



Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies

Soutenance de thèse

Mercredi 18 décembre 2019

9h00

Amphithéâtre du C2N

Alisier PARIS

“Développement d'un système micro-robotique sur puce microfluidique pour la manipulation sans contact en 3D de matériel biologique”

Composition du jury proposé

Gilgueng HWANG	CR1	C2N, Université Paris-Sud	Directeur de thèse
Abdul BARAKAT	Directeur de Recherche	LadHyX, Ecole Polytechnique	Rapporteur
Yong CHEN	Directeur de Recherche	Ecole Normale Supérieure	Rapporteur
Harold AURADOU	Directeur de Recherche	FAST, Université Paris-Sud	Examineur
Michaël GAUTHIER	Directeur de Recherche	AS2M, Femto-st	Examineur

Abstract :

Au cours du XXe siècle la littérature de science fiction a anticipé le développement de robots si petit qu'ils puissent entrer dans un corps humain pour y manipuler ses cellules, voir son ADN. Depuis le début du XXI e siècle cette vision prend corps dans le développement de la micro-robotique. Bien que loin d'égaliser les prouesses de son alter-ego littéraire, la micro-robotique se développe dans de nombreuses directions et voit son panel d'applications s'étoffer. En parallèle, le développement de la microfluidique permet de disposer d'environnement très contrôlés pour la réalisation de travaux en biologie ou en chimie. Mais cette nature confinée apporte des contraintes quant aux options de manipulation du contenu des puces microfluidiques. Aussi, sans en être à pouvoir travailler in-vivo la micro-robotique peut offrir des options de manipulation mécanique in-vitro en microfluidique. Cette thèse vise le développement d'un micro-robot ayant pour fonction d'offrir des fonctionnalités de manipulations par vortex hydrodynamiques de matériel biologique au sein de puces microfluidiques. Voulant proposer un système complet nous nous sommes intéressé aux quatre parties composant notre micro-robot : le nageur microscopique ayant pour vocation à être intégré dans la puce microfluidique et à générer les vortex de capture ; les puces microfluidiques servant d'environnement de travail pour ce nageur ; l'installation électromagnétique permettant de manipuler le nageur par le biais de champs magnétiques ; et le logiciel informatique pilotant le robot. Les micro-nageurs proposés sont capables de se déplacer en deux comme en trois dimensions tout en étant capable de capturer, et donc de manipuler, des particules d'une dizaine de micromètre de diamètre sur des distances de plusieurs millimètres. Nous n'avons malheureusement pas eu la possibilité d'aller jusqu'à la preuve de concept avec du matériel biologique, mais nos démonstrations sur des particules de polystyrène sont très encourageantes. Les puces microfluidiques ont vu deux développements successifs. Un premier consistant à les rendre plus adaptées à des travaux biologiques à long terme par l'ajout de valves pneumatiques et d'option d'oxygénation sur des puces à intégration temporaire du nageur. Un second visant à rendre les puces plus rapide et facile à fabriquer avec une intégration définitive du nageur, pouvant servir dans le cas d'études à fort besoin matériel, comme les études statistiques. L'installation électromagnétique a été étudiée pour pouvoir être intégrée dans des configurations géométriques complexe avec comme exemple une intégration réussi dans un microscope inversé, outil très utilisé dans les laboratoires de biologie. Enfin nous avons développé un logiciel de contrôle visant à offrir à notre robot une interface utilisateur facile à employer et des fonctionnalités automatisées d'analyse vidéo et de contrôle du nageur sur une simple acquisition d'image en deux dimensions. Nous espérons que ces travaux pourront servir d'étape significative vers une application de la micro-robotique en biologie ou en médecine.

A votre arrivée merci de vous présenter à l'accueil muni(e) d'une pièce d'identité