



<b>Etablissement</b>	Université Claude Bernard Lyon 1 (en collaboration avec l'Université d'Evry Paris-Saclay et l'Université Sorbonne Paris-Nord)
<b>Type de contrat</b>	Stage de M2 à partir de mars 2024 pour 5 ou 6 mois
<b>Titre</b>	Reconstruction des configurations initiales des tissus mous : Une application aux artères pathologiques
<b>Domaine</b>	Mécanique/ Biomécanique/ Biomédical
<b>Candidat</b>	Master 2- Ingénieur en mécanique/ biomécanique
<b>Contact</b>	<a href="mailto:zeinab.awada@univ-lyon1.fr">zeinab.awada@univ-lyon1.fr</a> <a href="mailto:boumediene.nedjar@univ-evry.fr">boumediene.nedjar@univ-evry.fr</a> <a href="mailto:ramtani@univ-paris13.fr">ramtani@univ-paris13.fr</a>
<b>Lieu de stage</b>	Laboratoire de biomécanique et mécanique de chocs UMR_T9406, Bron

### Contexte :

Le corps humain, y compris ses différentes sous-parties, est rarement dans un état neutre. On cite l'exemple des tissus et des organes comprimés sous l'effet de la gravité, la peau soumise à de la pré-tension et les systèmes pressurisés tel que le cœur. Cependant, la modélisation du comportement mécanique nécessite souvent la connaissance de la géométrie à l'état libre. Contrairement aux tissus durs où ces efforts induisent des petites déformations, les tissus mous peuvent subir de grandes déformations que l'on ne peut négliger dans l'étude de leur comportement. Ainsi, il s'avère important de reconstruire une configuration libre de contraintes pour décrire correctement ces milieux.

Ce stage portera sur l'identification des géométries initiales de tissus mous soumis à des efforts mécaniques, notamment des pré-contraintes. Le cadre des transformations finies est a priori assumé en raison de possibles grandes variations géométriques. L'échelle de la modélisation est celle du continuum, macroscopique. Dans un premier temps, on explorera la littérature portant sur la théorie des problèmes inverses et on développera un cadre de modélisation valable pour des matériaux non-homogènes. On conduira, dans un second temps, des études numériques afin de valider l'implémentation du modèle par éléments finis. Dans un deuxième temps, on confrontera ce modèle au cas particulier des artères qui présentent des géométries relativement simples et beaucoup étudiées dans la littérature. On envisagera également d'améliorer le cadre de modélisation, entre autres, en prenant en compte les trois sous-couches de la paroi artérielle, l'anisotropie due à l'orientation des fibres de collagènes, etc.

**Mots clés :** Transformations finies inverses, modélisation, éléments finis, milieux non-homogènes.

### Références :

1. Skatulla, S., Sansour, C., Familusi, M., Hussan, J., & Ntusi, N. (2023). Non-invasive in silico determination of ventricular wall pre-straining and characteristic cavity pressures. *arXiv:2308.00461*.
2. Sigaleva, T., Destrade, M., & Di Martino, E. S. (2019). Multi-sector approximation method for arteries: the residual stresses of circumferential rings with non-trivial openings. *Journal of the Royal Society Interface*, 16(156), 20190023.
3. Sommer, G., Benedikt, C., Niestrawska, J. A., Hohenberger, G., Viertler, C., Regitnig, P., ... & Holzapfel, G. A. (2018). Mechanical response of human subclavian and iliac arteries to extension, inflation and torsion. *Acta biomaterialia*, 75, 235-252.

**Candidat :**

Le stage s'adresse à des étudiants en master 2 recherche et/ou en fin de cursus d'école d'ingénieur.

Plus précisément, un profil incluant les aspects suivants est recherché :

- Formation en mécanique /biomécanique,
- Bonnes bases en mécanique des milieux continus,
- Connaissances en modélisation par éléments finis,
- Expérience pratique d'un solveur de calcul EF,
- Connaissance en programmation (Python ou Fortran),
- Revue bibliographique et littérature scientifique.