

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne  
ICB UMR CNRS 6303, icb.u-bourgogne.fr

Proposition de stage de Master 2 ou PFE Ingénieur

## Simulation biomécanique, fondée sur IRM, du comportement dynamique des organes pelviens

Encadrants : Madame Dominique Chamoret, Pr. Sébastien Roth & Marc-Emmanuel Bellemare (LIS)

Contacts : dominique.chamoret@utbm.fr, [sebastien.roth@utbm.fr](mailto:sebastien.roth@utbm.fr), marc-emmanuel.bellemare@lis-lab.fr

### Sujet :

Dans le cadre d'un projet de recherche concernant la modélisation de la dynamique des organes pelviens, nous nous intéressons particulièrement à la déformation d'organes à tissus mous [1]. Ce projet développé en collaboration avec le service de chirurgie digestive du CHU La Timone (APHMarseille) et l'équipe ICB-COM (UTBM) vise à terme la réalisation d'un simulateur de la dynamique des organes pelviens utile à la préparation du geste chirurgical. A partir de l'exploration IRM volumique un modèle géométrique 3D maillé est construit. Il s'agit de « plonger » ce modèle dans un environnement de simulation biomécanique pour tester des lois de comportement hyper-élastique (Mooney-Rivlin, Ogden, Yeoh...). L'imagerie IRM 2D dynamique permet d'observer le comportement des organes en charge dans le plan médian sagittal. Une méthode basée sur les Large Deformation Diffeomorphic Metric Mapping (LDDMM) permet de suivre des points spécifiques sur les contours se déformant [2]. Ces mêmes points seront suivis sur les modèles simulés. Les expériences de simulation seront évaluées par comparaison des résultats de simulation avec les séquences observées grâce à l'IRM (Figure). Les conditions limites et les caractéristiques mécaniques seront celles disponibles dans la littérature associées à nos hypothèses expérimentales, ces questions étant particulièrement ouvertes.

Les notions fondamentales concernent les interactions entre modèles maillés pour la gestion des collisions et le respect de contraintes mécaniques (conservation du volume...). Les développements seront produits avec une plateforme dédiée à la simulation.

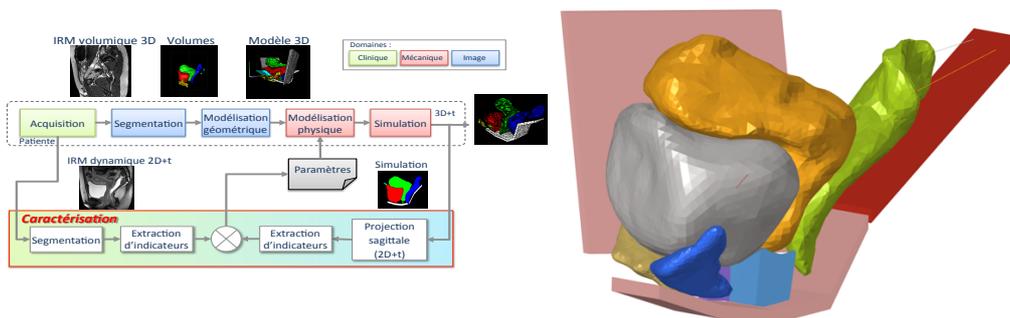


Figure : à gauche organisation du projet – à droite une visualisation du maillage

### Contexte de travail :

Le stage se déroulera entre Février 2024 et Juillet 2024, essentiellement dans les locaux de :

- Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (Site Sévenans)
- ICB UMR 6303, CNRS, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Département COMM (Conception, Optimisation, Modélisation en Mécanique), UTBM.

Le transfert de « savoir-faire » pourra induire des séjours à Marseille au laboratoire d'informatique et des systèmes (LIS) dans l'équipe Images & Modèles sur le campus de St Jérôme (LIS UMR 7020, [www.lis-lab.fr](http://www.lis-lab.fr)).

La gratification d'usage (de l'ordre de 600€) sera perçue. Une poursuite en thèse pourrait-être envisagée.

### Profil recherché :

Le candidat ou la candidate sera intéressé(e) par un projet pluridisciplinaire et par l'imagerie médicale. Il ou elle sera de préférence issu de formation de master 2 ou master Ingénieur en mécanique numérique. Des compétences en simulation mécanique, en mathématiques appliquées ou dans le développement de jeux vidéo seront particulièrement appréciées. Une expérience de la programmation avec l'environnement python serait un plus.

### Références :

[1] Augustin C. Ogier, Stanislas Rapacchi, Marc-Emmanuel Bellemare, "Four-dimensional reconstruction and characterization of bladder deformations", Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol 237, 2023-04, doi: 10.1016/j.cmpb.2023.107569

[2] Mehdi Rahim, Marc Emmanuel Bellemare, Rémy Bulot, Nicolas Pirro : A diffeomorphic mapping based characterization of temporal sequences: Application to the pelvic organ dynamics assessment. Journal of Mathematical Imaging and Vision, 47:151–164, 9 2013.