

INSTITUT PASCAL - Axe M3G

Directeurs de thèse :

Frédéric Chapelle (MCF HDR), frederic.chapelle@sigma-clermont.fr

Yuri Lapusta (PU), yuri.lapusta@sigma-clermont.fr

Jean-Jacques Lemaire (PU/PH), jjlemaire@chu-clermontferrand.fr

Titre du sujet de thèse

Étude des interactions multiphysiques matière biologique-dispositif neurochirurgical pour la conception robuste d'outils chirurgicaux moins invasifs

Résumé du sujet de thèse :

La conception de systèmes mécaniques pour la neurochirurgie nécessite la prise en compte des interactions avec l'environnement rencontré en cours d'utilisation. L'intégration des échanges de natures multiples (mécaniques, thermiques, chimiques), prenant place à l'échelle de la couche externe des systèmes et de la couche de l'environnement en contact, est pourtant encore peu investiguée dans le domaine de la biomécanique. Ce manque limite l'utilisation de processus de conception robuste pour les dispositifs de stimulation et de réparation de tissus biologiques. Nous avons notamment montré par le passé leur importance fondamentale lors de la pose d'électrodes dans le tissu hétérogène et multicouche du cerveau. De même, l'impact des composants moléculaires relargués a des effets notables sur leur biocompatibilité à long terme et le fonctionnement du système nerveux central.

Le sujet de cette thèse s'inscrit dans une démarche de développement de la conception robuste en biomécanique. Le doctorant recruté travaillera à une solution au premier enjeu de cette démarche, qui est de maîtriser les interactions multiphysiques existant entre la matière biologique et le matériau d'un dispositif inséré. Pour cela il développera la méthodologie suivante :

- Synthèse des caractéristiques multiphysiques (mécaniques, thermiques, et chimiques) mentionnées dans la littérature sur le cerveau.*
- Modélisation des interactions de friction et de percolation qui sera réalisée à l'aide d'un logiciel de simulation multiphysique.*
- Ce modèle numérique sera complété par une finalisation d'un modèle physique de l'organe (fantôme) prenant en compte ces éléments.*
- Enfin, en fonction de l'état d'avancement, construction des premiers éléments de la conception robuste en quantifiant et analysant la variabilité de précision d'insertion de dispositifs le long de trajectoires, en fonction de gradient des propriétés physiques de leurs matériaux constitutifs. Une métrique d'évaluation en sera extraite.*

Ces travaux permettront dans le futur une ouverture à un développement plus performant d'électrodes ou d'actionneurs de dispositifs spécifiquement destinés à une immersion dans un environnement biomécanique, particulièrement au regard de leur biocompatibilité. Ils serviront de plus à l'éducation, entraînement, et planification de gestes opératoires.