

Analyse du comportement biomécanique in vivo du genou fléchi ou en charge via une IRM ouverte et verticalisable

Responsable de Stage : Gilles Dusfour (CHU Montpellier, CARTIGEN), Simon Le Floc'h (Université Montpellier, LMGC), Christian Jorgensen (CHU Montpellier, IRMB)

Mots clé : Segmentation atlas based, genou, ménisque, biomécanique, cartilage, ligaments, déformation, cinématique.

Laboratoires d'accueil : Plateforme CARTIGEN-CHU, LMGC, IRMB

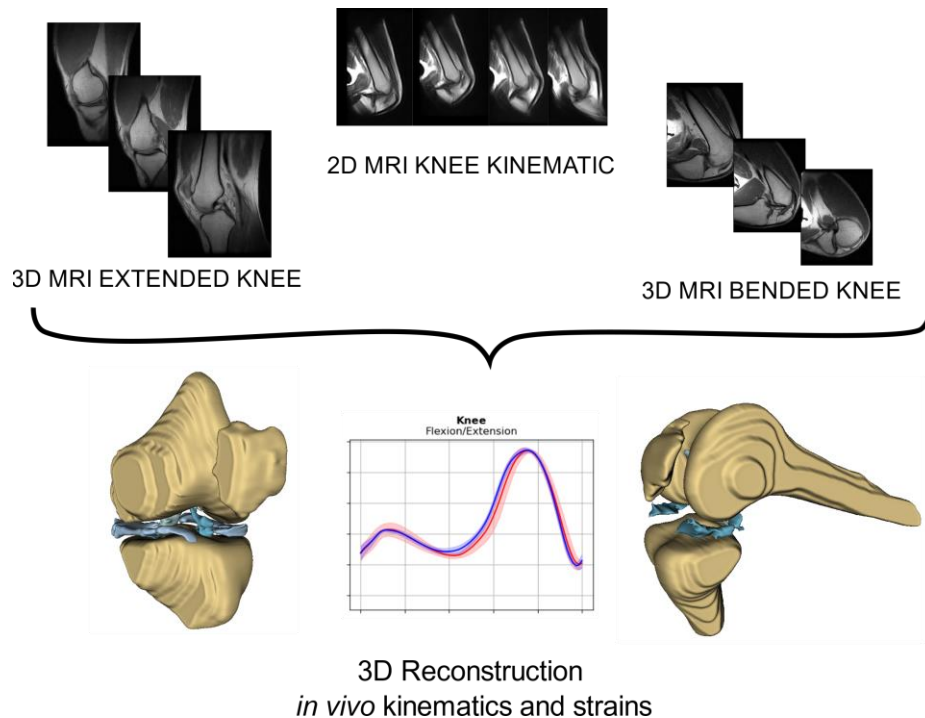
<https://www.chu-montpellier.fr/fr/cartigen> ; <http://www.lmgc.univ-montp2.fr/spip.php?article91> ; <https://irmb-montpellier.fr/>

Démarches pour postuler : Envoyer CV+ Lettre de motivation à g-dusfour@chu-montpellier.fr , Gratification selon législation en vigueur

L'imagerie par résonance magnétique a été largement utilisée en milieu clinique pour détecter des troubles de l'articulation du genou de manière non invasive via des séquences T1 ρ et T2*. A ce jour, quelques études scientifiques se sont employées à étudier l'articulation du genou en charge [1,2] ou plié [3] d'un point de vue biomécanique. Cependant, ces études reposent soit sur des dispositifs de chargement non naturel soit sur des échantillons de genou *ex vivo*. De plus ces études reposent sur des outils de segmentations manuelles nécessitant un temps humain important. Enfin, l'ensemble de ces études se concentre exclusivement soit sur le comportement du ménisque soit sur celui du cartilage fémoral.

