

BioImp - Les microtechniques au service des médicaments de thérapies innovantes

Postdoctorant - Microrobot à logique elastocapillaire pour la manipulation cellulaire

- Type de contrat : Postdoctorant - CDD
- Durée : 2 ans
- Lieu : Institut FEMTO-ST, Besançon, France
- Date de début : De juin à décembre 2025
- Contact : bioimp.recrutement@femto-st.fr
- Financement : (Projet FEDER BioImp), financé par l'Union Européenne (17.8 M€)
- Employeur : Université Marie et Louis Pasteur

I Contexte

L'institut de recherche FEMTO-ST (CNRS) innove dans des solutions technologiques de pointe pour la fabrication de biomédicaments (médicaments dont le principe actif est d'origine biologique), en faisant appel à une équipe pluridisciplinaire ayant des compétences en robotique, automatique, informatique, microfluidique, microsystème, ou encore en fabrication salle blanche. Nous recherchons des personnes curieuses, avec un bon bagage scientifique et désirant s'épanouir dans le monde de la recherche et de l'innovation.

II Description du poste

La possibilité de combiner un grand nombre de microrobots sur une puce fluidique pourrait avoir un impact considérable sur la manipulation des cellules. En effet, des milliers de microrobots parallèles travaillant ensemble et capables de saisir, d'injecter et d'isoler des cellules individuelles pourraient considérablement accélérer les thérapies innovantes nécessitant de traiter des millions de cellules en un court laps de temps. Malheureusement, les microrobots actuels dépendent de système macroscopique externe pour la localisation, le calcul et l'actionnement. Ces équipements limitent le nombre maximal de microrobot pouvant être placé à l'intérieur d'une puce microfluidique à typiquement 2 ou 3.

Ce postdoc vise à résoudre ce problème en intégrant la détection et la programmabilité à l'intérieur de la puce microfluidique sur une surface de quelques micromètre carré. Ce faisant, un grand

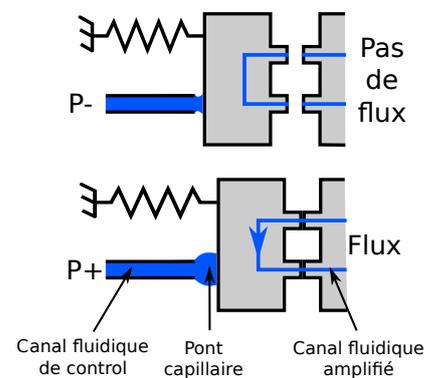


Figure 1: Concept de transistor basé sur l'élastocapillarité

nombre de microrobots autonomes (uniquement alimenté en puissance) pourraient être fabriqués directement à l'intérieur d'une puce microfluidique. Pour ce faire, l'approche que nous avons choisie est d'utiliser la microhydraulique. En effet, il a été démontré qu'un actionneur à piston de 100 μm était particulièrement puissant et compact [1]. Cependant l'amplification et la réalisation de circuit logique basé sur un signal de pression reste un défi décisif à cette échelle [2]. L'objectif du post-doctorant sera de démontrer que l'effet élastocapillaire peut être utilisé pour construire un transistor à pression hydraulique capable d'amplifier et de calculer. L'effet élastocapillaire se réfère à tous les phénomènes où la force de tension superficielle - survenant à l'interface des fluides - interagit avec un solide élastique. Ces effets deviennent prédominants à petite échelle et sont naturellement non linéaires avec une hystérésis élevée, ce qui les rend particulièrement adaptés à l'amplification d'un signal, comme l'illustre la figure jointe.

- [1] Antoine Barbot, Maura Power, Florent Seichepine, and Guang-Zhong Yang. Liquid seal for compact micropiston actuation at the capillary tip. *Science advances*, 6(22):eaba5660, 2020.
- [2] Kaustav A Gopinathan, Avani Mishra, Baris R Mutlu, Jon F Edd, and Mehmet Toner. A microfluidic transistor for automatic control of liquids. *Nature*, 622(7984):735–741, 2023.

