



CENTRE COLLÉGIAL DE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE EN ORTHÈSES PROTHÈSES
ET ÉQUIPEMENTS MÉDICAUX

L'IMPRESSION 3D: UNE TECHNOLOGIE D'INTÉRÊT POUR UNE PRATIQUE INNOVANTE

EDITH MARTIN, PH.D., CHERCHEURE

BIOGRAPHIE



Édith Martin est diplômée de l'École Polytechnique de Montréal au doctorat en génie métallurgique ainsi qu'à la maîtrise recherche en génie biomédical.

Elle travaille au Collège Mérici depuis 2011 où elle a d'abord enseigné en Techniques d'orthèses et de prothèses orthopédiques le cours de « Propriétés des matériaux ».

En 2011, elle a aussi intégré les rangs de TOPMED, où elle a d'abord été consultante en recherche, aujourd'hui occupant le poste de chercheure.

Ses compétences en recherche scientifique et en gestion de projets dans plusieurs domaines (biomatériaux, biotechnologies environnementales, orthèses et prothèses) sont des atouts pour TOPMED dans la réalisation de projets d'innovation technologique.

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1) TOPMED

- a. Mission de TOPMED
- b. Services offerts
- c. Financement
- d. Expertises et équipements
- e. Projets en cours et réalisés

2) L'impression 3D

- a. Description du fonctionnement des différentes technologies
- b. Applications dans le domaine de l'OP
- c. Étude de cas: orthèse pédiatrique tibio-pédieuse
- d. Conclusions

MISSION DE TOPMED

- * Soutenir les entreprises et organismes québécois des secteurs **orthèses, prothèses** et équipements médicaux par:
 - ✓ l'innovation,
 - ✓ le développement
 - ✓ le transfert technologique
- * Contribuer au rehaussement de la formation collégiale dans ces secteurs

SERVICES OFFERTS

* Développement technologique

- Évaluation
- Conception
- Fabrication

Développement d'un nouveau produit

Amélioration d'un procédé de fabrication

* Soutien technique

- Modernisation
- Mise à niveau technologique

Conception et gestion de projets

Intégration et implantation de nouvelles technologies

* Formation et information

- Perfectionnement
- Formation sur mesure

Formation sur mesure pour entreprises

Formation de professeurs et étudiants

FINANCEMENT

Les collaborations avec TOPMED sont admissibles à certains programmes de crédits et de financement:

*** Crédit d'impôt**

- Crédit d'impôt pour services d'adaptation technologique
- Crédit d'impôt pour la recherche scientifique et le développement expérimental (RS&DE)

*** Aide financière**

- Programmes de subventions provinciaux et fédéraux
- Aide pour la réalisation de projets de recherche, de valorisation et de transfert de technologie

EXPERTISES ET ÉQUIPEMENTS

Biomécanique – Analyse de la démarche

- * Allée de marche
- * Boitiers de capture vidéo HD (Roxio)
- * Capteurs inertiels pour analyse de mouvement (Xsens)
- * Capteurs de pression plantaire (Tekscan)



EXPERTISES ET ÉQUIPEMENTS

Scanneurs pour la prise de mesures anthropométriques

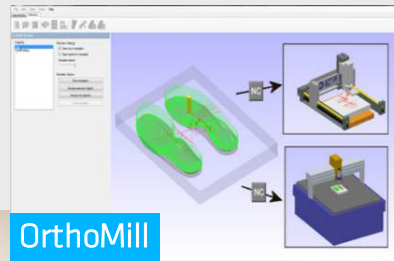
- * Creaform
- * Kinect v2
- * Structure
- * iQube



EXPERTISES ET ÉQUIPEMENTS

Logiciels et équipements pour CFAO

- * Logiciels d'acquisition et de rectification (Msoft, iQube)
- * Logiciels de conception Solidworks, OrthoModel et Rhinoceros
- * Logiciel de CFAO Rodin 4D et OrthoMill
- * Fraiseuses Rodin 4D et à commande numérique (CNC)



EXPERTISES ET ÉQUIPEMENTS

Développement et évaluation d'équipements

- * Équipements médicaux et de soutien à l'autonomie
- * Procédés de fabrication
- * Laboratoires d'évaluation et de recherche
- * Laboratoires de fabrication



- * Expertises:

