



INSTITUT // // // // //
DES SCIENCES ETIENNE
DU MOUVEMENT JULES
// // // // // MAREY



Délégation Régionale à la
Recherche et à la Technologie



Provence-Alpes-Côte d'Azur



La mécanique et le monde du VIVANT



Aix*Marseille
université



Sommaire

1- La plateforme TECHNOVALO-AIX

- Présentation de la structure
- Présentation des moyens techniques

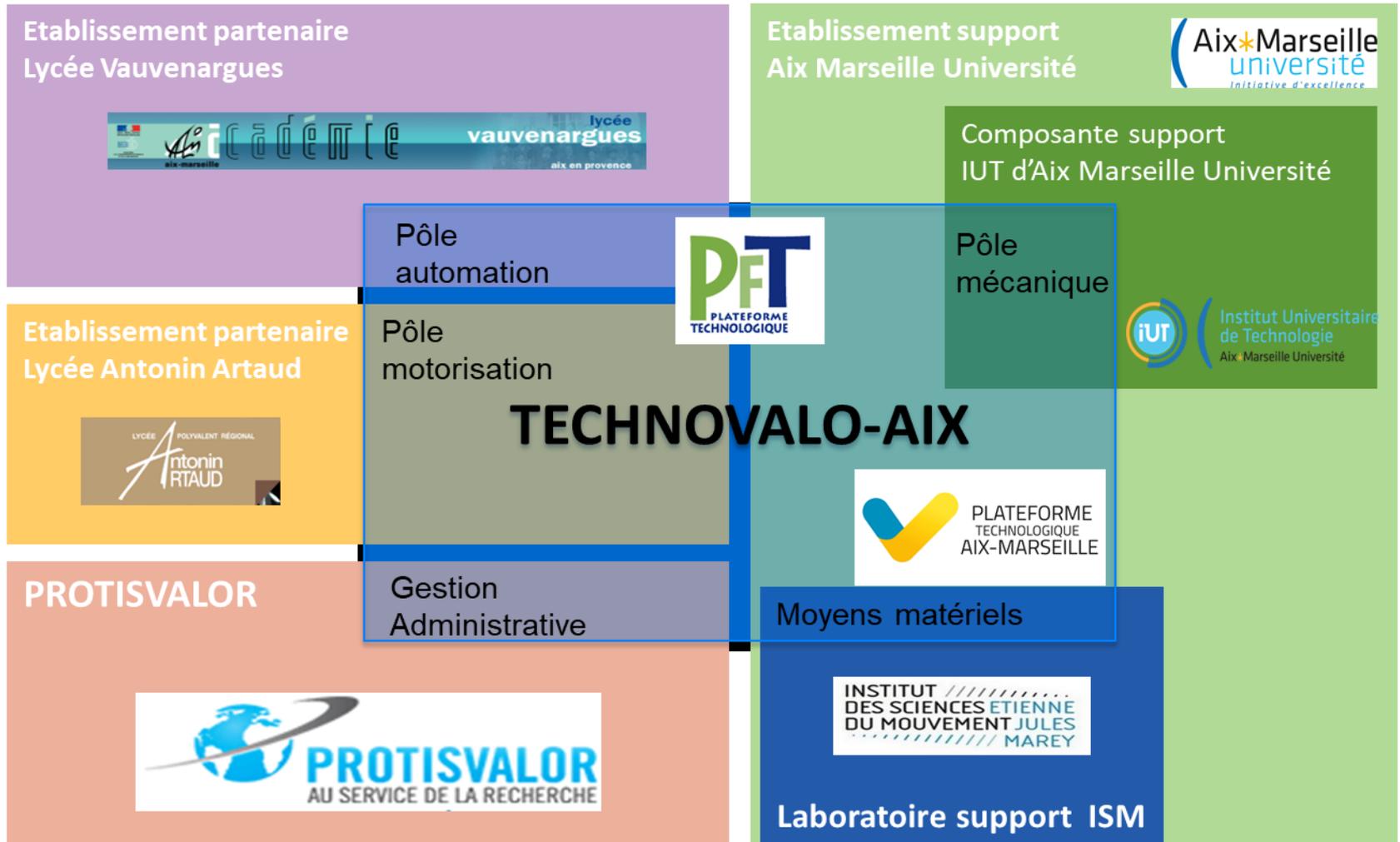
2- Réalisation de pièces bio-inspirée

- Récupération de la géométrie
- Fabrication de la pièce
 - Fabrication additive métallique
 - Fabrication enlèvement de matière
- Optimisation topologique bio-inspirée
- Parachèvement de la pièce

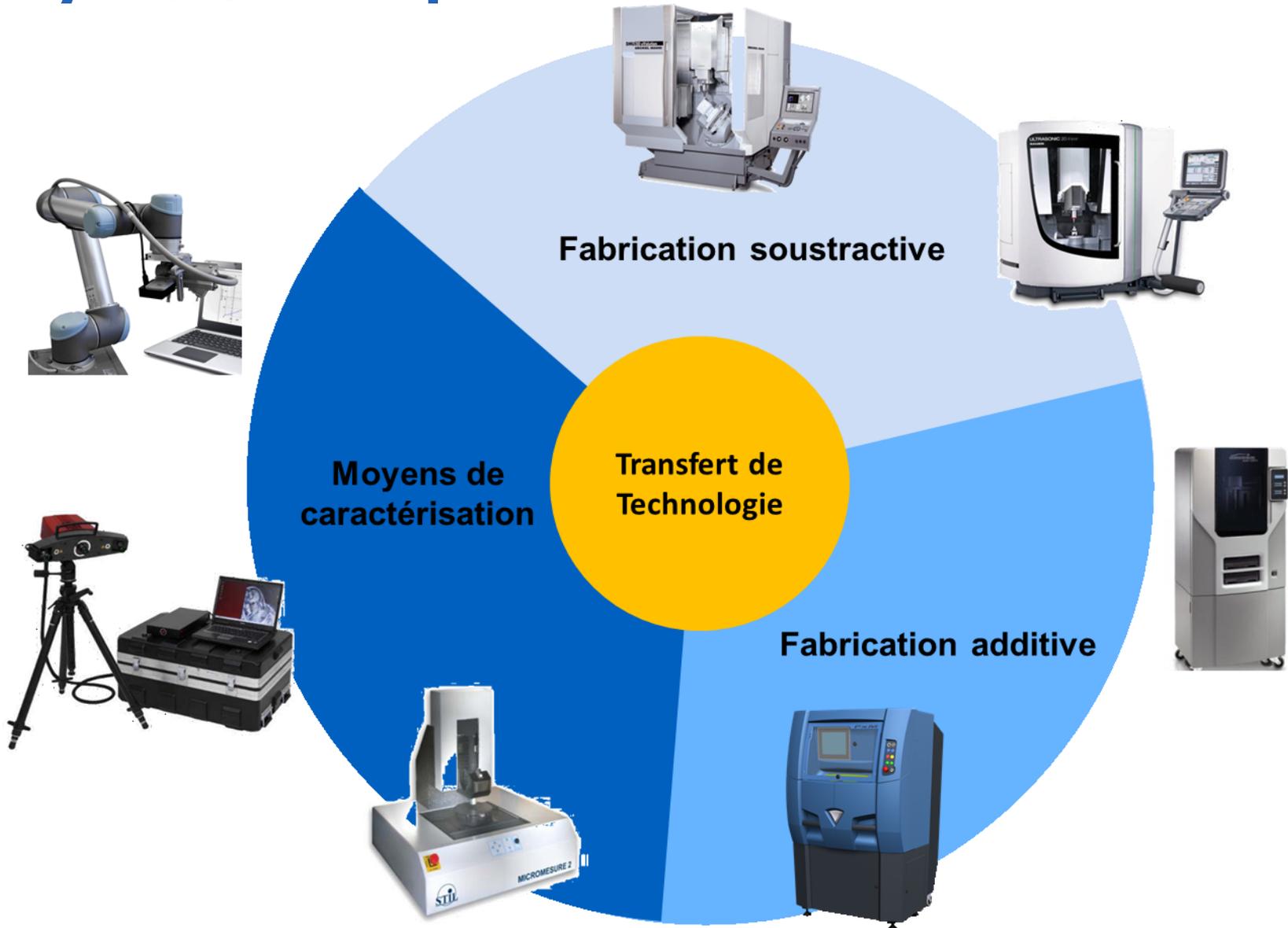
3- Contact et fonctionnement de la plateforme pour la réalisation de prestations

La plateforme **TECHNOVALO-AIX**

Structure de la plateforme



Moyens techniques



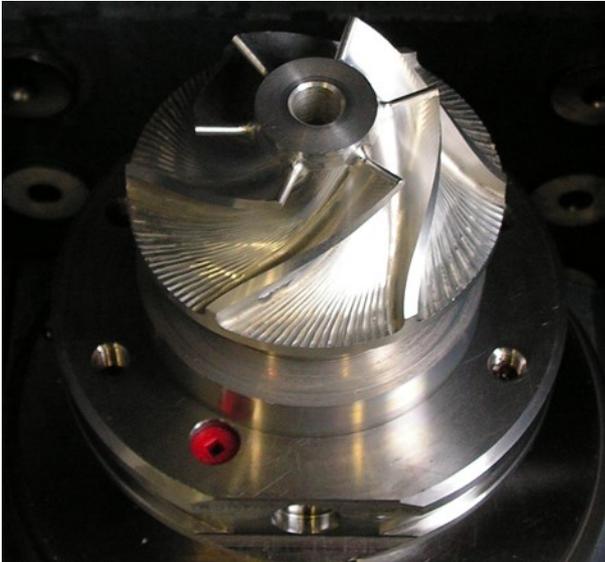
Fabrication Enlèvement de matière

Centre d'usinage 5 axes DMU 50 evo

Vitesse de broche : 18 000 tr/min

Vitesse de déplacement : 20 m/min

Volume de fabrication : 500x450x400 mm



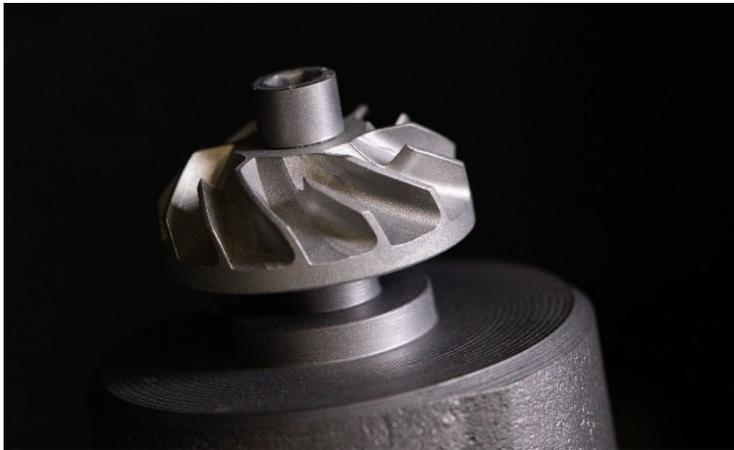
Matériaux : Aciers, Inox,
Aluminium, Plastique, Bois

