

Sujet de Master2 : Modélisation bio-mécanique des tissus cérébraux

Responsables du
stage de [Fabrice Jaillet](#)
recherche

Résumé Mots clés : Simulation physique d'objets 3D déformables. Informatique Graphique Imagerie Médicale. Analyse numérique. Méthode des éléments finis.

Ce travail porte sur la modélisation bio-mécanique des tissus mous. La simulation numérique des déformations permet de prendre en compte les déformations subies en peropératoire par les structures cérébrales, (phénomène du brainshift), et qui affecte notamment le cortex, la tumeur et les ventricules. Le caractère peu prévisible de ces déformations dues à un nombre de facteurs importants (gravité, perte de LCS, entre autres...), rend essentiel de disposer d'une simulation per-opératoire de qualité [1]. La résolution des problèmes couplés fluide/structure a typiquement toujours été de traiter le problème comme un seul et unique système à résoudre, ce qui rend l'implémentation numérique inefficace et coûteuse. Dans [2], quelques indications sur ce sujet ont été données. Dans une deuxième étape, il est nécessaire de simuler les déformations des tissus mous du cerveau, et ses interactions avec le liquide cébrospinal. Peu de littérature existe dans ce domaine, et souvent les performances ne permettent pas son utilisation en per-opératoire. Nous avons donc réalisé l'analyse en éléments finis de ce problème, dans lequel nous avons choisi une description linéaire de la partie solide. Nous avons considéré le cas d'un fluide homogène, pour lequel les vitesses sont faibles, ce qui est une bonne estimation du comportement du LCS. Pour un solide élastique (ou non), le problème est décrit sous forme de déplacements (u), mais pour le fluide nous avons choisi une formulation en potentiel et en pression (f,p), qui présente un certain nombre d'avantages par rapport à la description en déplacements. Le premier intérêt est la simplicité de la formulation au niveau de la discrétisation : elle autorise un couplage linéaire entre le solide et le fluide, là où une formulation quadratique est requise pour l'équation de Stokes classique [2].

Ce stage se déroulera en collaboration avec G. BARRENECHEA, de l'Université Strathclyde (Écosse). La complémentarité entre les deux groupes, au travers des disciplines de l'analyse numérique et de l'informatique graphique, permettra de lever un certain nombre de verrous scientifiques et techniques.

[1]. Araya, Barrenechea, Galdames, Jaillet and Rodríguez: Adaptive mesh and finite element analysis of coupled fluid/structure: application to brain deformations , SURGETICA'2007, pp 117-121

[2]. Araya, Barrenechea, Jaillet and Rodríguez: Finite-element analysis of a static fluid-solid interaction problem. IMA J. of Numerical Analysis, vol 31, pp 886-913, 2011.