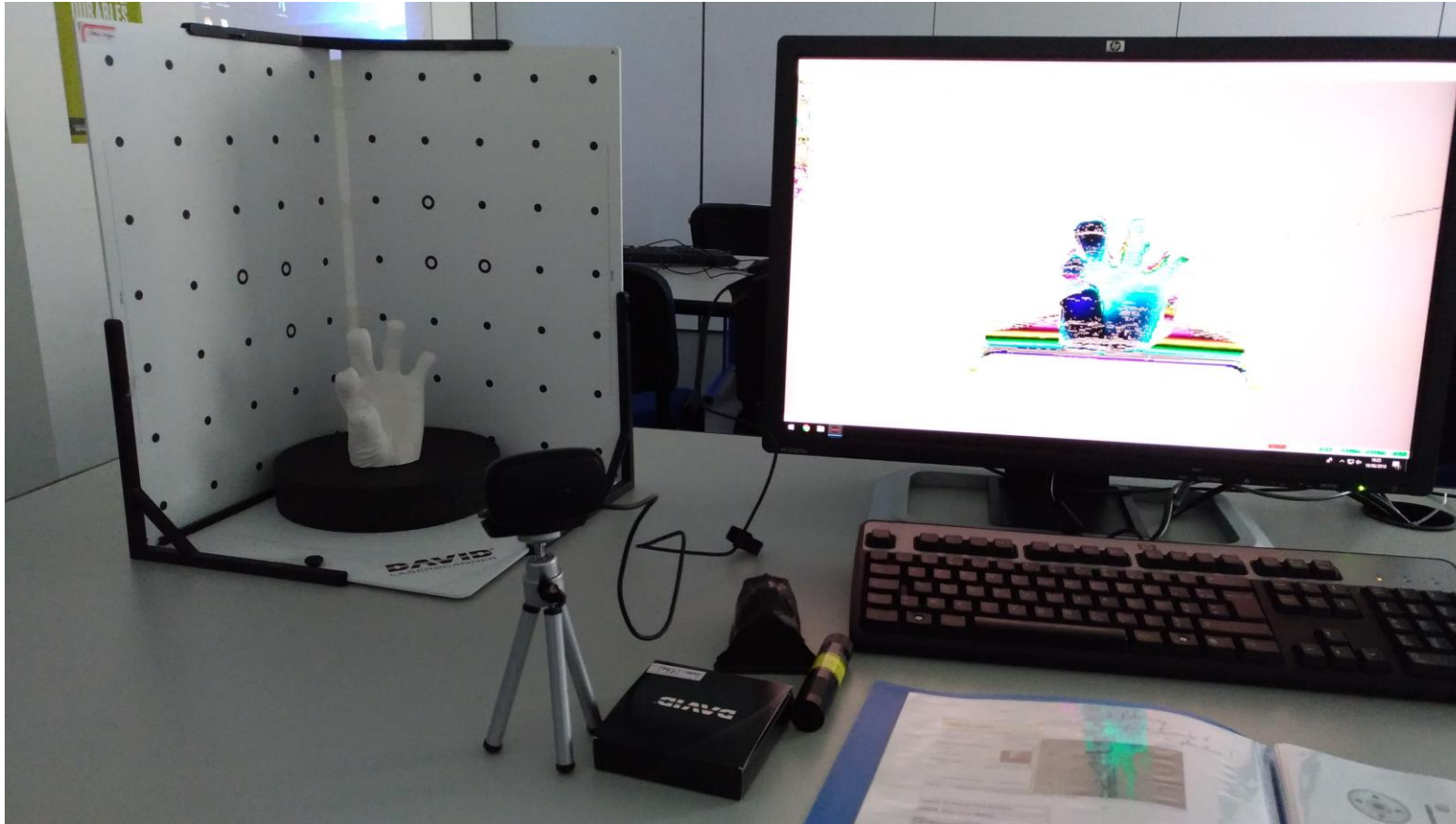


▶ « Knick's prosthetic finger »