Centre d'usinage 5 axes DMU US 20 linear

Vitesse de broche : 42 000 tr/min

Vitesse de déplacement : 40 m/min

Volume de fabrication : 200x200x200 mm



Matériaux : Aluminium → Verre
Super-alliages métalliques

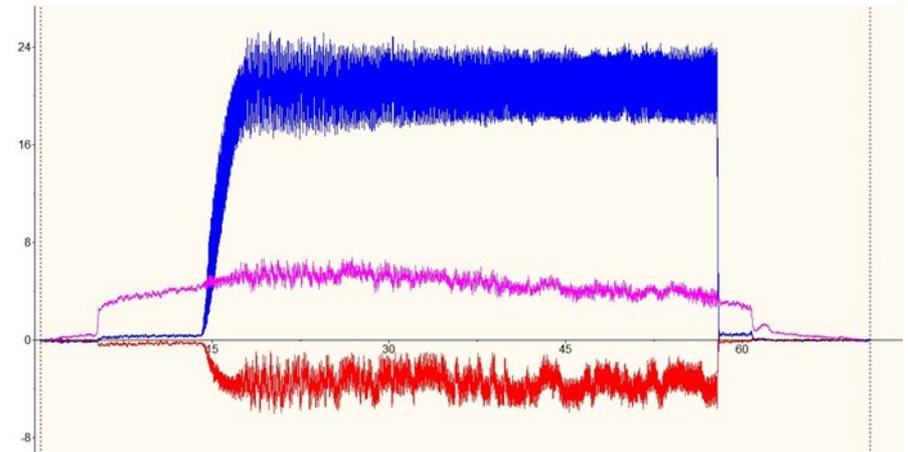
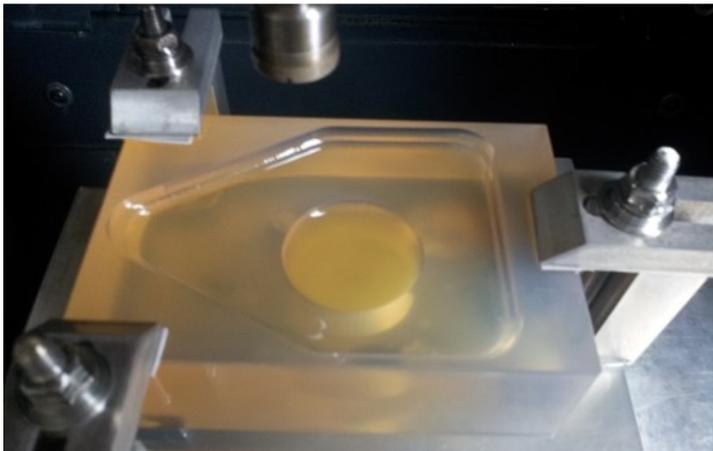
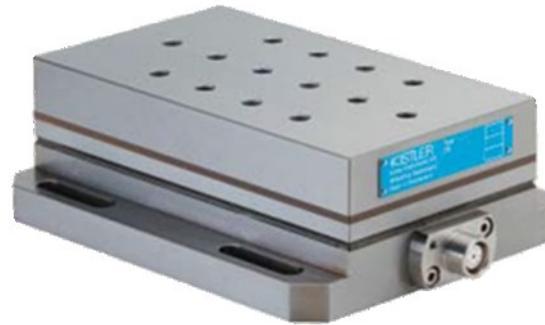
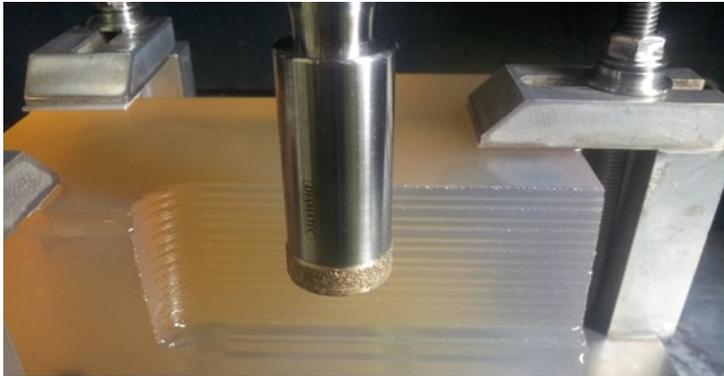
Assistance Ultrasonore à la coupe :

F=25-42 kHz

Amplitude 5 μ m

Usinage de pièces en matériaux spécifiques

- Optimisation des conditions de coupe pour la fabrication de supports de miroir pour les satellites en ZERODUR



Usinage meule diamantées

Mesure d'efforts au cours de l'usinage

Fabrication additive

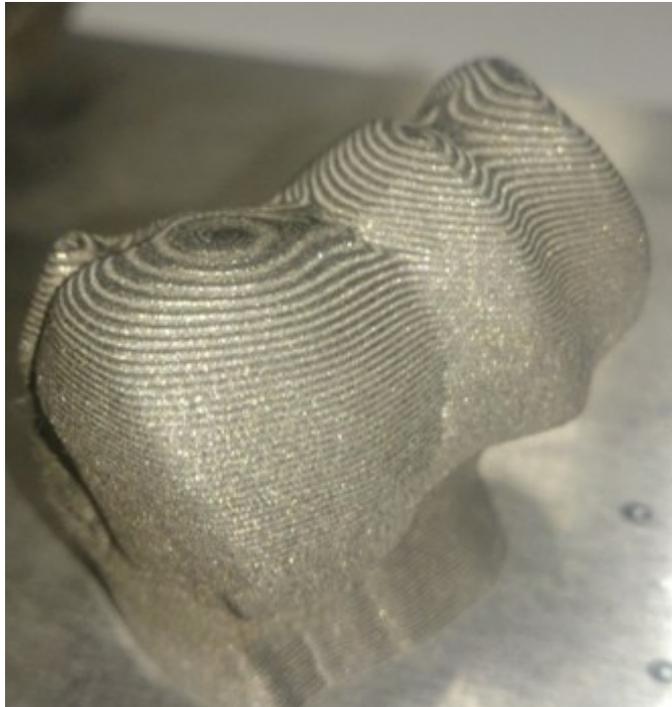
Imprimante 3D métal Phenix PX-M

Puissance laser 300W

Technologie de dépôt de poudre par rouleau compresseur

Epaisseur de couches = 30 μm

Volume de fabrication : 140 x 140 x 100 mm



Matériaux : Acier Inoxydable

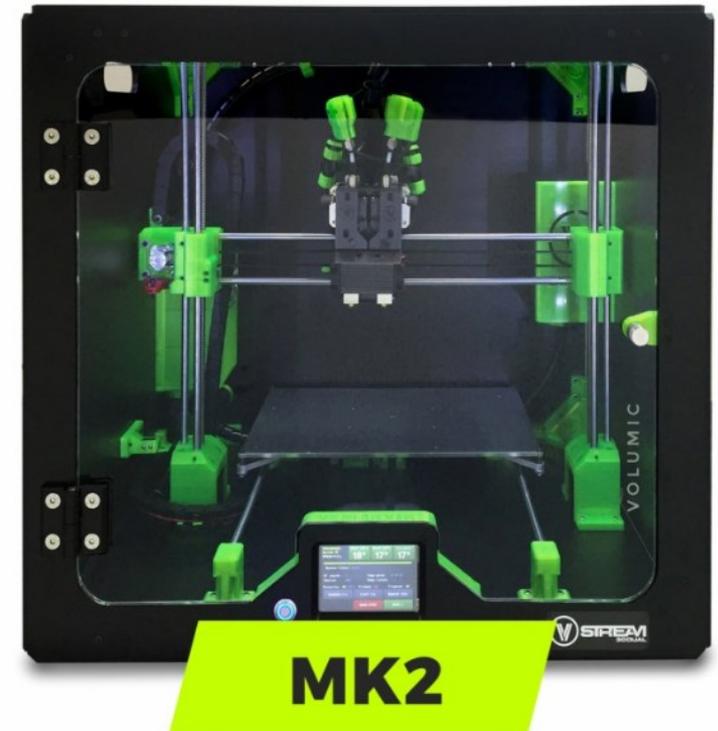
Imprimante 3D VOLUMIC 3D

Technologie dépôt de fil

Deux têtes d'impression

Epaisseur de couches = 0,05 mm

Volume de fabrication : 260 x 200 x 300 mm

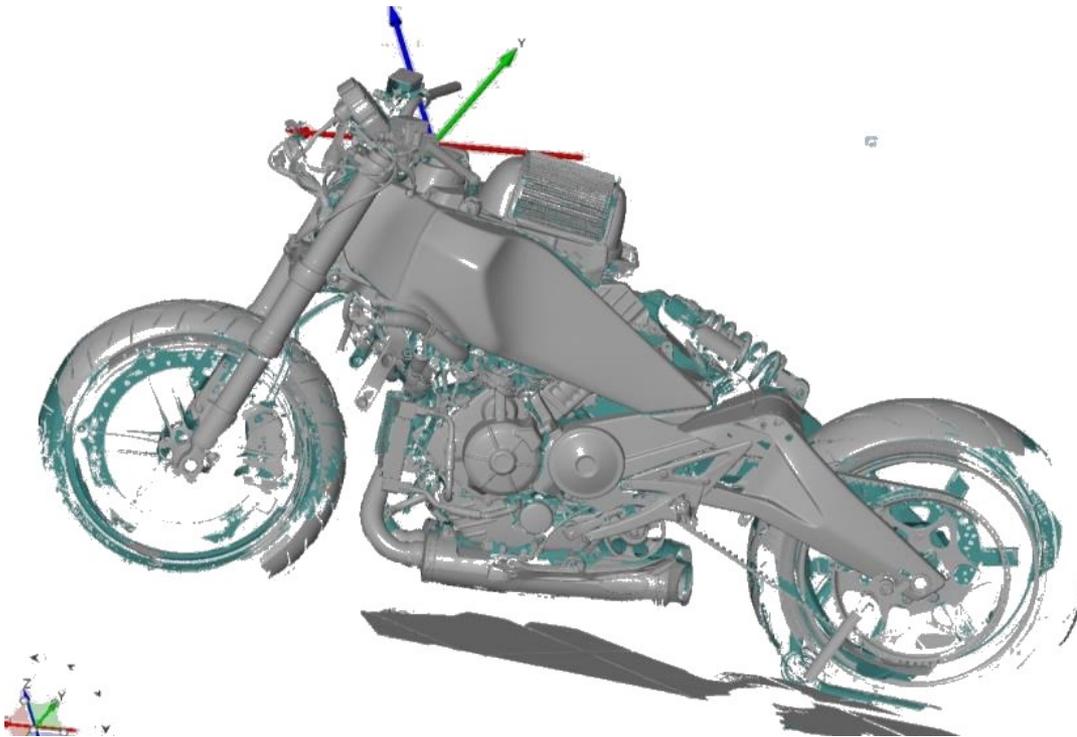


Matériaux : Plastiques et polymères techniques

Moyens de caractérisation

Scanner 3D optique GOM ATOS 3

Numérisation 3D de géométries complexes de qualité métrologie
Comparaison métrologique
Retro-conception