- Orthèses et prothèses
- Mécanique et biomécanique
- Matériaux



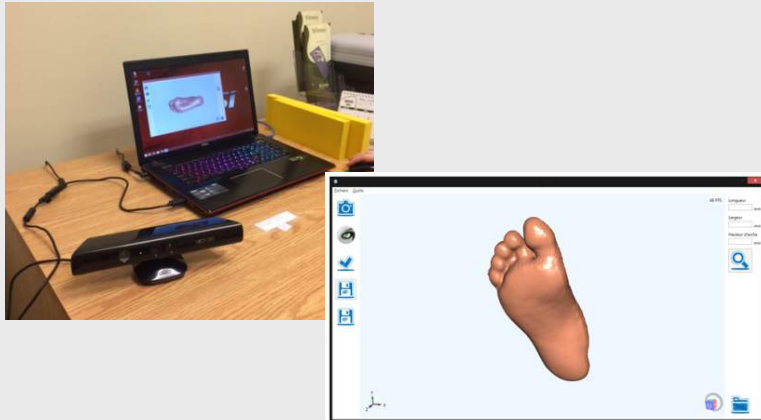
Moulage d'une emboîture fémorale

PROJETS

Système KiFS

Vtechlab - <http://www.vtechlab.com/#!kifs/clv>

- * Système d'acquisition 3D pour la fabrication d'orthèses plantaires
- * TOPMED, en collaboration avec le Centre de robotique et de vision industrielles (CRVI), a accompagné l'entreprise pour le développement et les essais du système



Orthèse Turbomed

turbomedorthotics.com

- * Orthèse pour pied tombant portée à l'extérieur de la chaussure
- * TOPMED a accompagné les inventeurs pour la conception, la fabrication de prototypes, le choix des matériaux et les essais mécaniques



PROJETS

- Développement d'une plate-forme intégrée d'analyse de la démarche
- Analyse comparative de résistance du système Bed-aid M
- Étude du recyclage de plâtre dans les laboratoires d'orthèses et prothèses
- Développement d'une barre d'aisance
- Développement d'une chaise d'aisance multifonctionnelle



