

Stage de fin d'études

Titre : Étude numérique de la valve aortique en interaction fluide-structure pour la prédiction de l'hémodynamique post-opératoire.

Laboratoire Mécanique Modélisation et Procédés Propres (M2P2)

Le cœur est constitué de 4 cavités distinctes séparées par des valves qui assurent un écoulement unidirectionnel d'une cavité à l'autre. Le dysfonctionnement de la valve aortique située entre le ventricule gauche et l'aorte est un problème récurrent qui apparaît avec l'âge, une mauvaise hygiène de vie ou encore une malformation congénitale. Ce dysfonctionnement s'observe par des difficultés d'ouverture et/ou de fermeture de la valve qui à terme épuisent le cœur.

Le chirurgien a alors la possibilité de choisir entre plusieurs interventions pour remplacer/réparer la valve du patient qui ont chacune des avantages et inconvénients. Afin de choisir la meilleure approche, l'analyse anatomique se base actuellement sur le scanner et l'échographie mais cela peut se montrer insuffisant pour estimer certains critères en lien notamment avec la durabilité et la performance de l'intervention choisie.

L'objectif de ce stage est d'ajouter une phase de simulation numérique en plus du scanner et de l'échographie. La simulation aura alors pour vocation de fournir les informations supplémentaires aux médecins. Concrètement, les choix possibles (réparation, prothèses de valves) seront simulés numériquement pour prédire les comportements hémodynamiques (vitesse du sang, gradient de pression, déformation de la valve...) directement reliés aux critères de performance et de durabilité. Les simulations seront réalisées au départ sur des géométries idéalisées, puis sur des géométries réalistes provenant de patients.

Pour cela, un code d'interaction fluide-structure déjà existant au laboratoire M2P2, sera utilisé. Il est basé sur un couplage par frontières immergées entre un code fluide lattice Boltzmann pour la dynamique du sang et un code éléments finis pour la dynamique de déformation des prothèses. Sur la base des résultats de simulations, des analyses physiques des quantités hémodynamiques et déformations des tissus seront effectuées toujours en lien avec la caractérisation des performances hémodynamiques et de la durabilité des valves. Selon l'avancée des travaux, des comportements hyper-élastiques pour les tissus pourront être pris en compte, en se basant sur des travaux existants au laboratoire. Une partie du stage sera dédiée à l'utilisation d'outils de segmentation et de CAO (3D slicer, blender) afin d'étudier et mettre en place les configurations de chaque patient.

Le/La candidat(e) en école d'ingénieur/master 2 devra posséder des compétences en calcul scientifique et mécanique générale, incluant la mécanique des structures et la mécanique des fluides. La maîtrise de la programmation sera également nécessaire. Un intérêt pour les projets interdisciplinaires notamment en biomécanique/santé sera aussi un plus à la vue de la forte interaction attendue avec les chirurgiens / cardiologues de l'hôpital de la Timone et les doctorants / post-doctorants du projet.

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

Durée : 6 mois, à partir de Septembre 2025, rémunération selon la grille de l'Université Aix-Marseille

Responsables de stage à contacter : Tom Fringand tom.fringand@univ-amu.fr Loïc Macé loic.mace@univ-amu.fr Julien Favier julien.favier@univ-amu.fr Lettre de motivation + CV requis