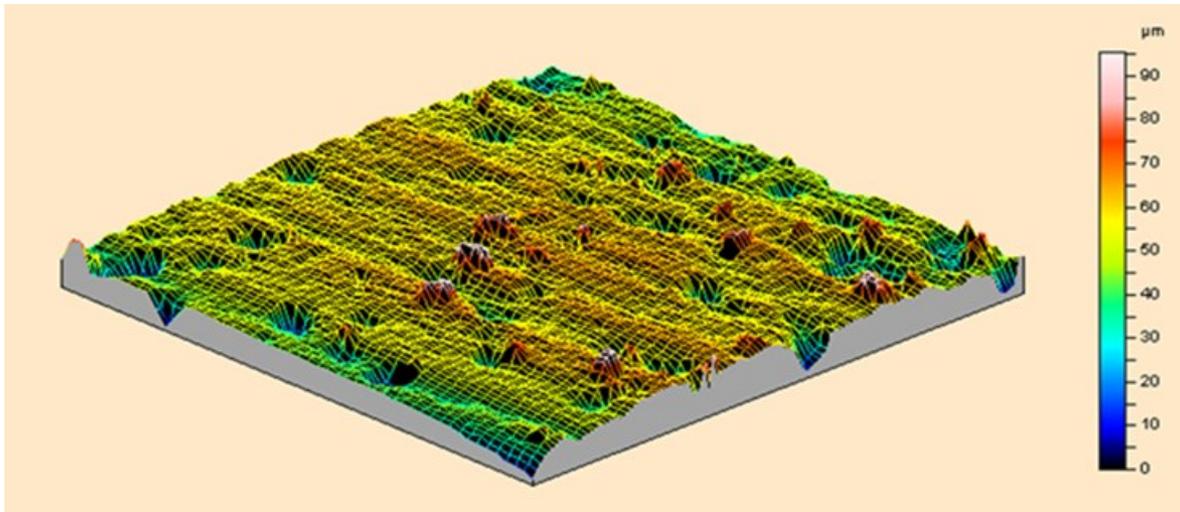


Numérisation pour conception adaptée au réel

Station de mesure optique 2D et 3D STIL

Mesure de critères de surface

Plage de mesure : 2500 μm & 220 μm

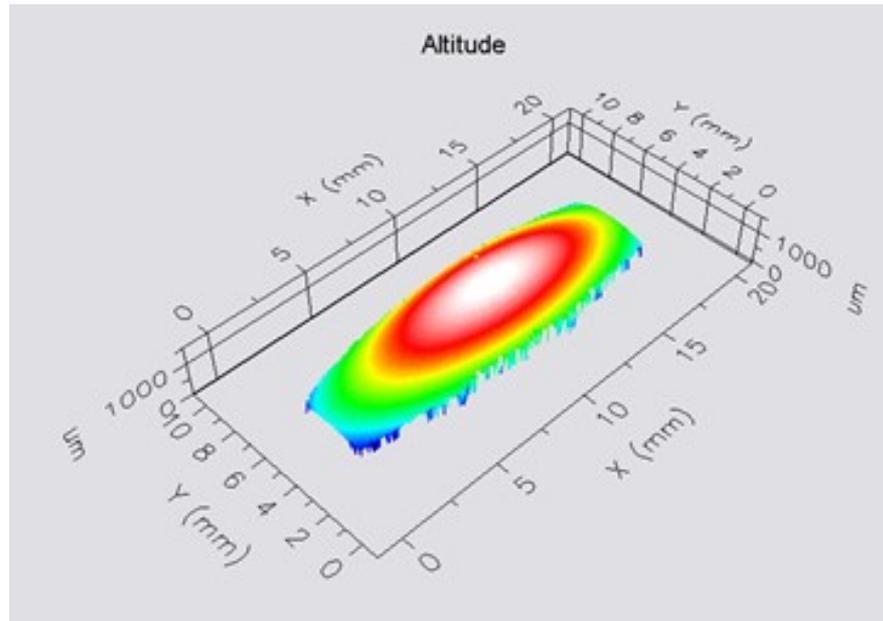


Suivi de l'arrachement de grains sur outils diamantés

Station de mesure optique 2D et 3D STIL

Mesure de critères de surface

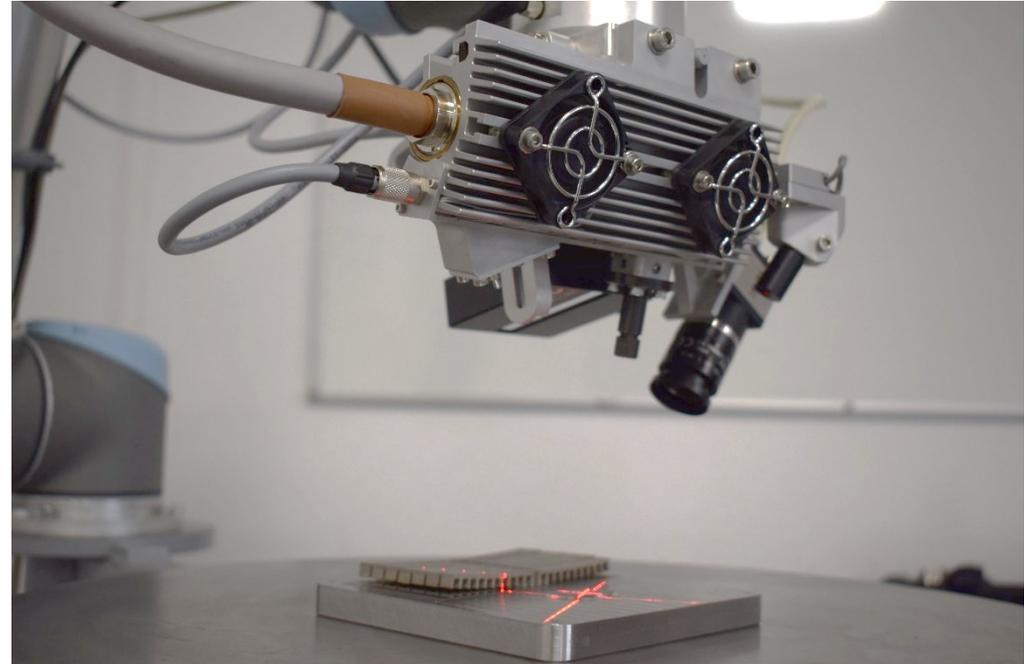
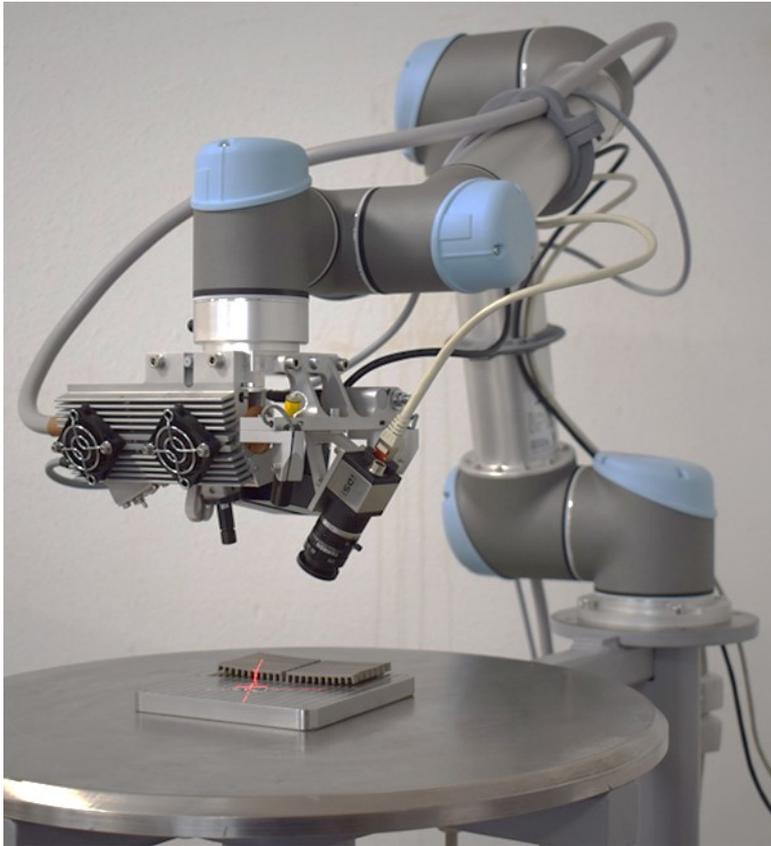
Plage de mesure : 2500 μm & 220 μm



Mesure de défaut de forme

Tête de mesure rayons X

Estimation des contraintes résiduelles
Estimation homogénéité matériaux



Réalisation de pièces bio-inspirée

Récupération de la géométrie

Récupération de la géométrie

- Génération de coordonnées 3D par triangulation



Omoplate de cheval avec marqueurs

Récupération de la géométrie

- Génération de coordonnées 3D par projection de franges

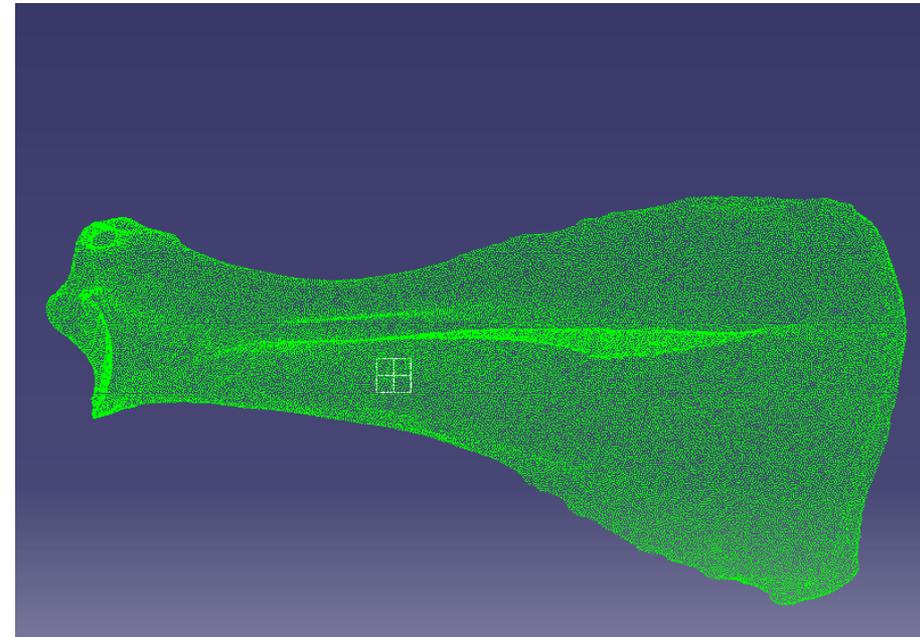
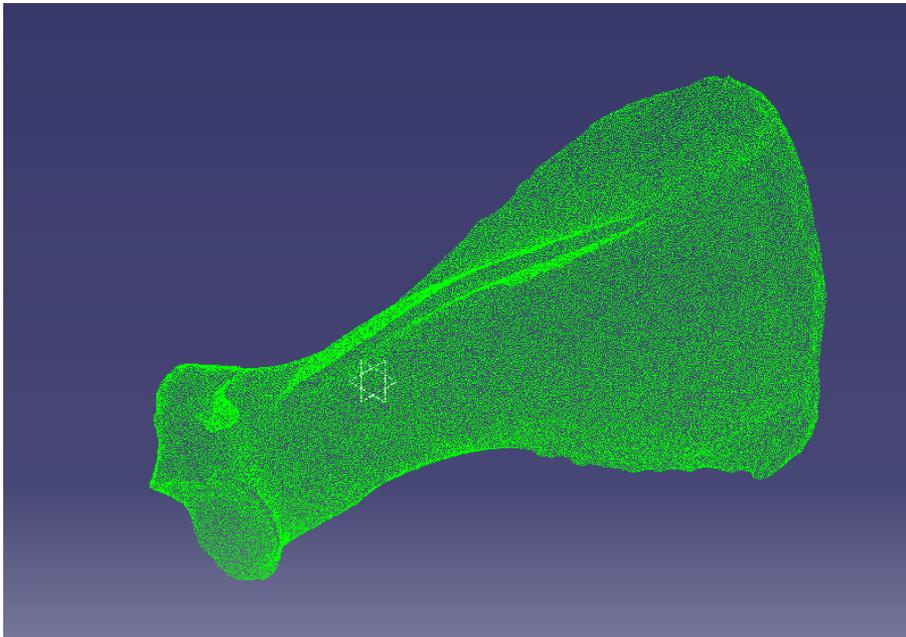


