



## Sujet de Thèse

# Actionnement embarqué sur tube déformable: application aux robots continus pour des endomicroscopes actifs

Equipe MiNaRoB, Département AS2M, Institut FEMTO-ST

Mai 2013

## Contexte

L'institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies) est une Unité de Mixte de Recherche (UMR) de l'Université de Franche-Comté (UFC), du CNRS, de l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et de Microtechniques (ENSM), et de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM). L'institut FEMTO-ST est organisé en 7 départements thématiques qui sont Automatique et Systèmes Micromécatroniques (AS2M), Energie, Informatique des Systèmes Complexes (DISC), Mécanique Appliquée (DMA), Micro Nano Sciences et Systèmes (MN2S), Optique (DOPT) et Temps Fréquence (TF). L'effectif total de FEMTO-ST est aujourd'hui d'environ 650 personnes dont 325 permanents (230 chercheurs et enseignants chercheurs et 95 ingénieurs, techniciens et administratifs). L'autre moitié est composée de doctorants et postdoctorants qui parachèvent leur parcours par une formation de haut niveau par la recherche.

Dans le cadre du Laboratoire d'Excellence **ACTION**<sup>1</sup>, le département AS2M, et plus particulièrement l'équipe Micro-/Nano-Robotique Biomédicale (MiNaRoB), est un acteur majeur sur le démonstrateur 4. Ce dernier se focalise sur la réalisation d'un endomicroscope actif doté de fonctionnalités optiques et chirurgicales robotisées ("*Smart Endomicroscope*") qui doit comporter une extrémité actionnée pour offrir une bonne dextérité au praticien.

Cette thèse s'inscrit aussi pleinement dans **Biom'@x** (axe transverse en biomédical) au sein de FEMTO-ST, qui bénéficiera d'une visibilité nationale et internationale tout en ayant une vision trans-disciplinaire des métiers de la recherche dans le domaine de la santé.

## Objectifs

Le travail demandé dans cette thèse se concentre sur la conception, la modélisation et la commande de tube déformable à actionnement embarqué pour l'endomicroscope. Comme dans le cas des tubes déformables concentriques à actionnement déporté (Fig. 1), le tube actionné constitue ainsi un robot continu [1, 2] dont les degrés de liberté, les courses, la dynamique du mouvement et les forces de blocage dépendent du choix des actionneurs et de leur placement le long du tube.

L'intégration des actionneurs et des capteurs doit laisser le canal opérateur libre pour faciliter l'accès à la partie distale du robot.

1. <http://labex-action.fr/>

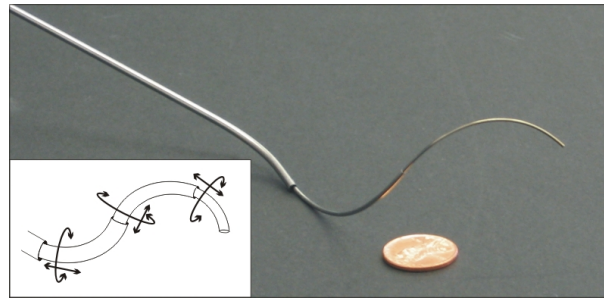


FIG. 1 – Tubes déformables concentriques à actionnement déporté [1].

## Méthodologies

Le ou la candidate sera amenée à utiliser les approches multiphysiques en vue de la conception du robot continu à actionnement embarqué. Ce dernier représente parfaitement l'objet mécatronique qui combine la flexibilité de sa structure mécanique, la disposition des actionneurs et des capteurs, la nécessité de mettre en place une commande avancée pour assurer les précisions de positionnement et d'orientation. L'utilisation de la bibliothèque **SOFA**<sup>2</sup> est envisagée pour intégrer le modèle et effectuer les simulations médicales.

Des méthodes d'optimisation à la fois topologique et cinématique de la structure des tubes doivent être appliquées avec des contraintes de déformation maximale et de raideur. Le but final étant de générer des forces de blocage suffisantes lors des interventions nécessitant des contacts avec l'environnement. Ceci sera fait en lien avec le choix du micro-actionnement et des modalités de perception proprioceptive (micro-capteurs), par exemple à base de polymères électroactifs.

Du point de vue commande, le ou la candidate devra choisir dans la littérature une structure de commande capable d'assurer la précision de positionnement, la répétabilité et la stabilité du mouvement. En effet, la qualité du rendu des systèmes de biopsies dépend des performances du robot porteur. Une commande articulaire sera dans un premier temps mise en oeuvre puis une boucle de commande de haut niveau peut être mise en place pour la stabilisation du bout de l'endoscope.

## Profil requis

Etudiant-e en master 2 ou élève ingénieur-e en dernière année ayant une formation en mécanique ou mécatronique. Il ou elle doit être à l'aise sur l'utilisation du logiciel de simulation multiphysique type COMSOL ou ANSYS. La connaissance du logiciel MATLAB et/ou de la programmation C/C++ serait un plus.

Ouvert-e d'esprit, il ou elle sera amenée à travailler en équipe et doit être capable de communiquer aisément. A l'écoute, dynamique et persévérant pour mener un travail de recherche sur 3 ans.

2. <http://www.sofa-framework.org/>

## Contacts

Directeur de thèse

Nicolas ANDREFF

Professeur des Universités

Université de Franche-Comté

[nicolas.andreff@femto-st.fr](mailto:nicolas.andreff@femto-st.fr)

03 81 40 28 09

Equipe MiNaRoB (Micro-/Nano-Robotique Biomédicale)

Département AS2M (Automatique et Systèmes Micro-Mécatroniques)

Institut FEMTO-ST

24 rue Alain Savary, 25000 Besançon

Co-encadrant

Kanty RABENOROSOA

Maître de Conférences

ENSMM

[rkanty@femto-st.fr](mailto:rkanty@femto-st.fr)

03 81 40 28 13

## Modalités de candidature

Les candidats devront envoyer une lettre de motivation, un CV et leur relevés de notes (M1 et M2 ou 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs) sous forme de fichier unique en PDF aux adresses suivantes: [nicolas.andreff@femto-st.fr](mailto:nicolas.andreff@femto-st.fr) et [rkanty@femto-st.fr](mailto:rkanty@femto-st.fr)

## Calendrier

Date limite de candidature: 30 mai 2013

Classement par le laboratoire: 10 juin 2013, après audition des candidats

Classement par l'École Doctorale SPIM: 20 juin 2013

## Références

- [1] R. J. III Webster, J. M. Romano, , and N. J. Cowan. Mechanics of precurved-tube continuum robots. *IEEE Transactions on Robotics*, 25:67–78, 2009.
- [2] S. Bousquet and J. Szewczyk. Steerable structure of catheter or endoscope. *No US/2009/0079821*, 2009.