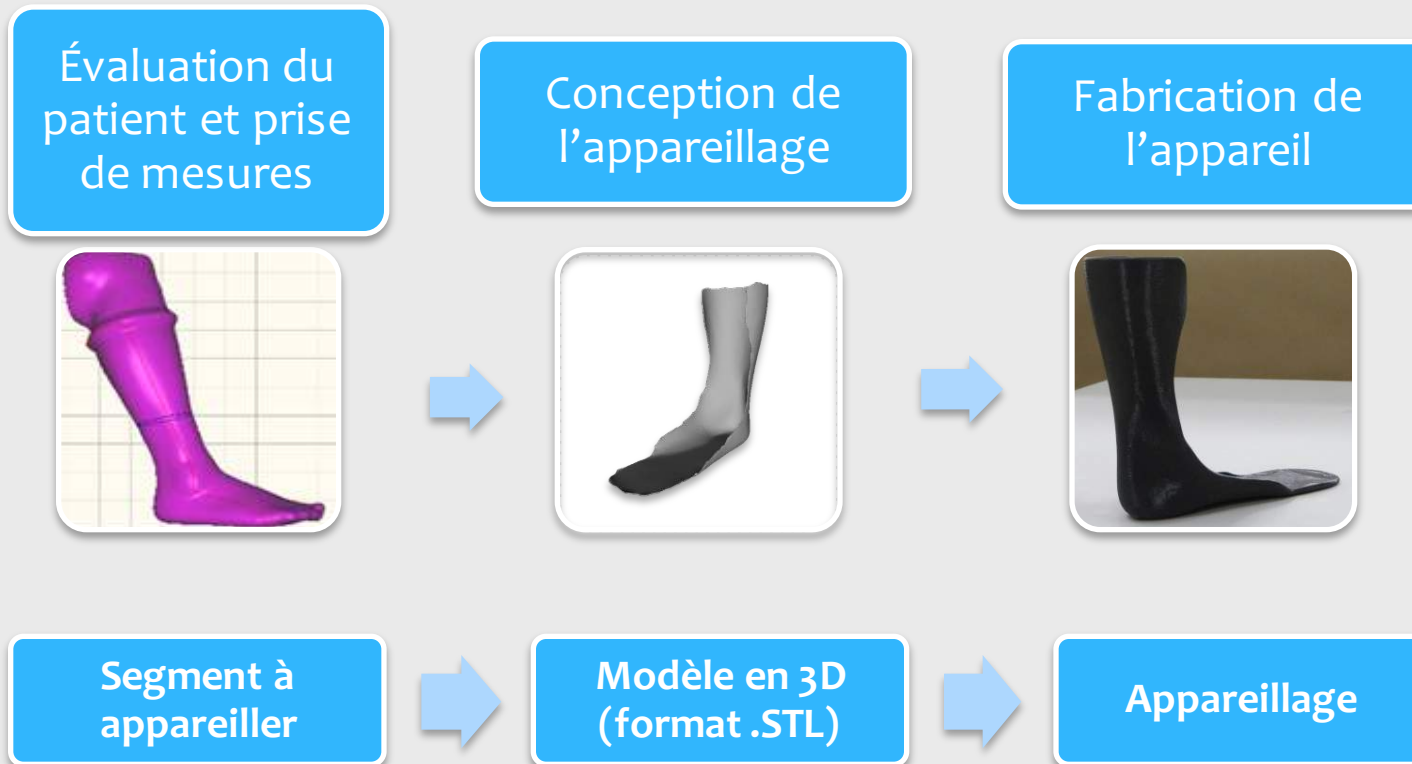
PROJETS

- Développement d'une nouvelle orthèse d'étirement progressif
- Développement d'une semelle intelligente pour la mesure de la pression plantaire
- Développement d'un protocole d'essais pour implants orthopédiques personnalisés
- Centre d'excellence en développement de solutions de soutien à domicile
- Numérisation de la prise de mesures pour la confection de vêtements compressifs



IMPRESSION 3D OU FABRICATION ADDITIVE

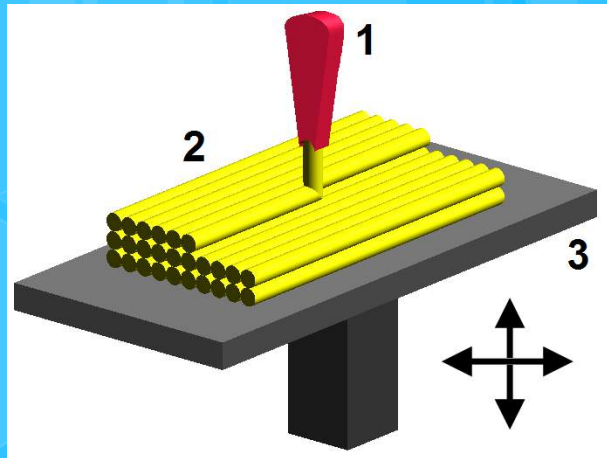
Transformation d'un modèle 3D en une forme réelle par assemblage de couches successives de matériaux



TECHNOLOGIE DÉPÔT DE FIL FONDU

Fused deposition modeling (FDM)

- * Fil de polymère chauffé expulsé par une buse (1) déposé sur la passe précédente ou le matériau de support (2)



Zureks - commons.wikimedia.org/wiki/File:FDM_by_Zureks.png



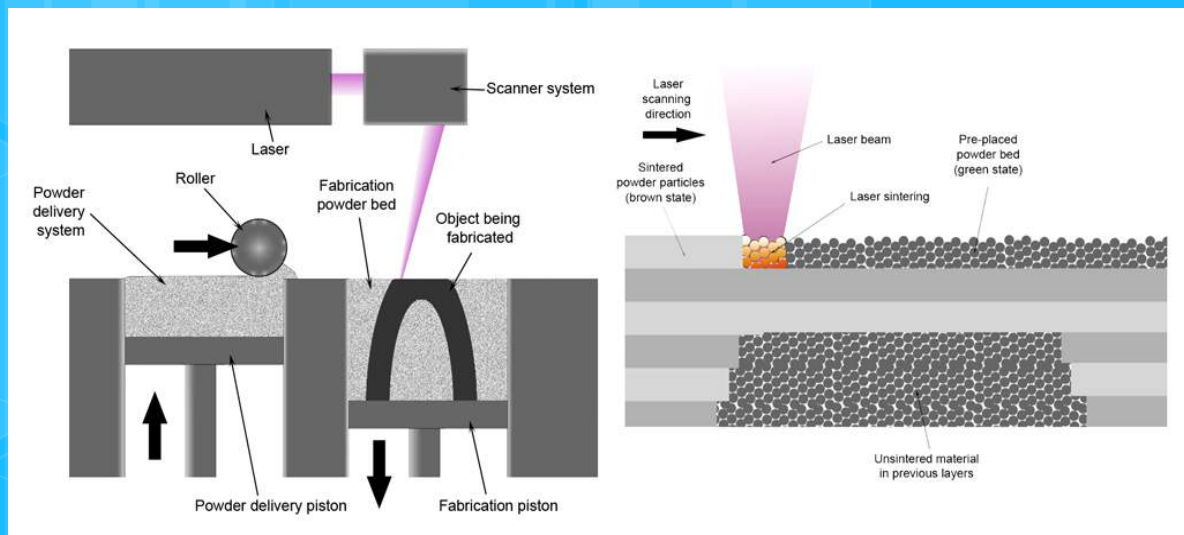
Mike Lee - www.flickr.com/photos/curiouslee/2576425013/in/photostream/