III Tâches

La personne recrutée réalisera les tâches suivantes:

- Examiner les différents scénarios d'élastocapillarité possible pour amplifier un signal de pression.
- Concevoir et caractériser un transistor de pression basé sur l'élastocapillarité.
- Démonstration du premier microrobot sur une puce à fluide avec un comportement autonome préprogrammé.

Chacune de ces étapes donnera lieu à une publication.

IV Compétences

Les candidats potentiels doivent être titulaires d'un doctorat dans l'un des domaines suivants (sans préférence) : robotique, physique, microfluidique ou contrôle. Ils doivent également avoir une certaine expérience en sciences expérimentales.

Les compétences suivantes ne sont pas obligatoires mais constitueraient un atout pour les candidats :

- Expérience de la tension superficielle.
- Fabrication en salle blanche
- Simulation par méthodes des éléments finis, en particulier appliqué à la mécanique des fluides

V Environnement de travail

FEMTO-ST est une unité de recherche pluridisciplinaire associée au CNRS. Il s'agit de l'un des plus gros laboratoires en science et technologie en France (750 personnes y travaillent) qui possède des compétences scientifiques variées et notamment un savoir-faire reconnu internationalement dans le domaine de la microrobotique, de la manipulation et de la caractérisation à petites échelles. Le poste bénéficiera d'un environnement d'exception :

- La centrale de technologie dédiée à la microfabrication en salle blanche, [MIMENTO](#) permettra la fabrication des microdispositifs de ce projet. Elle est gérée par une équipe technique composée d'une quinzaine d'ingénieurs et de techniciens. Elle dispose d'un espace global de l'ordre de 1300 m², dont 865 m² de salle blanche (classe ISO 5 à 7). Elle est fait partie du réseau Renatech, qui regroupe les 5 plus grandes centrales françaises pour la recherche en microtechnologique.
- Le Centre de Micro et Nano Robotique ([CMNR](#)) offre un accès unique à des moyens de manipulation et de caractérisation pour la fabrication, l'assemblage et la caractérisation à petites échelles. En particulier, la station de micromanipulation en puces fluidiques permettra de mener l'ensemble des développements expérimentaux nécessaires au projet
- Des partenariats forts : Le projet Bioimp est formé d'un consortium pluridisciplinaire académique et industriel, du domaine de la santé et des microtechniques (EFS, CellQuest, RD Biotech, Diaclone, Med'Inn'Pharma, les laboratoires RIGHT et FEMTO-ST de l'Université Marie et Louis Pasteur et FC'innov)
- Une équipe projet dédiée : la personne recrutée sera encadrée au quotidien par 1 à 2 chercheurs / enseignants-chercheurs référents, et sera intégrée dans une équipe projet composée de 5 chercheurs / enseignants-chercheurs, et environ 7 ingénieurs / post doctorants directement rattachés au projet.
- Un environnement de travail international dans une ville agréable à vivre connectée aux grandes métropoles (à 2h de Paris en TGV, à 1h de Dijon en train, à 2h de Lausanne et de Lyon)

FEMTO-ST

L'institut FEMTO-ST est une Unité Mixte de Recherche associée au CNRS (UMR 6174) et à l'Université Marie et Louis Pasteur dont SUPMICROTECH est établissement-composante.

L'institut FEMTO-ST est un laboratoire de recherche public d'envergure mondiale de grande taille regroupant plus de 700 personnes relevant des domaines de l'ingénierie et des sciences informatiques. FEMTO-ST développe des nouvelles technologies/logiciels et des nouvelles connaissances scientifiques autour de cinq grandes priorités stratégiques : les sciences et technologies pour la santé, les sciences et technologies pour un développement durable, les micro-nano-technologies, les sciences du numérique et l'intelligence artificielle, les technologies quantiques.