Omoplate de cheval avec filtres



Récupération de la géométrie

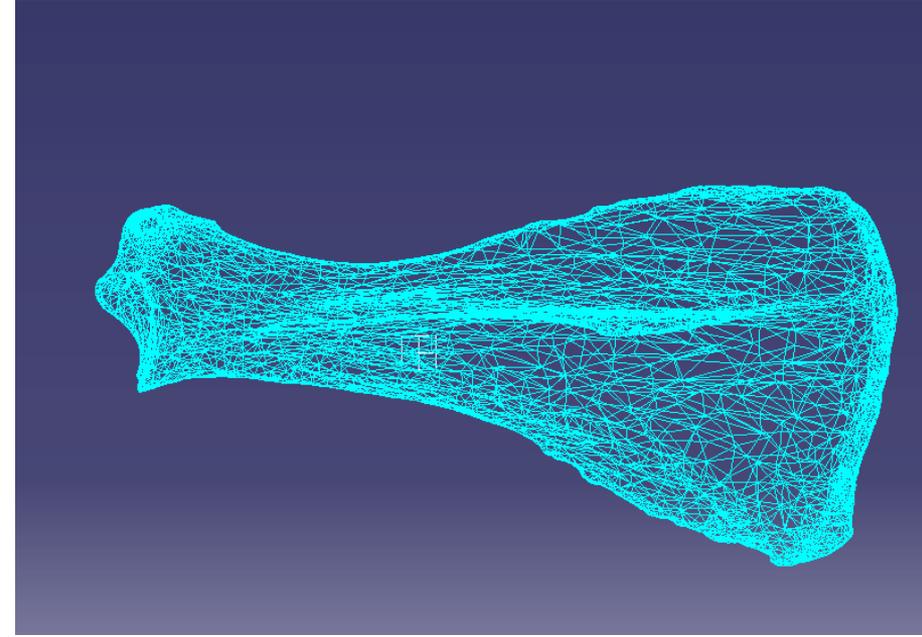
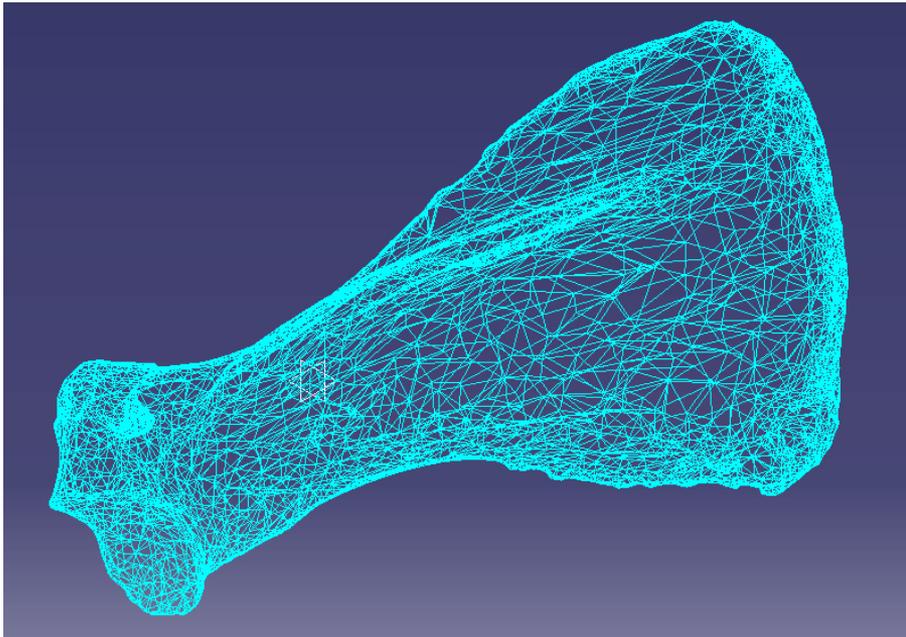
- Obtention d'un fichier de mesure polygonisés et optimisés



Nuage de points de l'ensemble des séries de mesures

Récupération de la géométrie

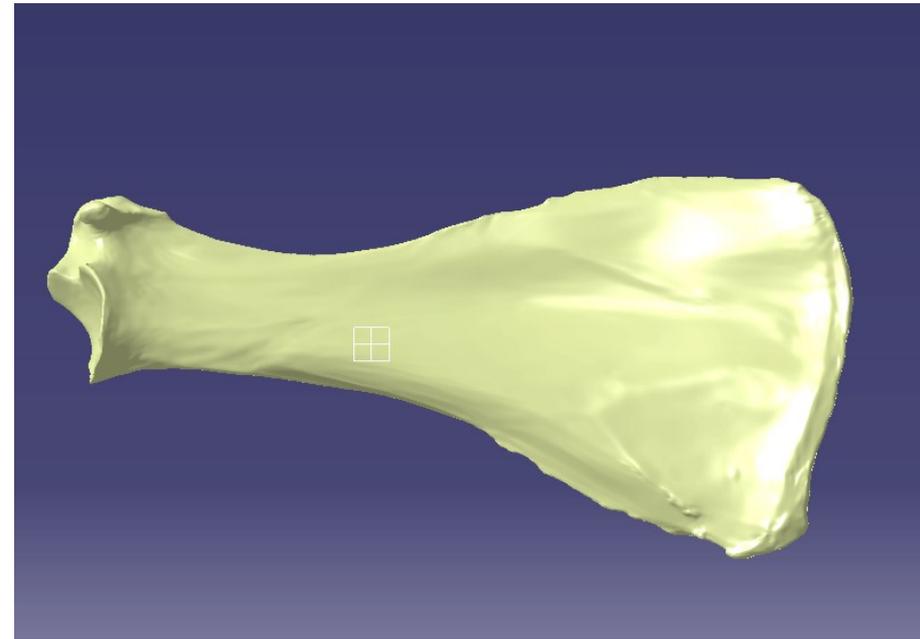
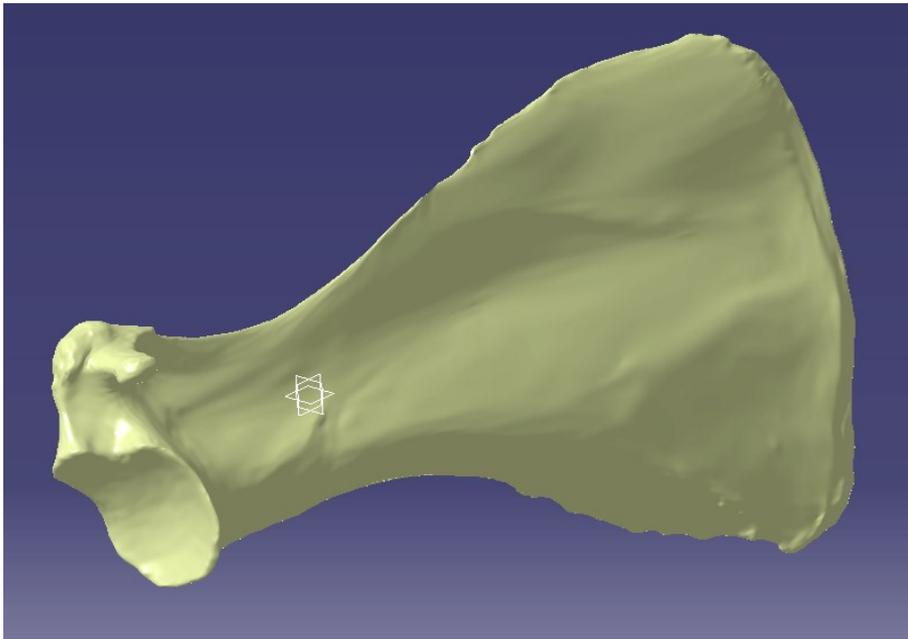
- Génération des fichiers 3D nécessaire à la fabrication



Maillage 3D issue du nuage de points

Récupération de la géométrie

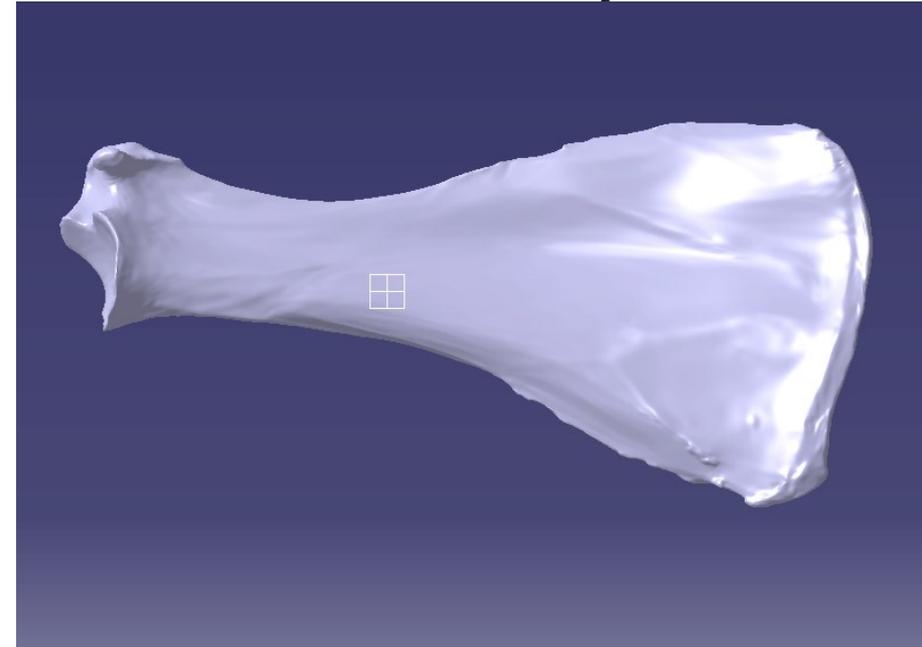
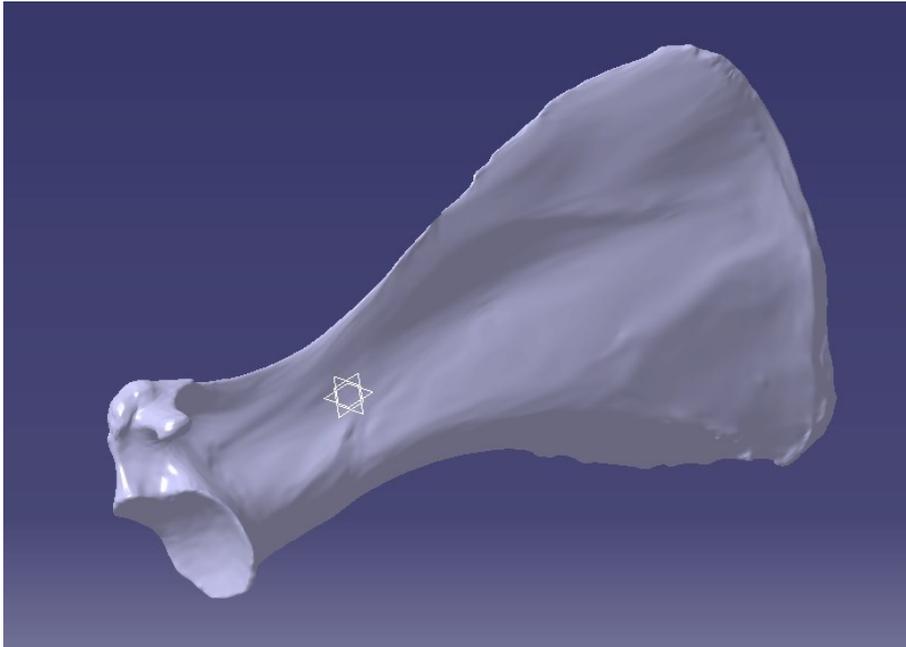
- Génération des fichiers 3D nécessaire à la fabrication



