

## Simulation pour la génération de micro-objets par imprimante 3D

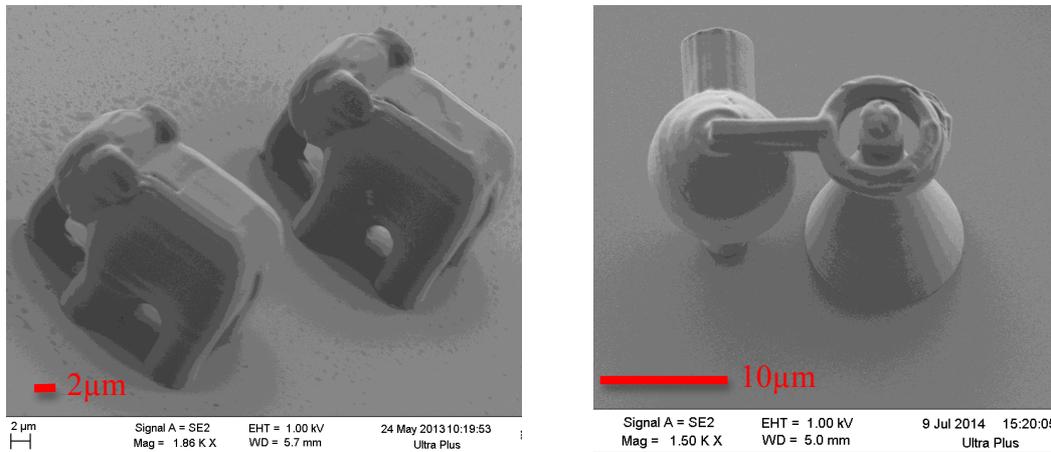


Figure 1: Exemples de micro-objets 3D et échelles dimensionnelles associées.

### Encadrants:

Jean-Claude Léon, Thomas Delame, équipe IMAGINE

LJK & Inria

E-mail : [Jean-Claude.Leon@grenoble-inp.fr](mailto:Jean-Claude.Leon@grenoble-inp.fr), [Thomas.Delame@inria.fr](mailto:Thomas.Delame@inria.fr)

Tél. : 04 56 52 71 05

Michel Bouriau, Olivier Stéphan

LIPHY

### Contexte

L'impression 3D est une technologie au développement très rapide qui permet de construire des objets 3D. Le cadre du sujet proposé s'inscrit dans le partenariat entre l'équipe IMAGINE et le laboratoire LIPHY qui développent la fabrication de micro-objets 3D. On parle de micro-objets 3D car leurs dimensions sont de l'ordre de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  (voir Figure 1). Ces micro-objets trouvent des applications en sciences du vivant, l'études de micro-mécanismes, ...

Le dispositif de fabrication actuel permet de générer la polymérisation en un point intérieur à une goutte de résine où le micro-objet est fabriqué. La zone élémentaire polymérisée prend la forme d'un ellipsoïde de révolution. Elle correspond au voxel élémentaire du micro-objet qui peut être fabriqué. Sa taille est de quelques centaines de nm. Les objets obtenus sont fabriqués par juxtaposition de voxels qui se recouvrent partiellement. Les trajectoires du rayon laser permettant de réaliser un micro-objet sont calculées par un logiciel existant [1, 2]. L'utilisation de solvants permet de retirer la résine liquide pour récupérer le micro-objet 3D ainsi fabriqué.

Du fait de leur taille, les micro-objets obtenus ne sont pas directement observables. Leur morphologie n'est visible qu'à travers un microscope électronique à balayage selon un point de vue, comme dans la Figure 1. Ceci est contraignant car il faut déplacer le micro-objet jusqu'à un microscope adéquat et les points de vue possibles ne permettent pas de contrôler la qualité du micro-objet, ses dimensions, ses imperfections ou encore la rugosité de sa surface.

Mots-clés: imprimante 3D, micro-fabrication, surfaces implicites, simulation 3D.

## Objectifs :

A partir des trajectoires du rayon laser permettant de générer un micro-objet et des paramètres laser (puissance, temps d'exposition, vitesse de déplacement du rayon laser, ...), nous disposons, par nos collègues physico-chimistes du laboratoire LIPHY, de modèles mathématiques qui prédisent la forme et l'emplacement des ellipsoïdes.

L'objectif de ce sujet est de développer un simulateur capable de représenter de manière détaillée, la forme de l'objet 3D ainsi généré. Dans ce but, il s'agit de représenter la succession de voxels constituant le micro-objet 3D afin de pouvoir évaluer précisément les dimensions de l'objet fabriqué, la rugosité de sa surface, les imperfections de forme dues aux trajectoires du laser, l'influence des paramètres du laser, ...

De plus, la représentation 3D du micro-objet obtenue à partir de ce simulateur permettra une analyse complète et fidèle de l'objet alors que les objets réalisés ne sont généralement observés que selon un point de vue par microscopie électronique à balayage.

La représentation 3D du micro-objet résultera de l'union de ses ellipsoïdes constitutifs. Ainsi, la représentation géométrique détaillée de l'objet pourra être obtenue à partir de surfaces implicites [3, 4], ou d'alpha-shapes [5, 6, 7] ou autres approches similaires, permettant de représenter efficacement l'ensemble des voxels décrivant un micro-objet. Les paramètres du laser pourront être pris en compte pour développer des approches basées sur des surfaces implicites utilisant des squelettes afin de structurer la représentation décrite par les trajectoires du laser.

Pour tenir compte des paramètres de contrôle du laser et de ses mouvements, les objectifs précédents seront abordés en lien avec les collègues physico-chimistes du laboratoire LIPHY.

Pré-requis: compétences en géométrie, informatique graphique, mathématiques appliquées.

## References

- [1] CY, Liao, J.-C., Léon, P., Baldeck, C., Masclet, M., Bouriau, T.T. Chung, Using extended layered manufacturing method to improve fabricating efficiency of three-dimensional microfabrication base on two-photon polymerization, *Applied Physics Letters*, Vol. 91, 033108, Juillet, 2007
- [2] C-Y Liao, J-C Léon, C Masclet, M Bouriau, P L. Baldeck, T-T Chung, Product Model Preparation and Processing for Micro-manufacturing, *Int. J. ASME, JCISE*, Vol. 8, n°2, June, 2008
- [3] Macêdo, I., Gois, J. P. and Velho, L., Hermite Radial Basis Functions Implicits. *Computer Graphics Forum*, 30: 27–42. 2011, doi: 10.1111/j.1467-8659.2010.01785.x
- [4] Zanni, C., Bernhardt, A., Quiblier, M. and Cani, M.-P., SCALe-invariant Integral Surfaces. *Computer Graphics Forum*, 32: 219–232. 2013, doi: 10.1111/cgf.12199
- [5] Teichmann, M., & Capps, M.. Surface reconstruction with anisotropic density-scaled alpha shapes. In *Visualization'98. Proceedings* (pp. 67-72). IEEE, Octobre 1998
- [6] F. Bernardini and C. Bajaj. Sampling and reconstructing manifolds using alpha-shapes. *Tech. Report CSD-TR-97-013*, Dept. Comput. Sci., Purdue Univ., West Lafayette, IN, 1997
- [7] H. Edelsbrunner and E. P. Mücke. Three-dimensional alpha shapes. *ACM Trans. Graph.*, 13(1):43–72, January 1994.