Open Source

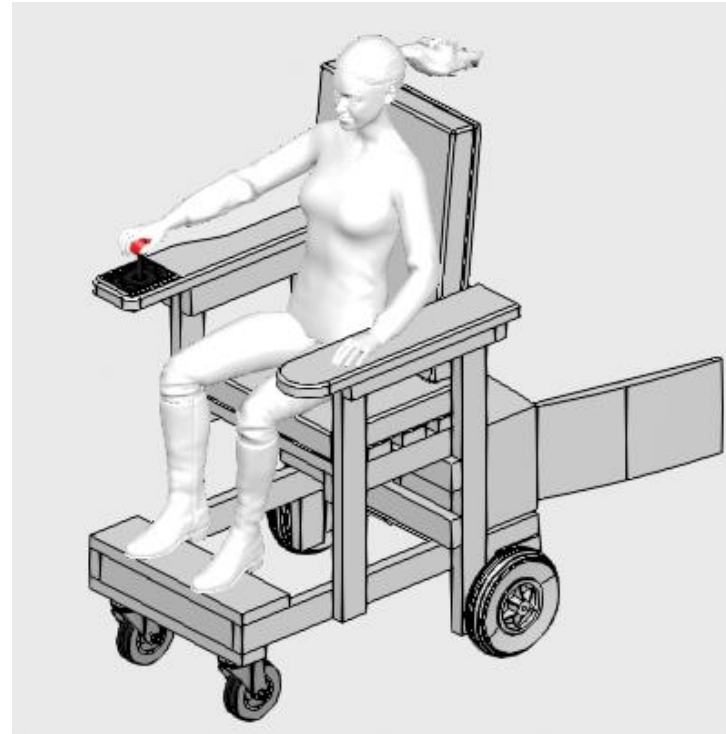
Autres projets - Prothèse de doigt

- ▶ Numérisation laser (PMT) : David-Laser



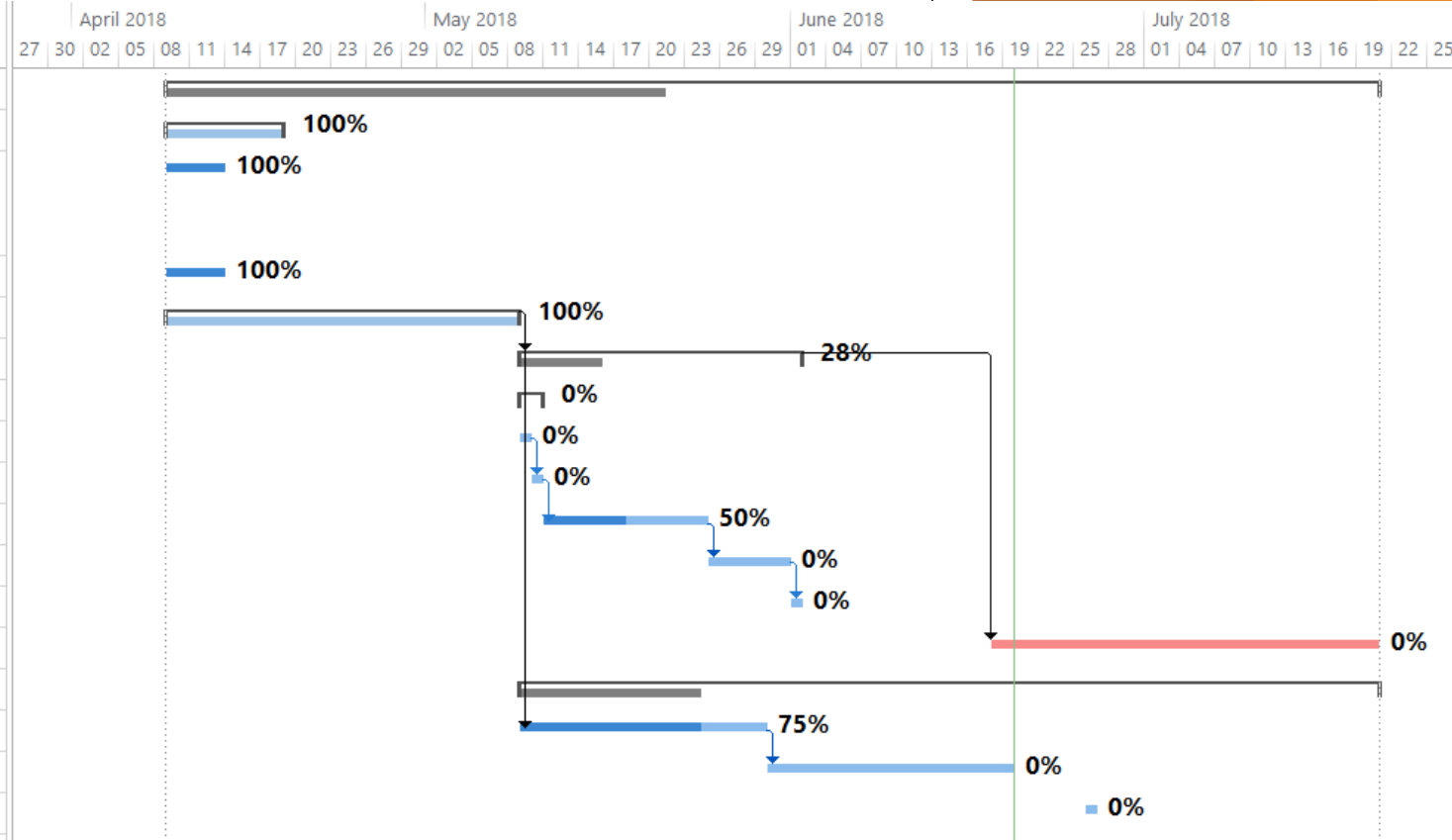
Autres projets - Open Wood Chair

- ▶ Suivi de projet sur 3DExpérience



Conclusion - Travaux en cours

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
🚀	↳ Projet My Human Kit	75 days	Mon 09/04/18	Fri 20/07/18
✓	↳ Formations	8 days	Mon 09/04/18	Wed 18/04/18
✓	↳ Cahier des charges - Emboiture de Nicolas - (Techniques & Médical)	5 days	Mon 09/04/18	Fri 13/04/18
✓	↳ Etat de l'art technologie	5 days	Mon 09/04/18	Fri 13/04/18
✓	↳ Emboiture simple	22 days	Mon 09/04/18	Tue 08/05/18
	↳ Emboiture fut rigide	18 days	Wed 09/05/18	Fri 01/06/18
	↳ Numérisation 3D	2 days	Wed 09/05/18	Thu 10/05/18
	↳ Scan 3D moignon Nicolas	1 day	Wed 09/05/18	Wed 09/05/18
	↳ Nettoyage des scans 3D	1 day	Thu 10/05/18	Thu 10/05/18
	↳ Modélisation 3D - Fusion 360	10 days	Fri 11/05/18	Thu 24/05/18