Reconstruction des surfaces

Récupération de la géométrie

- Génération des fichiers 3D nécessaire à la fabrication



Création des volumes

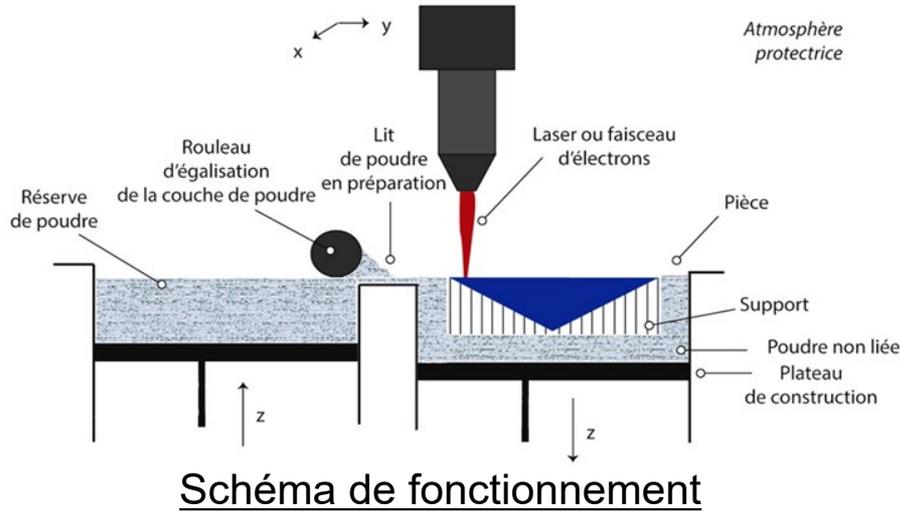
Fabrication de la géométrie

Fabrication Additive Métallique

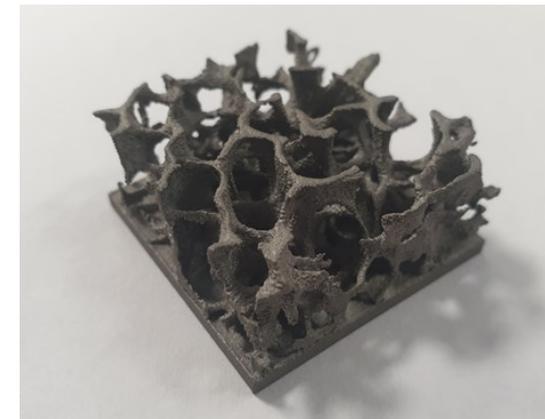


Fabrication additive métallique

- Imprimante 3D métal Technologie lit de poudre



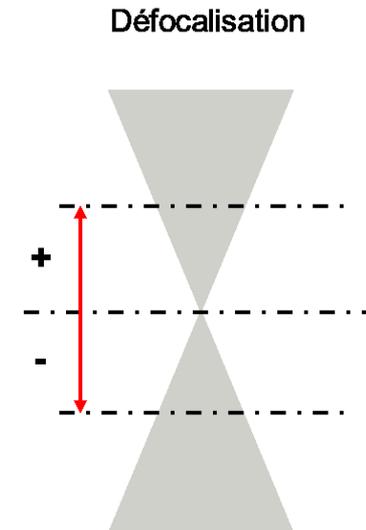
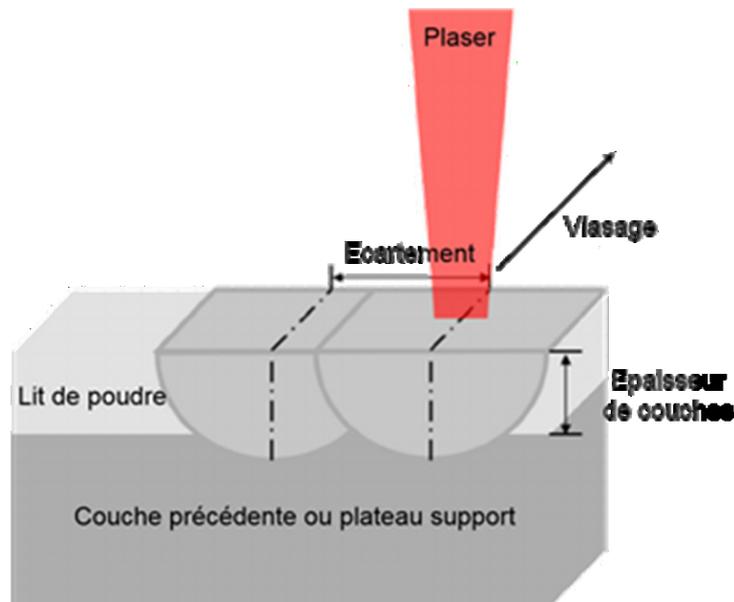
Intérieur de la machine





Fabrication additive métallique

- Réglages des paramètres d'impression
 - La puissance laser [**Plaser**]
 - La vitesse de lasage [**Vlasage**]
 - L'écartement entre les tirs laser [**E**]
 - La défocalisation [**Df**]

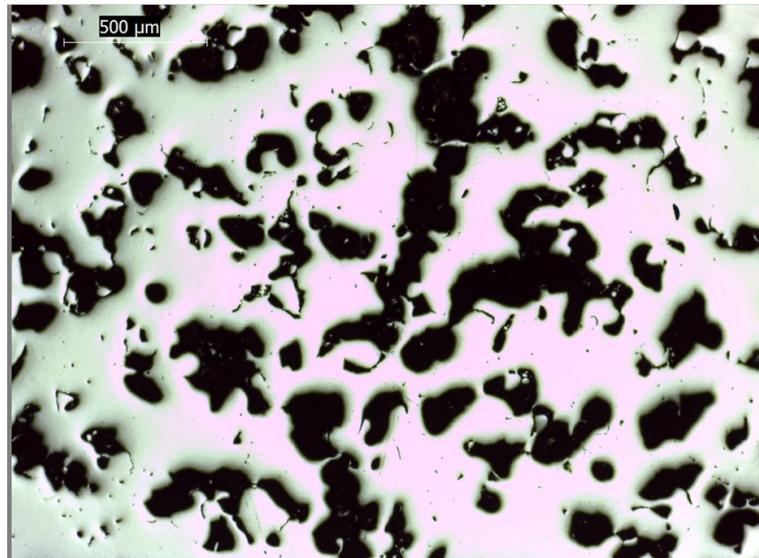


Paramètres d'impression

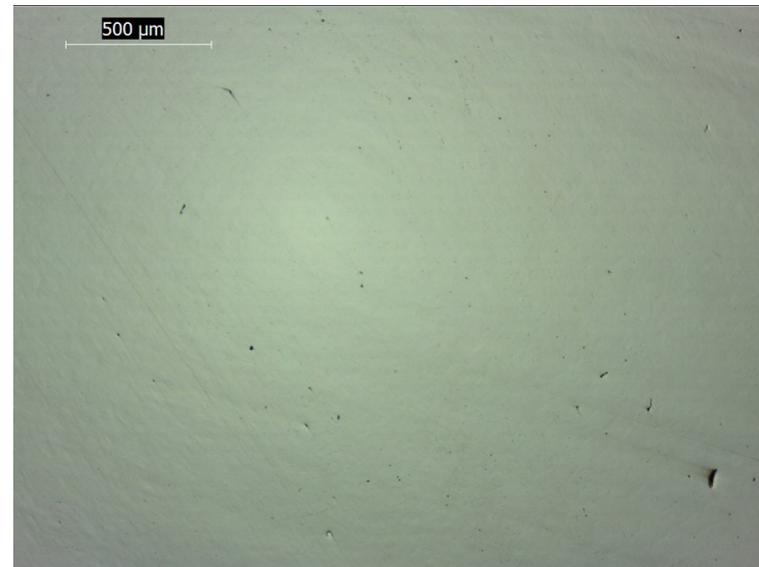


Fabrication additive métallique

- Impact des paramètres d'impressions
 - Sur la porosité de la pièce



Porosité 2D > 17,5%
Paramètres non optimisés



Porosité 2D < 0,1%
Paramètres optimisés



Fabrication additive métallique

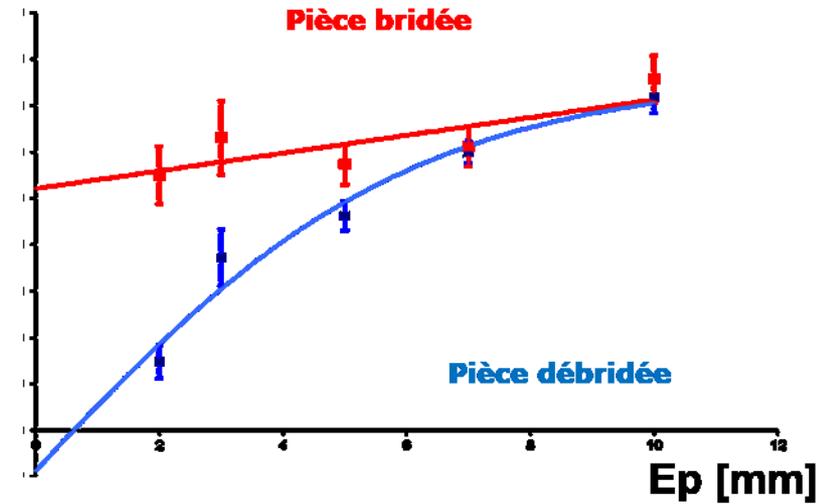
- Impact des paramètres d'impressions
 - Sur les contraintes générées par le procédé



Estimation des contraintes en surface



Contraintes
[Mpa]



