



INSTITUT DES SYSTEMÈS INTELLIGENTS ET DE ROBOTIQUE*

Projet de doctorat conjoint entre l'ISIR/Sorbonne Université & Uni. di Brescia

Sujet : Dispositifs microfluidiques et robotiques pour l'analyse, la manipulation et l'injection in vitro d'échantillons biologiques

Contexte : Le projet porte sur la manipulation robotique, la caractérisation et l'analyse d'échantillons biologiques tels que des cellules uniques isolées ou des œufs de petits animaux comme le poisson zèbre. L'objectif est de développer un nouvel instrument pour la biologie expérimentale afin de faciliter la recherche de médicaments à l'aide de technologies microfluidiques et robotiques.

L'étude de cas proposée est la micro-injection d'un réactif biologique dans des œufs et des cellules pour étudier le rôle de certains gènes et leur implication dans plusieurs maladies humaines. Habituellement, la micro-injection est effectuée manuellement sous un microscope et directement par l'opérateur. Les œufs sont transférés et injectés à travers un tube capillaire. La précision, la concentration et la détermination de l'opérateur sont essentielles et la procédure doit être exécutée rapidement. Par conséquent, le processus manuel échoue souvent et son efficacité est souvent très faible. Un élément essentiel pour l'automatisation est la mesure et le contrôle de la force d'interaction.

Objectif scientifique : Un premier objectif est l'intégration d'un capteur de force dans l'injecteur. Il sera basé sur le principe de la "compensation de position" : la force n'est pas estimée par une mesure passive de la déformation, mais activement, par la force nécessaire pour empêcher le déplacement. Le même dispositif pourra être utilisé pour la gamme des μN et des 100mN grâce à une adaptation et un contrôle purement électronique.

Le deuxième objectif concerne les techniques de manipulation individuelle et de transport de masse des échantillons. Un système robotique constitué des moyens microfluidiques de transport des échantillons et des effecteurs mécaniques associés est fourni. Des schémas de commande couvrant les phases de transfert, de téléopération ou de manipulation automatique seront développés, en utilisant la commande référencée par la vision, ainsi que les outils actifs mentionnés ci-dessus.

Le troisième objectif concerne l'interface homme/machine, où un opérateur peut contrôler intuitivement le système, agir sur des cellules en groupe ou isolées, programmer des actions répétitives, etc. par le biais d'un écran tactile, incluant également des informations en temps réel sur la manipulation, telles que la concentration chimique, les mesures et le comptage des échantillons, etc. Pour la phase d'injection, des méthodes de couplage et de comanipulation seront établies avec un retour de force vers l'opérateur, qui détectera le contact et la pénétration avec une interface haptique. Son geste sera utilisé par le système comme référence pour le traitement automatique d'autres échantillons.

Profil recherché : Profil Master / Ingénieur généraliste / Robotique / Commande / EEA ou Physique appliquée. Une expérience précédente en microrobotique ou en biologie sera très appréciée.

*L'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (Isir) est une Unité Mixte de Recherche (UMR7222) sous tutelle de [Sorbonne Université](#), du [CNRS](#) et de l'[Inserm](#) (ERL-U1150). Ce laboratoire de recherche pluridisciplinaire rassemble des chercheurs et enseignants-chercheurs relevant de différentes disciplines des Sciences de l'Ingénieur et de l'Information ainsi que des Sciences du Vivant.



Compétences requises : Autonomie / bilingue Anglais / Communication

Le candidat sera supervisé conjointement par les deux laboratoires et obtiendra un double doctorat des deux universités. Il devra passer environ la moitié de son temps à Brescia et l'autre moitié à Paris.

- **Directeur de thèse :** Giovanni Legnani
- **Co-direction éventuelle :** Sinan Haliyo
- **Collaboration dans le cadre de la thèse :** Sorbonne Université (18 mois) + Uni. Brescia (18 mois)
- **Durée de la thèse :** 36 mois
- **Laboratoire d'accueil :**
 - [ISIR](#) (*Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique*), Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris.
 - [STIIMA](#), Université de Brescia, Italie
- **Contact :**
 - **France :** sinan.haliyo@sorbonne-universite.fr ; mokrane.boudaoud@isir.upmc.fr
 - **Italie :** giovanni.legnani@unibs.it ; irene.fassi@stiima.cnr.it ; serena.ruggeri@stiima.cnr.it

**L'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (Isir) est une Unité Mixte de Recherche (UMR7222) sous tutelle de [Sorbonne Université](#), du [CNRS](#) et de l'[Inserm](#) (ERL-U1150). Ce laboratoire de recherche pluridisciplinaire rassemble des chercheurs.euse.s et enseignant.e.s-chercheur.euse.s relevant de différentes disciplines des Sciences de l'Ingénieur et de l'Information ainsi que des Sciences du Vivant.*