	↳ Impression 3D	5 days	Fri 25/05/18	Thu 31/05/18
	↳ Essayage emboiture	1 day	Fri 01/06/18	Fri 01/06/18
📅	↳ Emboiture myoélectrique finale	25 days	Mon 18/06/18	Fri 20/07/18
🚀	↳ Documentation - Wikilab	53 days	Wed 09/05/18	Fri 20/07/18
	↳ Emboiture simple	15 days	Wed 09/05/18	Tue 29/05/18
	↳ Emboiture fut rigide	15 days	Wed 30/05/18	Tue 19/06/18
📅	↳ Soutenance de stage	1 day	Tue 26/06/18	Tue 26/06/18



- ▶ Continuer la conception de la prothèse myoélectrique
- ▶ Documenter les recherches sur le wikilab (open-source)

Conclusion - Personnel/Professionnel

- ▶ Expérience: technique/humain
- ▶ Pédagogie/Formation
- ▶ Expérimentation: pays en voie de développement
- ▶ Futur partenariat PMT/My Human Kit
- ▶ Projet en mécatronique



Remerciements



▶ My Human Kit:

- Nicolas HUCHET
- Yohann VERON
- L'équipe & les bénévoles

▶ PMT Rennes:

- Nicolas VIGNERON
- Erwan BOUGUENNEC
- Fabrice CELARIE
- Guy PECHEUL