




M2 Physics of Complex Systems (i-PCS) : Proposition de stage 2018-2019

Laboratoires :	Laboratoire Jean Perrin UMR 8237 (LJP) T32-33 4 ^e http://www.labos.upmc.fr/ljp/?article12	Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique UMR 7222 (ISIR) T55-65 Pyramide,
	 UFR 925 (Physique)	 UFR 919 (Ingénierie)
	Sorbonne Université et CNRS, 4 place Jussieu, 75005 PARIS	
Directeurs	Didier CHATENAY	Raja CHATILA
Responsables :	Jean COGNET (LJP) 01.44.27.47.12	Sinan HALIYO (ISIR) 01.44.27.63.84
e-mail	jean.cognet@sorbonne-universite.fr	sinan.haliyo@sorbonne-universite.fr

Construction théorique d'une description générale multi-échelle des chaînes cinématiques**Projet scientifique :**

Contexte : Les formalismes de description des chaînes cinématiques et des robots manipulateurs peuvent s'adresser aussi bien aux chaînes de biopolymères (protéines, acides nucléiques ADN et ARN), et les approches de modélisation pour un domaine ouvrent des perspectives pour l'autre.

Une première approche très efficace consiste à décrire leurs conformations comme une poutre flexible, figurée par un ruban, au moyen de la théorie d'élasticité non-linéaire [Santini *et al.* 2009, Baouendi *et al.* 2012]. Nous disposons maintenant d'un système analytique interactif robuste capable de générer toutes les solutions du problème de repliement des poutres flexibles [Amline *et al.* 2017, 2018] (Cf. références téléchargeables sur le site web ci-dessus).

Une autre approche consiste à décrire leurs conformations par des trajectoires de chaînes cinématiques infinies. Nous avons montré que ces deux descriptions infinies, continue (poutre), et discrète (chaîne de biopolymère), ont les mêmes caractéristiques géométriques, ce qui donne un moyen d'équivalence entre elles.

Objectif du stage : La première étape consiste à finaliser les correspondances détaillées entre ces deux descriptions. Puis il s'agit d'en explorer les implications et de développer les applications spécifiques, en robotique ou en simulation des biopolymères (robotique molle / continue, manipulateurs déformables, systèmes à câble, endoscopes...), ou des applications génériques comme le calcul de vraies splines (à partir de solutions de l'élasticité non-linéaire des poutres, et non d'ajustements polynomiaux par morceaux). « Vraies » car ces objets géométriques très utilisés en biologie seront aussi des objets physiques et mécaniques précis qui permettent le rabotage, et qui minimisent l'énergie, et « actives » car elles peuvent être soumises à des interactions à la disposition des utilisateurs pour toutes les questions de modélisations de toutes tailles: reconnaissance, interaction, docking.

Ces approches de modélisation ouvrent sur de nouvelles perspectives aussi bien pour la conception et la commande de robots que pour la manipulation interactive des biopolymères par la virtualisation moléculaire avec retour haptique.

Techniques utilisées : Modélisation mathématique et mécanique sur ordinateur avec *Mathematica*.

Qualités du candidat requises : étudiant de Master d'Ingénierie ou de Physique, un élève ingénieur, souhaitant explorer un sujet théorique à l'interface de la mécanique et de la biophysique.

Rémunération éventuelle du stage :	Oui
Possibilité de poursuivre en thèse ?	Oui
Si oui, mode de financement envisagé :	Subvention incitative de coopération inter UFR SU