

Stage M2 : développement d’un outil de simulation numérique de l’hémodynamique dans des cas sains et pathologiques

Encadrement : Chloe Audebert (chloe.audebert@sorbonne-universite.fr) et Lorenzo Sala (lorenzo.sala@inrae.fr)

Collaboration : Benoît Gille, anesthésiste-réanimateur

Lieu de stage : Sorbonne Université, campus Pierre et Marie Curie, Laboratoire de Biologie Quantitative et Computationnelle (LCQB) Paris 5eme.

Candidature : Par mail à Chloe Audebert et Lorenzo Sala (avec un CV et un paragraphe pour expliquer sur votre motivation dans le message). **Avant le 1er décembre.**

Dates : 6 mois de stage (idéalement : février - juillet)

Sujet du stage

De nombreux produits utilisés en anesthésie-réanimation ont un impact hémodynamique, c’est à dire sur les pressions et débits sanguins. Lors de leur formation les internes d’anesthésie-réanimation ont donc de nombreux cours théoriques sur ce sujet. Néanmoins pour bien appréhender ces concepts il est nécessaire de les utiliser en pratique clinique, c’est à dire sur un patient. Pendant plusieurs années, les enseignants d’Île-de-France ont organisé des sessions de formation avec des mannequins haute-fidélité (coûteux et en quantité limitée). Tout le monde ne pouvait pas s’exercer avec un mannequin (un interne sur deux). Il a été prouvé que l’utilisation de ces mannequins avait un impact positif quantifiable sur la formation des étudiants. Le but du stage est de développer un outil pédagogique de simulation numérique, libre d’accès et destiné aux internes, pour aider à la compréhension de l’hémodynamique dans des situations rencontrées en anesthésie-réanimation. Cet outil sera développé en collaboration avec des médecins anesthésistes-réanimateurs.

En nous basant sur des modèles hémodynamiques existants [1, 2, 3], dit “modèles 0D”, qui sont basés sur des équations différentielles ordinaires (EDOs), nous souhaitons combiner les composants les plus importants pour l’application visée. Les modèles 0D devraient permettre un bon compromis entre une représentation réaliste des phénomènes physiologiques et une résolution numérique rapide. L’interaction de l’utilisateur avec le modèle est nécessaire pour voir l’effet de l’injection d’un traitement. Il faudra donc également inclure dans le modèle la réponse physiologique attendue aux différentes actions des médecins.

Un autre aspect primordial de ce projet est la création d’une interface graphique qui permet d’interagir facilement avec le modèle et de voir les résultats des simulations numériques. Cette interface graphique sera conçue pour ressembler aux moniteurs d’anesthésie utilisés en routine clinique et présenter les différentes mesures importantes (ex : débit cardiaque, pression artérielle, fréquence cardiaque).

Objectifs du stage de M2

Un modèle permettant de décrire une situation saine a déjà été validé avec nos collaborateurs anesthésistes-réanimateurs. Le stage a pour objectif la mise en place des points suivants :

- modélisation et implémentation de plusieurs situations pathologiques, rencontrés en anesthésie-réanimation ;
- modélisation et implémentation des actions classiques utilisées en anesthésie-réanimation (ex : anesthésie, remplissage vasculaire) ;
- validation et discussion avec les anesthésistes-réanimateurs de chaque situation et réponse ;
- création d’une interface graphique permettant d’interagir facilement avec le modèle et de voir les résultats des simulations numériques.

Une grande partie du travail du stage devra être menée en étroite collaboration avec nos collaborateurs anesthésistes-réanimateurs. Selon l’avancée du stage, la version de l’outil numérique sera présentée aux médecins et aux internes pour avoir des retours et proposer des améliorations.

Compétences recherchées : modélisation mathématique/hémodynamique, résolution numérique des EDOs (Python), programmation d’interface graphique, goût pour le travail interdisciplinaire.

Références

- [1] Segers et al. (2003) Systemic and pulmonary hemodynamics assessed with a lumped-parameter heart-arterial interaction model. *Journal of Engineering Mathematics* ; 47 : 185–199
- [2] Mynard et al. (2012) A simple, versatile valve model for use in lumped parameter and one-dimensional cardiovascular models. *Int. J. Numer. Meth. Biomed. Engng.* ; 28 : 626–641
- [3] Avanzolini et al. (1988) CADCS simulation of the closed-loop cardiovascular system. *International journal of bio-medical computing* ; 22(1) : 39-49