Fabrication additive métallique

- Optimisation du process de fabrication

Paramètres optimisés



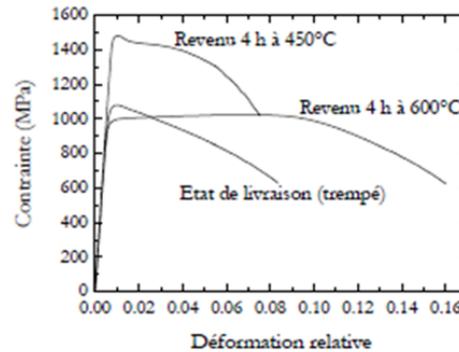
Traitement thermique



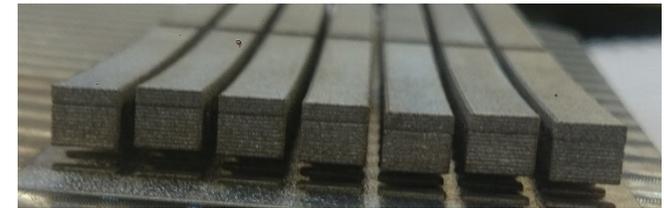
Pièces sans déformation



Pièces imprimées SLM avec paramètres optimisés



Courbes de traction de l'acier 17-4ph



Pièces imprimées SLM sans TTH après découpe partielle

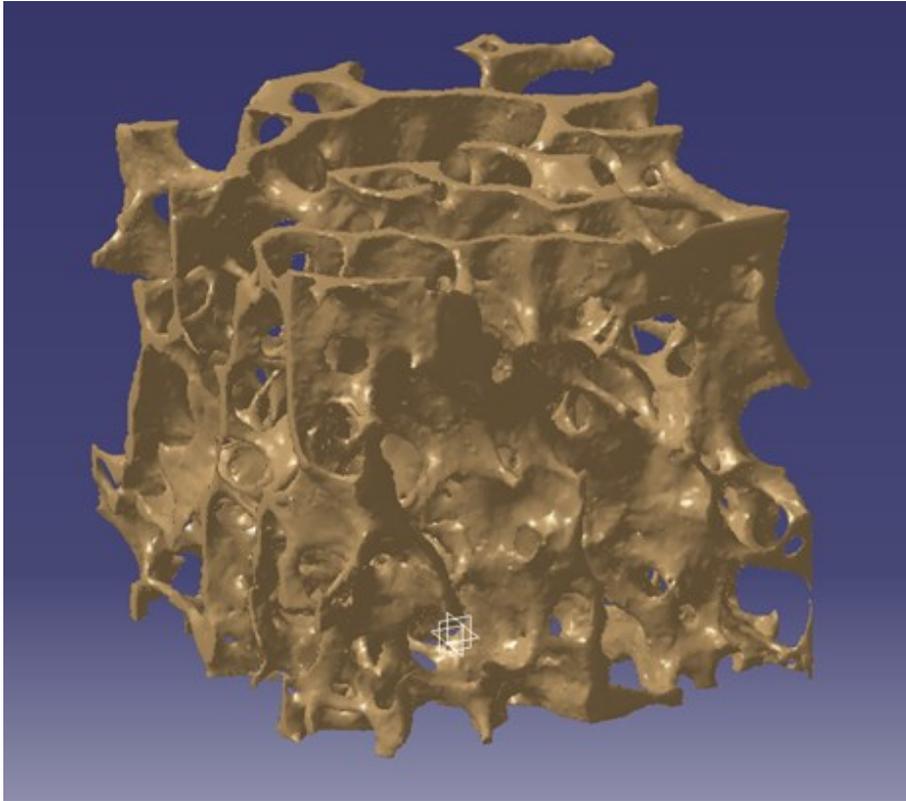


Pièces imprimées SLM avec TTH après découpe partielle

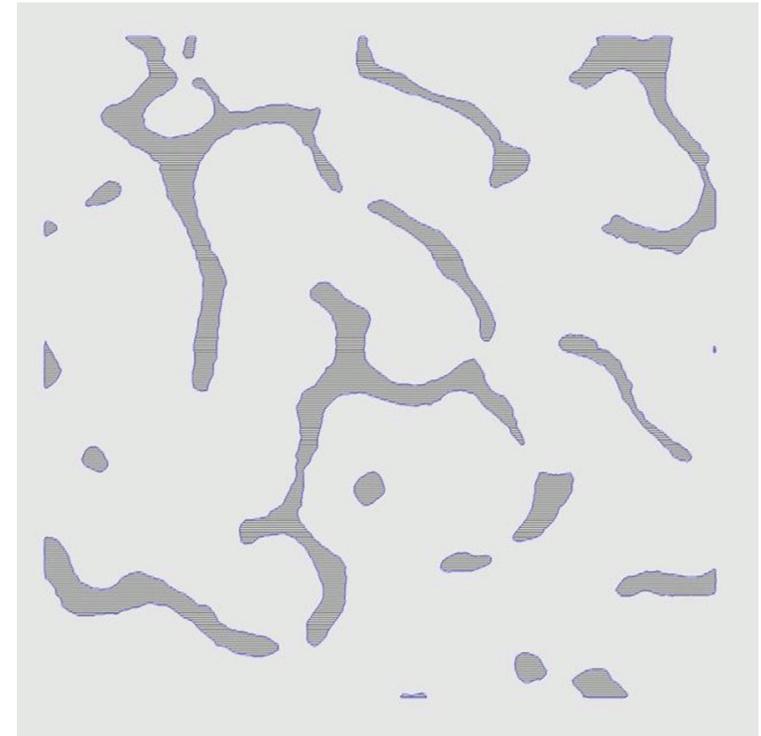


Fabrication additive métallique

- Génération des fichiers de fabrication



Maillage de la pièce à imprimer



Tranchage de la pièce



Fabrication additive métallique

- Génération des fichiers de fabrication

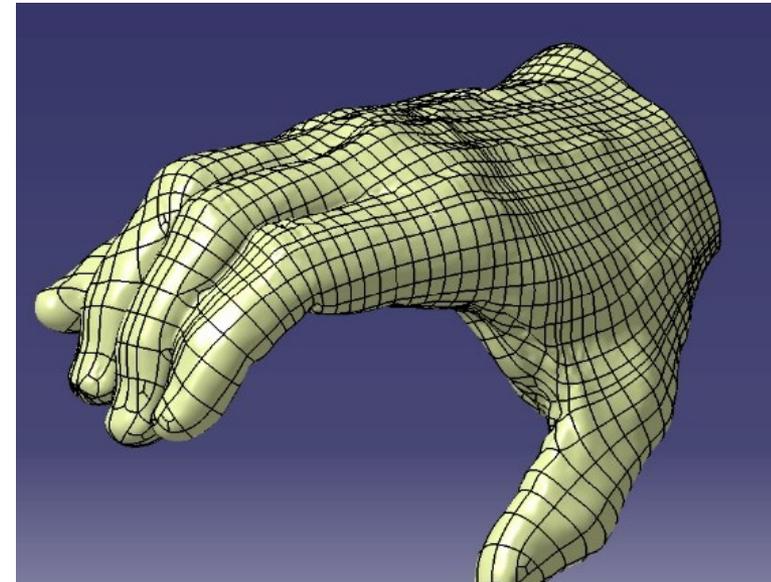


Impression de la pièce en métal

Fabrication Enlèvement de matière

Fabrication enlèvement de matière

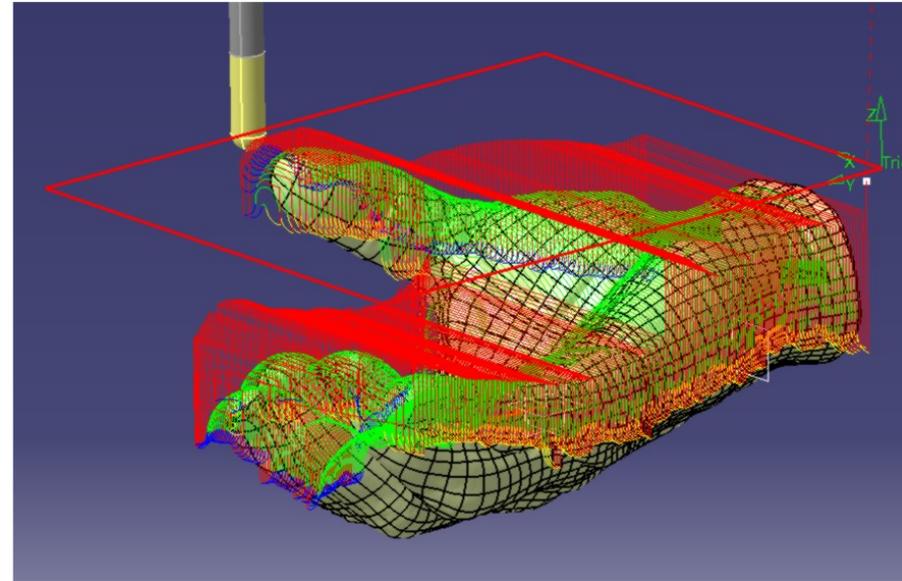
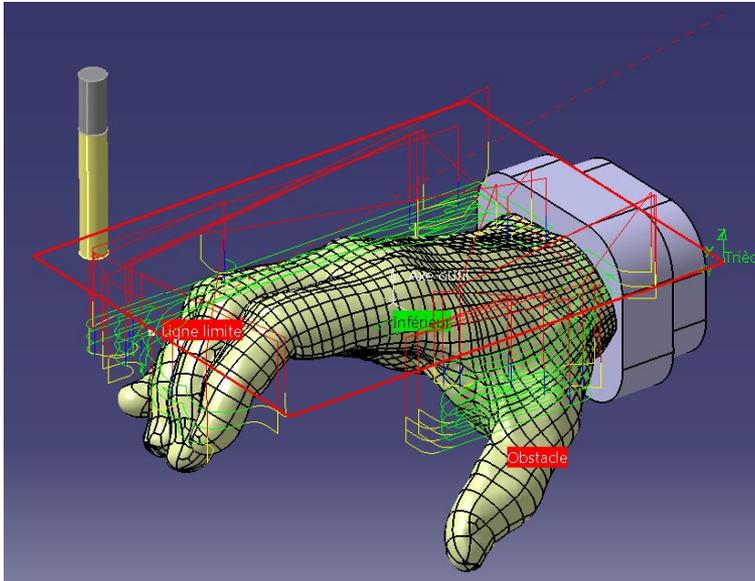
- A partir d'un modèle 3D



Modèle 3D reconstruit à partir d'un nuage de points

Fabrication enlèvement de matière

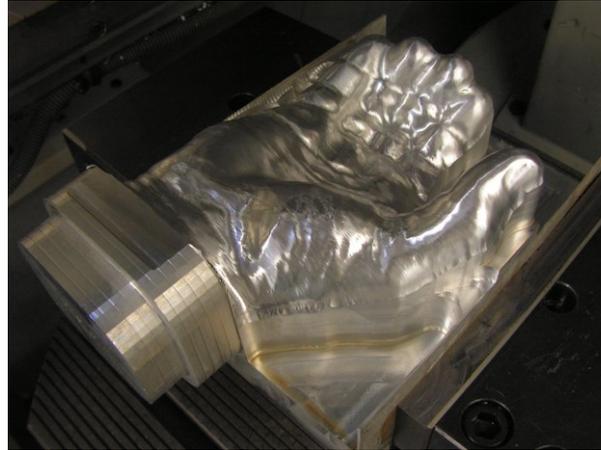
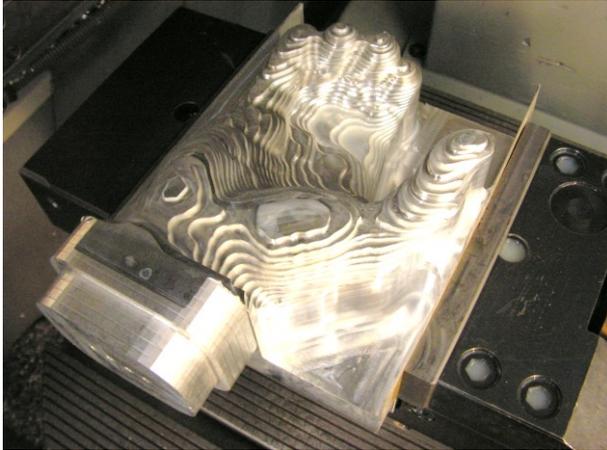
- Génération des trajectoires de l'outil



