

PhD Université de Grenoble Alpes

*Modélisation biomécanique de la contraction musculaire :
Application à la chirurgie oro-faciale assistée par ordinateur.*

Laboratoires TIMC-IMAG et Gipsa-lab (Grenoble)
Entreprise ANSYS France (Lyon)

Un partenariat entre l'Entreprise ANSYS France et deux laboratoires grenoblois de l'Université Grenoble Alpes et du CNRS permet de recruter dès la rentrée prochaine (automne 2017), et pour une durée de 3 ans et 6 mois, un doctorant pour une thèse dans le domaine de la modélisation biomécanique avec un champ d'application dans le domaine biomédical.

Contexte :

La modélisation du comportement biomécanique des muscles constitue aujourd'hui un enjeu scientifique très important dans le champ de la biomécanique humaine. Elle vise à développer des modèles de matériaux actifs capables de générer de la force de manière contrôlée en réponse à une commande de contraction, et à décrire avec toujours plus de réalisme les modifications des caractéristiques élastiques passives des tissus musculaires induites par les mécanismes sous-jacents à la production de la force. Cette question a aussi des implications importantes dans le domaine de la médecine, où les médecins cherchent à comprendre et à prédire aussi fidèlement que possible les conséquences de blessures ou de chirurgies portant atteinte à l'intégrité du muscle.

La prise en compte de ces prédictions dans le planning chirurgical fait partie des objectifs de ce qu'il est convenu d'appeler les « *Gestes Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur* » (GMCAO) qui sont en plein essor, en réponse à une forte demande médicale. Pour intégrer, dans des protocoles de GMCAO, le comportement mécanique d'une structure anatomique déformable, des outils de modélisation biomécanique doivent être mis en jeu. L'objectif de cette modélisation est la simulation puis la prédiction des déformations de la structure en réponse à des contraintes internes et/ou externes. Les chercheurs du laboratoire TIMC-IMAG ont en particulier développé des modèles biomécaniques de plusieurs organes du corps humain, parmi lesquels le cerveau, la face, les voies aériennes supérieures, le cœur, l'appareil respiratoire, le foie, la prostate, les tissus mous fessiers, les genoux, hanches et pieds. Certains organes sont déformés suite à des activations musculaires, avec par exemple la flexion du genou ou de la cheville dans le cadre de structures musculo-squelettiques, ou les déformations de la langue, de la face ou du cœur dans le cas d'organes eux-mêmes constitués de tissus musculaires. Dans ce dernier cas, les muscles font partie intégrante de l'organe ; ils sont ainsi eux-mêmes déplacés et déformés par leurs activations musculaires.

Si la modélisation des organes mous dans un cadre de GMCAO a déjà été largement explorée, peu de travaux ont cherché à modéliser les muscles à l'intérieur d'organes comme la face, la langue ou le cœur et à utiliser ces modèles pour prédire les conséquences fonctionnelles de gestes médico-chirurgicaux. Le sujet de recherche proposé est donc d'une grande actualité scientifique et ses implications sociétales sont d'une indéniable richesse.

Projet de recherche :

Ce projet de recherche doctorale se situe dans le cadre d'une collaboration entre les laboratoires TIMC-IMAG / Gipsa-lab et l'entreprise ANSYS, leader mondial des logiciels de simulation par éléments finis. Il se situera dans le cadre d'un CDD de 6 mois puis d'un contrat de thèse CIFRE financé par ANSYS.

