

Sujet de stage 2025

Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (M2P2) – Université d’Aix-Marseille

Titre du stage : Caractérisation matériau et implémentation numérique de la fibrose et la calcification de valves aortiques natives et de bioprothèses de valves aortiques.

Contexte :

La sténose aortique est une obstruction du flux sanguin du ventricule gauche vers l’aorte due à une perte de mobilité des feuillets de la valve aortique, conséquence du développement de fibrose et de calcifications. C’est une maladie qui touche plus de 2% de la population dans les pays à hauts revenus [1]

La simulation numérique de valves aortique calcifiées à différents niveaux de sévérité permettrait à l’avenir de prédire l’évolution de la sténose et la durabilité des bioprothèses de valves aortiques. Certaines études réalisent déjà des simulations numériques utilisant des modélisations de valves calcifiées avec des maillages 3D [2]. Cependant, l’utilisation de maillages 2D pour la valve présente certains avantages afin de réaliser les simulations numériques en interaction fluide structure et pour appliquer des algorithmes de dégradation.

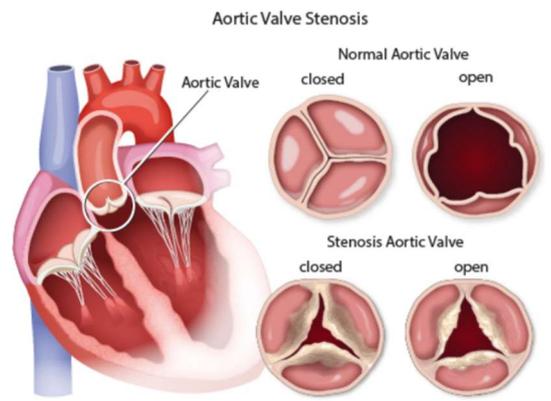
L’objectif de ce stage est de réaliser une modélisation élément finis de valve calcifiée utilisant des éléments 2D. Une étude sur la caractérisation matériau des tissus de valve sera donc nécessaire, en se basant sur les résultats d’essais présents dans la littérature [3-5]. Cela permettra ensuite le développement et l’implémentation du modèle matériau de valves calcifiées et la réalisation des simulations en interaction fluide-structure avec un code déjà existant.

Sujet de stage :

Caractérisation matériau et implémentation numérique de la fibrose et la calcification de valves aortiques natives et des bioprothèses de valves aortiques.

Les missions de ce stage seront :

1. Développement de modèle numérique de valve aortique calcifiée et fibrosée, travail à faire sur le modèle matériau pour la simulation par éléments finis
2. Réalisation des simulations numériques en interaction fluide structure des valves calcifiées et fibrosées
3. Analyse des résultats



Stage de 6 mois à pourvoir dès début février 2025 : étudiant(e) en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur en mécanique, biomécanique ou biomédical.

- Être quelqu'un de curieux, autonome, créatif et rigoureux, capable de maîtriser de nouveaux concepts durant le stage
- Bonnes notions d'anglais technique (lu et écrit)
- Avoir un intérêt pour les problématiques biomédicales
- Savoir programmer en Python
- Connaître les bases de la mécanique des fluides numérique, avoir des connaissances théorique et pratique en méthode des éléments finis. Il faudra développer au cours du stage des modèles matériaux ou des stratégies de simulations permettant de reproduire numériquement des états dégradés (calcification et fibrose) de la valve aortique.

Soutenance et rapport écrit en langue française ou anglaise.

Lieu : Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (M2P2), Marseille

Rémunération selon la grille de l'Université Aix-Marseille

Pour candidater :

Dossier à envoyer à : nicolas.bueno@etu.univ-amu.fr et julien.favier@univ-amu.fr en joignant un CV détaillé et une lettre de motivation

[1] Lindman BR, Clavel MA, Mathieu P, et al. Calcific aortic stenosis. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:16006. Published 2016 Mar 3. doi:10.1038/nrdp.2016.6

[2] Morany, A., et al., *Analysis of fibrocalcific aortic valve stenosis: computational pre-and-post TAVR haemodynamics behaviours*. Royal Society Open Science, 2024. **11**(2).

[3] Murdock K, Martin C, Sun W. Characterization of mechanical properties of pericardium tissue using planar biaxial tension and flexural deformation. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018;77:148-156. doi:10.1016/j.jmbbm.2017.08.039

[4] Tobaruela A, Rojo FJ, García Paez JM, et al. Indentation hardness: A simple test that correlates with the dissipated-energy predictor for fatigue-life in bovine pericardium membranes for bioprosthetic heart valves. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;61:55-61. doi:10.1016/j.jmbbm.2016.01.010

[5] Dawidowska, Kinga & Stanisławska, Alicja. (2015). Influence Of Preservative On The Tensile Strength Of The Tissue Of Porcine Circulatory System. *Advances in Materials Science*. 15. 67-75. 10.1515/adms-2015-0017.