



ID de Contribution: 5

Type: **Projet de M1**

Modélisation cardio-vasculaire par modèles de Windkessel

La circulation sanguine dans le système cardio-vasculaire humain présente une dynamique complexe liée à la nature pulsatile de l'éjection cardiaque et aux propriétés mécaniques des artères. Afin d'étudier les principales caractéristiques de cette dynamique, ce projet porte sur la modélisation simplifiée de la circulation sanguine à l'aide de modèles de Windkessel, fondés sur une analogie électro-hydraulique entre le réseau vasculaire et un circuit électrique équivalent.

Dans cette approche, la pression sanguine est assimilée à une tension électrique, le débit sanguin à un courant, les pertes visqueuses à des résistances hydrauliques et la compliance artérielle à une capacité représentant l'élasticité des parois vasculaires. Trois modèles de complexité croissante ont été étudiés : le modèle Windkessel à deux éléments (WK2), le modèle à trois éléments (WK3) intégrant une résistance caractéristique, puis le modèle à quatre éléments (WK4s) incluant une inertance sanguine afin de représenter les effets inertiels associés à l'écoulement pulsatile.

Les équations différentielles associées à ces modèles ont été résolues numériquement sous Python à l'aide de la bibliothèque SciPy. Une étude paramétrique a ensuite permis d'analyser l'influence des différents paramètres physiologiques sur la réponse en pression du système cardio-vasculaire. Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle amortisseur de la compliance artérielle, l'influence de la résistance caractéristique sur la dynamique rapide du signal de pression, ainsi que l'effet modéré mais physiquement interprétable de l'inertance dans le modèle WK4s.

Ce travail montre que les modèles de Windkessel constituent des outils simples, efficaces et interprétables pour l'étude globale de l'hémodynamique. Malgré leur caractère simplifié, ces modèles permettent de reproduire plusieurs tendances physiologiques essentielles et offrent une base pertinente pour l'élaboration de modèles cardio-vasculaires plus complets.

Auteurs principaux: GNANGA, Loreena; AVULETEY, YAWOVI