TECHNOLOGIE

FRITTAGE SÉLECTIF PAR LASER

Selective laser sintering (SLS)

- * Fusion par laser de couches successives de poudre thermoplastique



Materialgeeza - commons.wikimedia.org/wiki/File:Selective_laser_melting_system_schematic.jpg

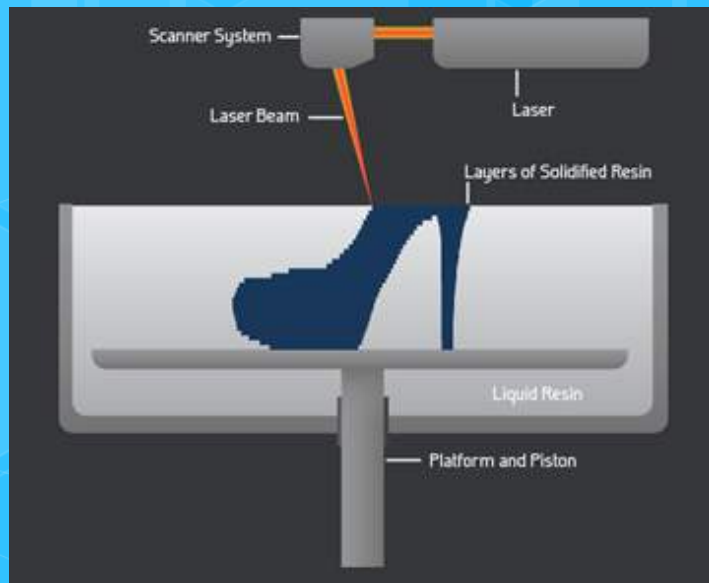
TOPMED

Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

TECHNOLOGIE STÉRÉOLITHOGRAPHIE

Stereolithography (SLA)

- * Durcissement par laser de couches successives de polymère liquide



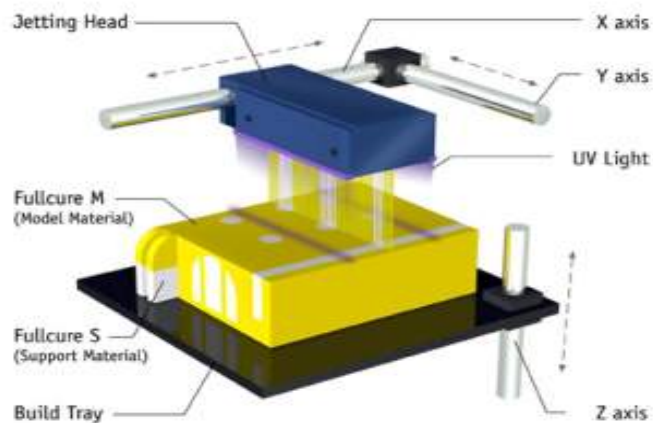
proto3000.com/stereolithography-sla-rapid-prototyping-process.php