Génération des trajectoires avec outil CFAO

Fabrication enlèvement de matière

- Usinage de la pièce

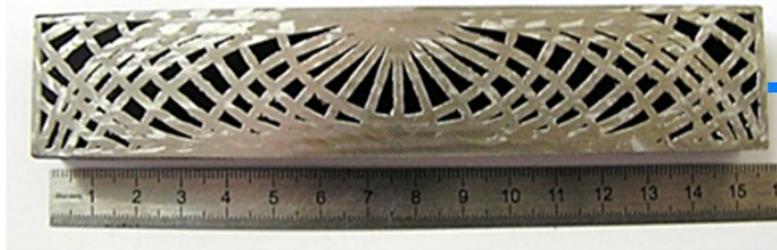


Etape de fabrication de la géométrie

Optimisation topologique bio- inspirée

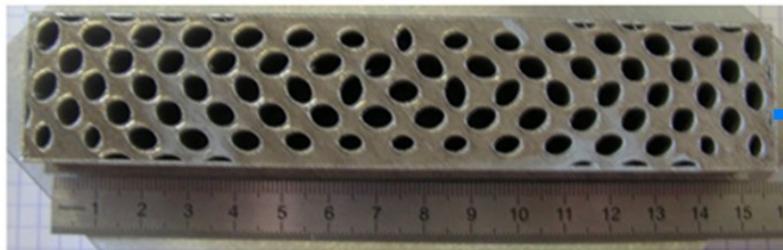
Optimisation topologique bio-inspirée

- Objectifs
 - Diminuer les contraintes
 - Diminuer le temps de fabrication
 - Garantir le même comportement mécanique



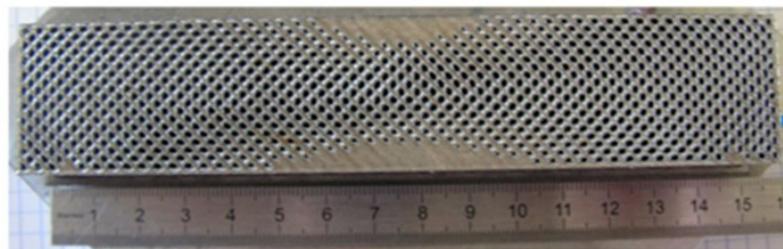
(a)

**Optimisation
topologique**



(b)

**Bio-inspiration
structure osseuse
oiseaux**

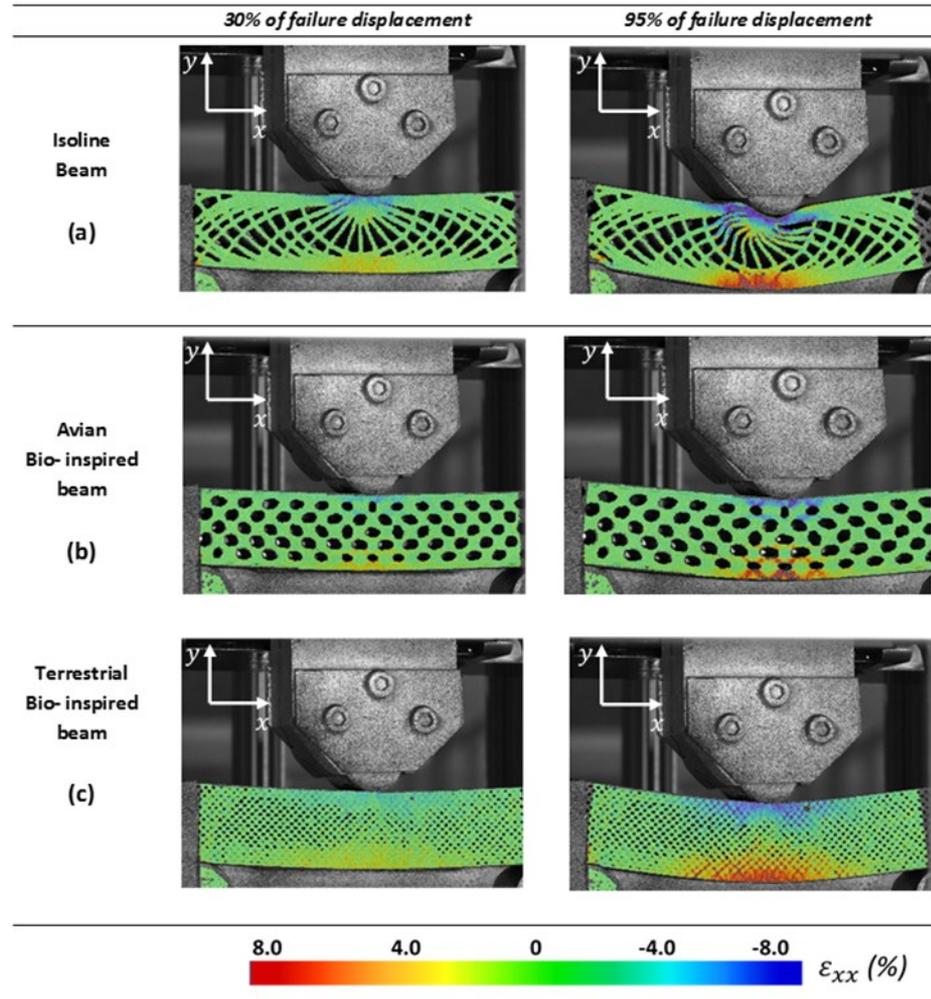


(c)

**Bio-inspiration
structure osseuse
éléphant**

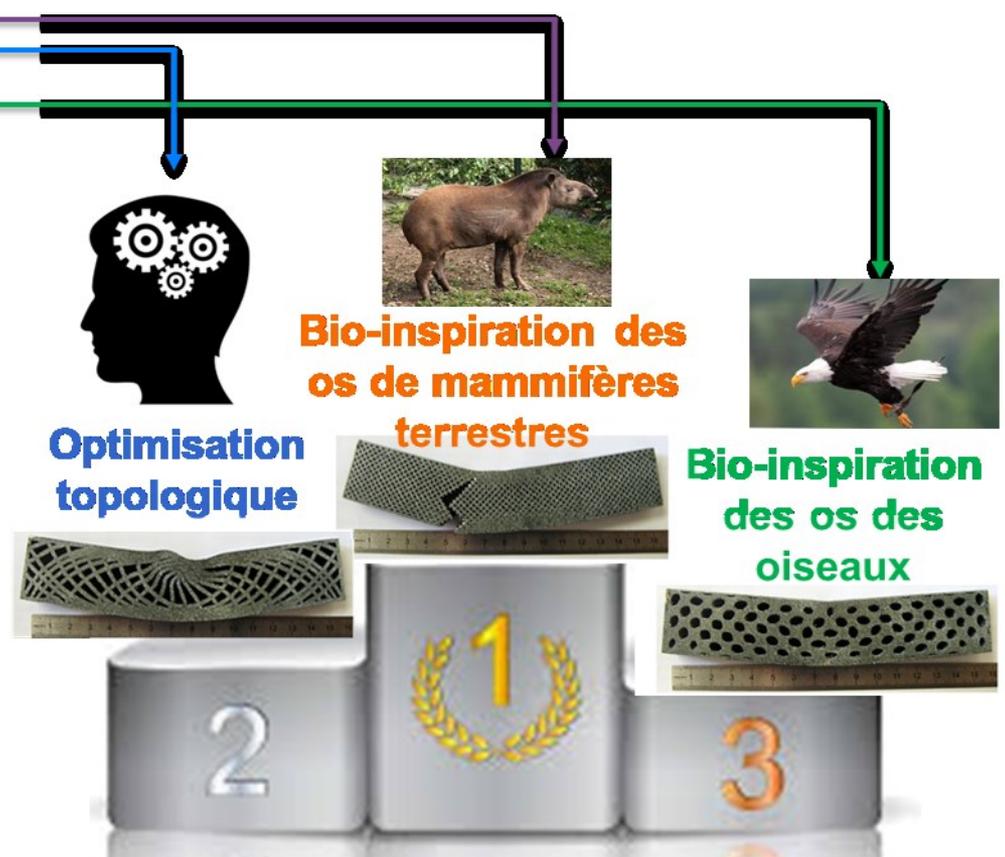
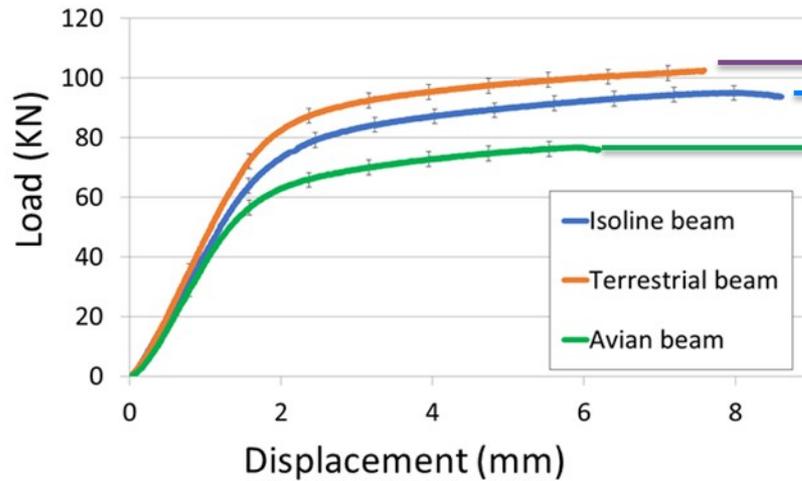
Optimisation topologique bio-inspirée

- Sollicitations en flexion 3 points



Optimisation topologique bio-inspirée

- Résultats :



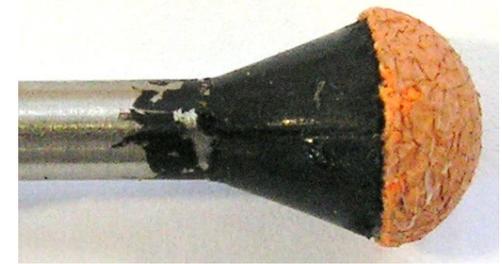
Parachèvement de la pièce

Parachèvement de la pièce

- Polissage automatisé à l'outil
 - Centre d'usinage 5 axes
 - Outil FAO orienté polissage