L'étudiant devra implémenter dans les lois matériaux spécifiques ANSYS un modèle d'activation musculaire s'inspirant de la littérature. Ce modèle sera ensuite utilisé dans les modèles biomécaniques de langue et de face développés par les laboratoires TIMC-IMAG et Gipsa-lab puis évalué dans un contexte de chirurgie oro-faciale assistée par ordinateur, comme par exemple la modélisation de chirurgies linguales et de leur impact sur la mobilité de la langue. Pour ce type de chirurgies, une modification de la géométrie linguale, consécutive à l'ablation d'une tumeur cancéreuse ou à la correction chirurgicale d'une malformation, peut altérer la mobilité linguale et affecter des fonctions basiques telles la mastication et la déglutition ainsi que la qualité de vie des personnes concernées lorsque la parole est atteinte. Lorsque la résection entraîne des pertes de volume importantes, le recours à des tissus prélevés localement ou à distance, appelés lambeaux, est fréquent. La nature de ces lambeaux (et en particulier leur rigidité) peut influencer sur la mobilité de la langue (Figure 1). Le volume du tissu musculaire retiré lors de la résection peut également avoir un impact sur la mobilité linguale post-opérative.

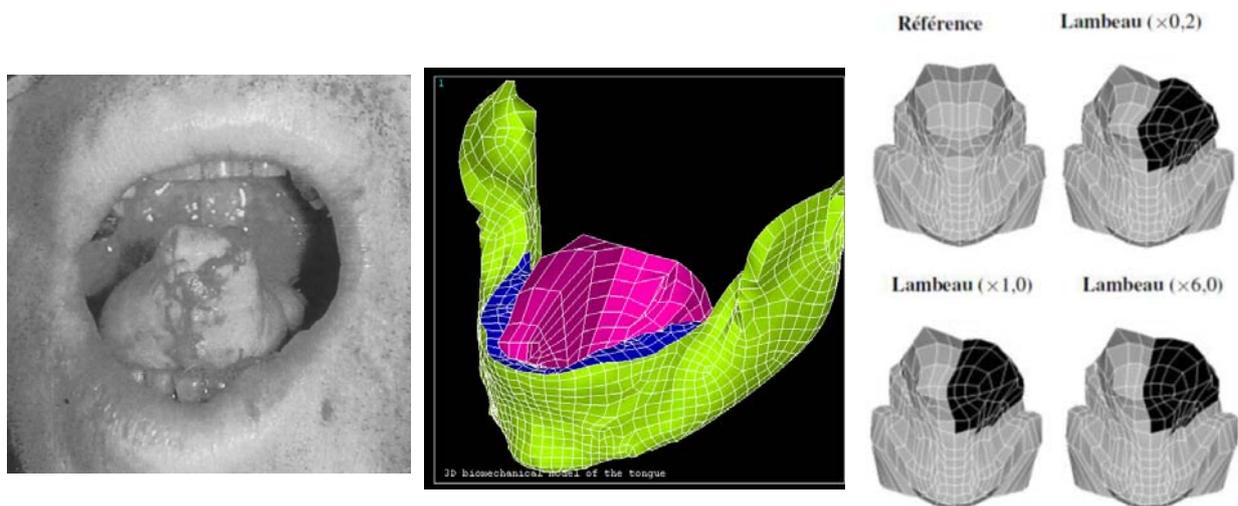


Figure 1. Simulation des conséquences d'une hémiglossectomie. Exemple de transfert d'un lambeau (à gauche) ; Modélisation d'une hémiglossectomie gauche (au centre) ; simulation des déformations de la langue (à droite) en fonction de la rigidité du lambeau (partie noire).

Un des objectifs du travail de recherche consistera ainsi à évaluer différents scénarios de comportement du muscle lorsque celui-ci est sectionné suite à une chirurgie. Le travail réalisé au cours de cette thèse sera également profitable aux projets de recherche impliquant la modélisation biomécanique des tissus mous de la face et du cœur, avec ici aussi une focalisation sur la prédiction des conséquences fonctionnelles post-chirurgicales.

COMPETENCES : Intérêt pour la modélisation des phénomènes physiques, ANSYS structural, capacités en programmation informatique (C/C++), traitement d'image, autonomie, esprit d'analyse.

LIEU : Université Grenoble Alpes

CONTACTS : Yohan.Payan@imag.fr – Jacques.Ohayon@imag.fr (TIMC-IMAG)
pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr (Gipsa-lab)
Michel.Rochette@ansys.com (ANSYS)