3DBenchy - www.flickr.com/photos/creative_tools/17345089792

TECHNOLOGIE POLYJET

Déposition de couche très mince de photopolymère durcie par UV



The Objet PolyJet Process

3D additive fabrication
www.3daddfab.com/technology/

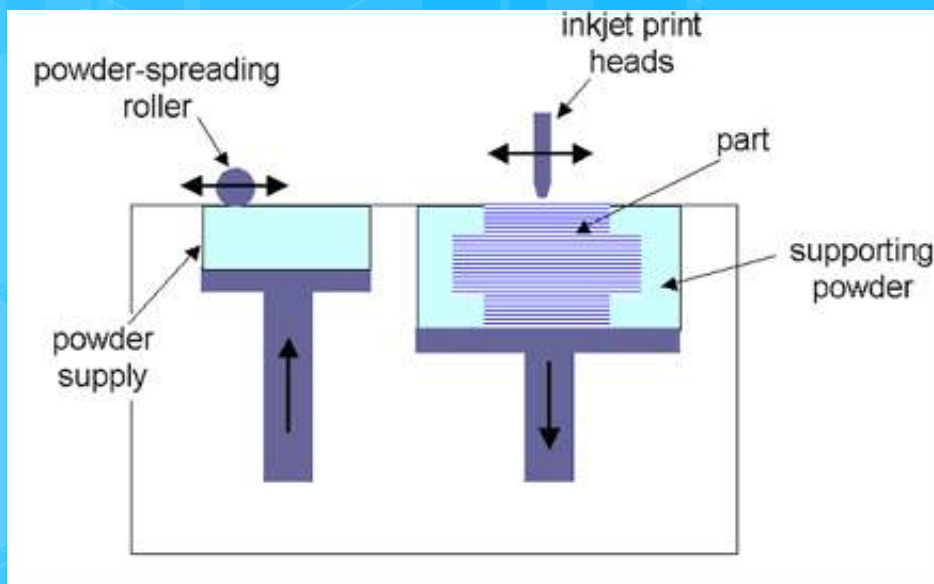


[usglobalimages.stratasys.com/Image%20Gallery/3d_printed_hair
brush_prototype.jpg?v=635460327849450417](http://usglobalimages.stratasys.com/Image%20Gallery/3d_printed_hair_brush_prototype.jpg?v=635460327849450417)
Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

TECHNOLOGIE

IMPRESSION À JET D'ENCRE

Fines couches de plâtre liées par la projection de minuscules gouttes de liant



Rapid prototyping center - www.rpc.msoe.edu/machines_zcorp.php



Design Engineering

<http://www.design-engineering.com/cad-cam/identity-of-canadian-wwi-soldier-discovered-using-3d-printing-27024/>

Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

COMPARAISON DES TECHNOLOGIES D'IMPRESSION 3D

Précis	SLA	SLS	FDM	Jet d'encre	Moins précis
Résistance élevée	FDM	SLS	SLA	Jet d'encre	Résistance plus faible
Surface lisse	SLA	SLS	FDM	Jet d'encre	Surface rugueuse
Prix abordable	Jet d'encre	FDM	SLA	SLS	Prix élevé
Rapidité	Jet d'encre	SLS	SLA	FDM	Fabrication lente

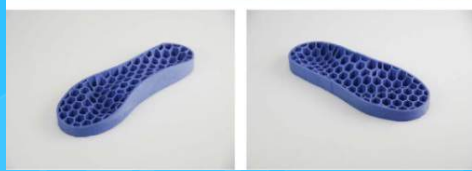
SLA : Stéréolithographie
SLS : Frittage par laser sélectif
FDM : Dépôt de fil fondu

APPLICATIONS EN OP

Exemples de types d'appareillages

- * Orthèses plantaires
- * Orthèses tibio-pédieuse
- * Orthèses d'immobilisation / Exosquelette / Corset
- * Prothèses tibiale, de main, de bras
- * Esthétiques : couverture de prothèses, anaplastologie

ORTHÈSES PLANTAIRES



<http://cargocollective.com/kathleenodonnell/design/Pressure-Reducing-Orthotic>



<http://www.sols.com/>



<http://www.delcam.ca/>



<http://www.3dorthotics.com.au/>



<http://www.3ders.org/articles/20121022-glasgow-unveiled-world-most-advanced-3d-model-of-the-human-foot.html>