A notre connaissance, aucune étude scientifique ne s'est employée à étudier la cinématique et la morphologie des différents corps mous du genou lors d'un mouvement de flexion en charge. L'objectif principal de ce stage est de développer une approche expérimentale et numérique afin de décrire la cinématique et les variations morphologiques des différents corps mous du genou *in vivo* lors d'un mouvement de flexion sagittale. Pour ce faire l'étudiant, en collaboration avec l'ingénieur de recherche de la plateforme CARTIGEN, devra développer un protocole expérimental permettant de maximiser le ratio résolution spatiale / temps d'acquisition afin de maximiser le nombre d'acquisition dans un laps de temps donné. Les différentes acquisitions permettront d'imager le patient dans les positions suivantes : couché, debout, couché genou plié (différent angle : 30°, 60°, 90°, 120°), debout genou légèrement plié. De plus, l'étudiant devra aussi adapter les outils de segmentation open-source « atlas-based » [4,5] pour développer un outil numérique de segmentation automatique des images DICOM issues de l'IRM en charge.

Le sujet de stage s'inscrit dans le développement de la plateforme CARTIGEN dont l'objectif est la réhabilitation de la mobilité pour des patients atteints de pathologies musculosquelettiques, et qui dispose d'une IRM 0.25T GSCAN ESAOTE. Le développement d'un logiciel de segmentation du genou dans différentes configurations, via des images IRM, permettra la création d'une base de données et une identification de la biomécanique *in vivo*. Ce stage s'inscrit aussi dans une collaboration avec l'équipe BIOTIC du laboratoire de mécanique et de génie civil de Montpellier (LMGC) où une thèse sur la création de modèle numérique de genou, afin d'en modéliser la décharge via des orthèses, a débuté en octobre 2021.



Missions:

- Développement et adaptation des outils de segmentation existant (pykneer : <https://sbonaretti.github.io/pyKNEEr/>, et https://gitlab.com/vvr/OActive/knee_segmentation_tools)
- Identification des séquences IRM permettant d'optimiser le ratio résolution spatiale/temps d'acquisition → Minimiser le temps d'acquisition afin de se rapprocher de position naturelle (genou en charge).
- Analyser la précision de l'outil de segmentation vs segmentation manuelle par des professionnels santé/biomécanique
- Analyser les variations morphologiques des différents corps mous du genou (ménisque, cartilage, ligaments) pour les trois positions explorées (Debout genou tendu, couché genou tendu, couché genou tendu)
- Réaliser l'acquisition d'image IRM du genou sur sujet sain en position couché/débout et couché-genou-fléchi, sous la supervision de Gilles Dusfour

Compétences requises

- Biomécanique, Anatomie humaine
- Programmation python
- Analyse de données
- Anglais écrit

Bibliographie:

- [1] Schwer, J., Rahman, M. M., Stumpf, K., Rasche, V., Ignatius, A., Dürselen, L., & Seitz, A. M. (2020). Degeneration Affects Three-Dimensional Strains in Human Menisci: In situ MRI Acquisition Combined With Image Registration. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 1106.
- [2] Wang, H., Koff, M. F., Potter, H. G., Warren, R. F., Rodeo, S. A., & Maher, S. A. (2015). An MRI-compatible loading device to assess knee joint cartilage deformation: Effect of preloading and inter-test repeatability. *Journal of biomechanics*, 48(12), 2934-2940.
- [3] Yao, J., Lancianese, S. L., Hovinga, K. R., Lee, J., & Lerner, A. L. (2008). Magnetic resonance image analysis of meniscal translation and tibio-menisco-femoral contact in deep knee flexion. *Journal of Orthopaedic Research*, 26(5), 673-684.
- [4] Bonaretti, S., Gold, G. E., & Beaupre, G. S. (2020). pyKNEEr: An image analysis workflow for open and reproducible research on femoral knee cartilage. *Plos one*, 15(1), e0226501.
- [5] Nikolopoulos, F. P., Zacharaki, E. I., Stanev, D., & Moustakas, K. (2020). Personalized knee geometry modeling based on multi-atlas segmentation and mesh refinement. *IEEE Access*, 8, 56766-56781.