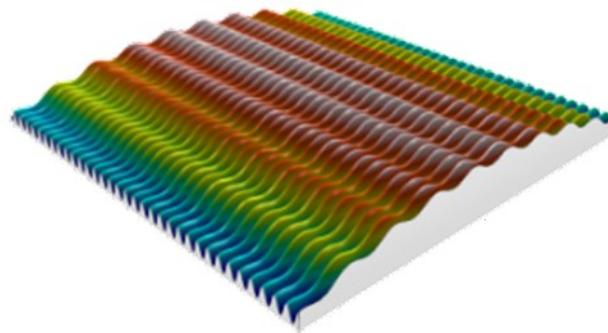


→ Outils souples



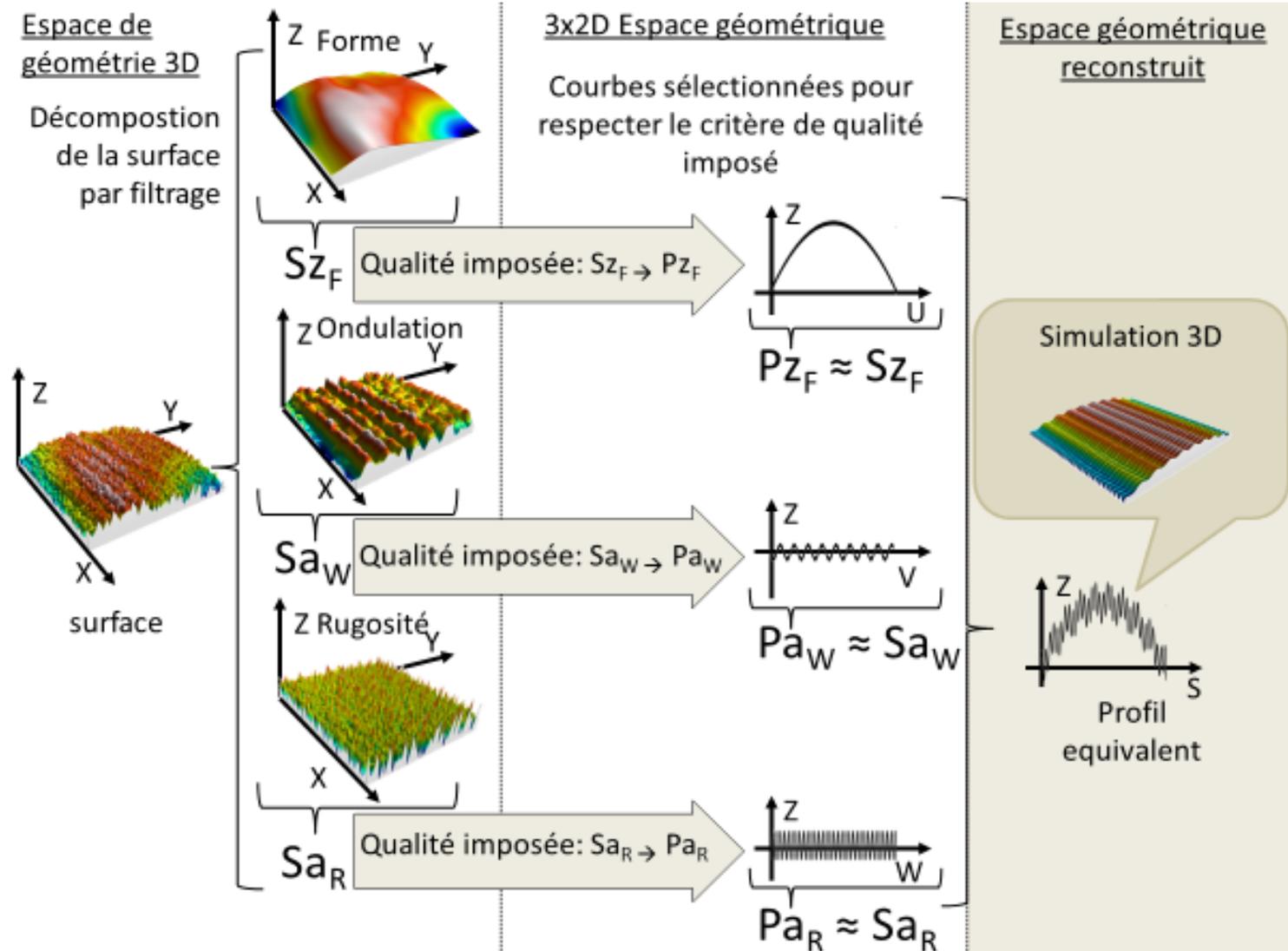
Parachèvement de la pièce

- Utilisation d'un simulateur pour la génération de gamme optimisée
- Données entrée :
 - Critères de rugosité de la surface initiale + topologie
 - Outil utilisé : type, granulométrie et géométrie
 - Conditions de coupe
- Sortie :
 - Prédiction de critère de qualité de surface
 - 2D ou 3D



Parachèvement de la pièce

- Fonctionnement du simulateur :



Parachèvement de la pièce

- Polissage de la pièce



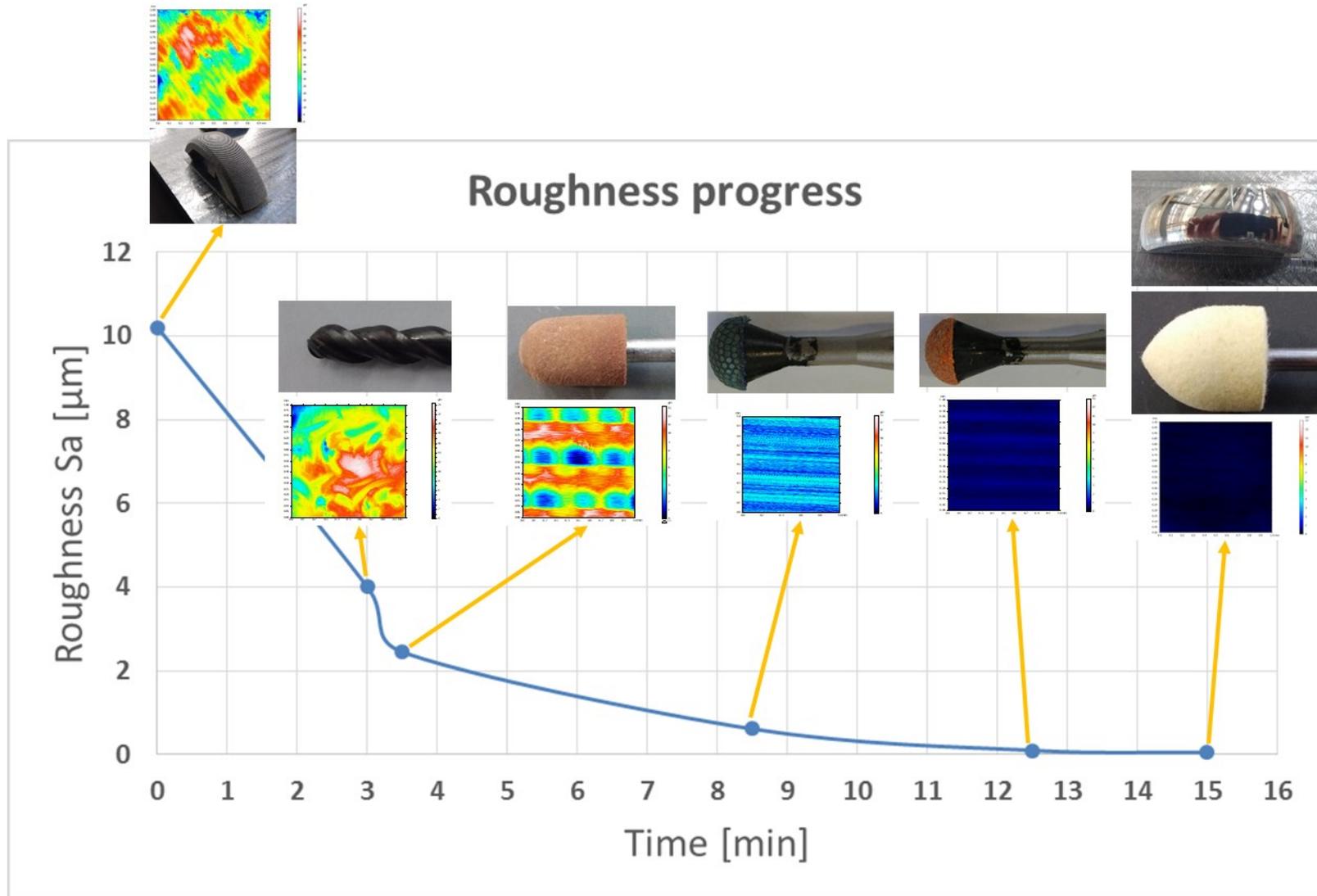
Pièce brute d'impression 3D



Pièce polie sur centre d'usinage

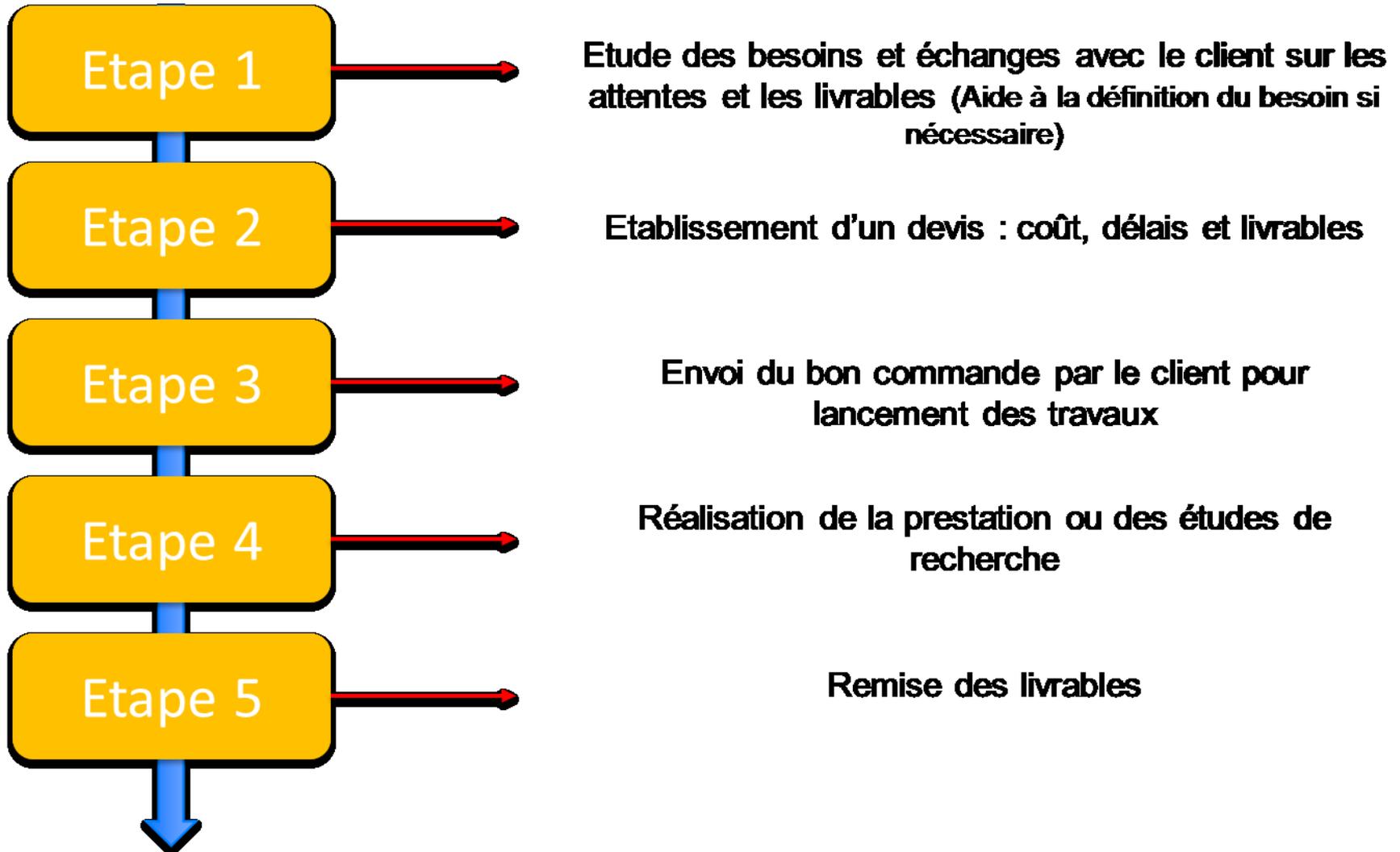
Parachèvement de la pièce

- Gamme de polissage optimisée :



Contact et fonctionnement de la plateforme

Contact et fonctionnement de la plateforme



Contact et fonctionnement de la plateforme

Julien CHAVES-JACOB : Responsable Scientifique et Technique

Tél : +33(0)4 13 94 62 77

Email : julien.chaves-jacob@univ-amu.fr

Quentin-Alexis LOPEZ : Animateur de la plateforme

Tél : +33(0)4 13 94 62 90

Tél : +33(0)6 13 06 80 41

Email : quentin.lopez@univ-amu.fr

**Merci de votre
attention**