<http://www.podfo.com/#&panel1-1>

TOPMED

Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

ORTHÈSES TIBIO-PÉDIEUSES



<http://www.thingiverse.com/thing:446538>



http://www.mhoxdesign.com/generative_orthoses-en.html



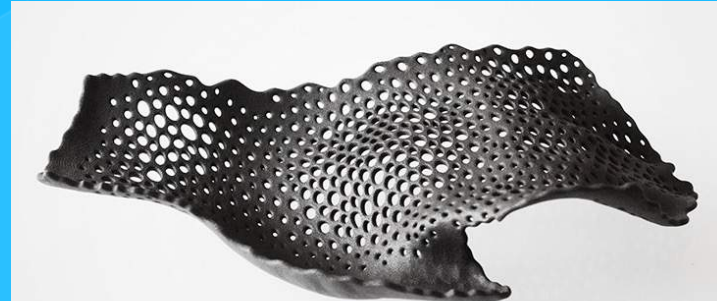
<http://www.acnr.co.uk/2015/01/researchers-develop-3d-printed-foot-orthotics/>

EXOSQUELETTE / CORSET / IMMOBILISATION



Exosquelette
pour enfant

<http://andiamo.io/>



http://www.mhoxdesign.com/generative_orthoses-en.html



<http://unyq.com/>



<http://www.evilldesign.com/cortex>



Copyright © 2015 TOPMED, tous droits réservés.

PROTHÈSES



http://www.oandp.com/articles/2014-07_01.asp



Prothèse
robotisée

<http://www.openbionics.com/>



<http://enablingthefuture.org/>

Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

TOPMED

ESTHÉTIQUES



Anaplastologie

<http://www.frippdesign.co.uk/>

Couvre-prothèses
esthétiques



TOPMED

<http://unyq.com/>

Copyright © 2015 TOPMED, Tous droits réservés.

FABRICATION D'UNE AFO – MÉTHODE TRADITIONNELLE

Avantages

- * Peu coûteuse
 - * Environ 55\$ en matériaux
 - * Environ 100\$ en main d'œuvre
- * Rapidité du processus
 - * Environ 4h en clinique et fabrication (excluant les « temps morts »)

Inconvénients

- * Nécessite beaucoup de fournitures et matériaux
- * Génère beaucoup de déchets
- * Difficile avec les enfants qui bougent et les patients spastiques
- * Rentabilité en lien direct avec l'expérience et la rapidité de l'orthésiste

FABRICATION D'UNE AFO – FABRICATION ADDITIVE

Avantages

- * Rapidité d'acquisition de la prise de mesures
- * Moins de matériel et déchets
 - * Pas de plâtre et autres fournitures
 - * Matériaux nécessaires seulement
 - * Plus besoin de positif
 - * Pas de nettoyage = plus de clinique pour les cliniciens
- * Fabrication automatisée
 - * Entre 2 et 6 heures d'impression de façon autonome (selon la technique)

Inconvénients

- * Coûteuse
 - * Entre 200\$ et 500\$ de fabrication (en sous-traitance)
 - * Possibilité d'acquérir les équipements, minimum 40000\$ d'investissement
- * **Le choix de la technique de fabrication et des matériaux doit faire l'objet d'une bonne réflexion**
- * Les outils pour faciliter la conception en OP n'ont pas encore été développés pour la majorité des appareillages
- * Grosse courbe d'apprentissage pour les cliniciens

CONCLUSIONS

LA FABRICATION ADDITIVE

Avantages

- * Rapide et précis
- * Possibilité d'intégrer des couleurs
- * Géométrie complexe possible
- * Diminution de déchets puisque le travail est numérique et par addition de matière
- * Appareillage sur mesure
- * Fabrication personnalisé à l'entreprise (sous-traitance ou acquisition d'équipements)

Inconvénients

- * Finition à travailler
- * Relativement coûteux
- * Propriétés des matériaux limitées et parfois imprévisibles
- * Demande une adaptation aux technologies informatiques (CFAO)

LA RÉALITÉ DE L'IMPRESSION 3D

Évaluation du patient et prise de mesures

- Scan
- Traitement des données



Conception de l'appareillage

- Génération de l'appareillage (d'une surface 2D en modèle 3D)
- Optimisation du design par analyses mécaniques (simulation)



Modification des modèles de simulation



Fabrication de l'appareil

- Fabrication par impression 3D
- Essais mécaniques pour valider les analyses mécaniques et la fonctionnalité de l'appareillage



Nouvel impression par fabrication additive



Segment à appareiller

Modèle en 3D (format .STL)

Appareillage

MERCI DE VOTRE ATTENTION!

QUESTIONS?



<http://www.openbionics.com/> et Disney