Au sein du CNRS, l'institut FEMTO-ST est rattaché à l'institut CNRS-ingénierie et à CNRS-Sciences-Informatiques. FEMTO-ST développe des projets scientifiques de dimension internationale à la frontière des connaissances et soutient en particulier le développement de projets européens (ERC, Doctoral-Networks, Projets RDI Horizon Europe, etc.).



La recherche à l'institut FEMTO-ST s'effectue au sein des 26 équipes de recherche et est structurée en 7 départements :

- le département Automatique et Systèmes Micromécatroniques (AS2M),
- le département Energie (DE),
- le département Informatique des Systèmes Complexes (DISC),
- le département de Mécanique Appliquée (DMA),
- le département Micro Nano Sciences et Systèmes (MN2S),
- le département Optique (DO),
- le département Temps-Fréquence (TF).

Fort de la large palette de compétences présentes dans l'unité, FEMTO-ST cultive le développement de projets scientifiques pluridisciplinaires particulièrement originaux et compétitifs à l'échelle internationale. Cette capacité à générer des projets pluridisciplinaires transverses aux départements est une des signatures fortes de l'unité.

La qualité de la recherche à FEMTO-ST est également intimement liée aux dix plateformes technologiques qui offrent aux scientifiques un accès privilégié à un parc d'instruments scientifiques de niveau international dans l'ensemble des domaines d'excellence de l'unité. Fort de cet ancrage technologique, FEMTO-ST est largement impliqué dans l'innovation notamment via des innovations DeepTech issues de ses résultats de recherche.

De plus, FEMTO-ST offre un cadre de travail privilégié aux scientifiques en leur donnant l'accès aux diverses ressources nécessaires à leur activité qu'elles soient administratives ou techniques via des services communs supports mutualisés à l'échelle de l'institut et dont la performance est reconnue par une certification ISO9001.

Enfin, FEMTO-ST s'engage dans une démarche continue et volontaire de réduction de son impact environnemental et a entamé en 2024 une analyse de son impact carbone (BGES). Des premiers projets d'amélioration (2023-24) ont, par exemple, permis de réduire significativement la consommation énergétique des plateformes.

<https://www.femto-st.fr>

UNIVERSITÉ MARIE ET LOUIS PASTEUR

L'Université Marie et Louis Pasteur est un établissement public expérimental implanté en région Bourgogne-Franche-Comté. Il regroupe 22 composantes issues de l'ex-université de Franche-Comté, l'université de technologie Belfort-Montbéliard (UTBM) et SUPMICROTECH. Cinq partenaires sont associés à l'Université Marie et Louis Pasteur : l'École nationale supérieure d'arts et métiers (ENSAM) Campus de Cluny, le CHU de Besançon, le Crous BFC, l'établissement français du sang (EFS), L'École supérieure des technologies et des affaires (ESTA), et l'Institut supérieur des beaux-Arts de Besançon (ISBA). L'université Marie et Louis Pasteur, repose sur une histoire universitaire des plus anciennes de France démarrée en 1423. Elle compte aujourd'hui plus de 28 000 étudiants dont plus de 20% d'étudiants et stagiaires en provenance de l'Europe et du monde entier.

L'Université Marie et Louis Pasteur est structurée en 4 instituts pluri et interdisciplinaires couvrant l'ensemble de ses activités académiques et de service à la société : Technologies ; Sciences du Vivant, de l'Environnement et des Territoires ; Sciences Humaines et du Droit ; Sciences de la Santé et du Sport. Ces instituts contribuent à la stratégie de l'établissement et coordonnent l'ensemble des forces qui composent l'Université Marie et Louis Pasteur et associés, en articulant entre elles les logiques universitaires d'enseignement et de recherche et les logiques professionnelles. Le poste proposé s'inscrit pleinement dans l'Institut de Technologies.

