

Simulation numérique d'un dispositif expérimental MEA utilisé en électrocardiologie

INRIA : créé en 1967, INRIA est le seul institut public de recherche entièrement dédié aux sciences du numérique. À l'interface des sciences informatiques et des mathématiques, les 3400 chercheurs d'INRIA croisent avec créativité recherche fondamentale et recherche appliquée. Ils se consacrent à des problèmes concrets, collaborent avec les acteurs de la recherche publique et privée en France et à l'étranger, et transfèrent le fruit de leurs travaux vers les entreprises innovantes.

CARMEN: Le projet CARMEN s'inscrit dans le cadre de l'Institut de Rythmologie et modélisation Cardiaque (IHU LIRYC) qui s'intéresse à la compréhension et au traitement des pathologies cardiaques électriques. Pour cela, l'équipe CARMEN travaille sur la modélisation et la simulation de phénomènes électriques ayant lieu dans le cœur, ainsi que sur l'amélioration de la valeur informative des signaux électriques clinique, comme l'électrocardiogramme.

Contexte

Au sein du LIRYC, l'équipe de Thomas Desplantez étudie de façon fine la couplage électrique intercellulaire assuré par structure membranaire appelée « gap junction ». Cette équipe utilise par ailleurs la technique des MEA (micro electrode arrays): sur une culture monocouche de cellules cardiaques un réseau d'électrodes microscopiques permet d'analyser la propagation des potentiels d'actions. Cette culture est un modèle biologique 2D contrôlé de l'activation du muscle cardiaque. Il est utilisé pour relier le fonctionnement microscopique des « gap junction » à la propagation macroscopique des potentiels d'action.

L'objectif de ce travail est de simuler numériquement les expériences menées sur MEA, dans l'objectif de mieux comprendre ce lien du micro au macro. En pratique, nous représenterons ce phénomène par un modèle monodomaine posé sur une géométrie 2D rectangulaire. Le modèle monodomaine est composé d'un terme source dû aux courants transmembranaires et d'une partie diffusives qui représente le couplage entre cellules. Sur cette géométrie simple, une discrétisation par différences finies pourra être rapidement mise en œuvre.

Mission

Le stagiaire devra s'approprier le système d'EDP qui constitue le modèle, décrivant la propagation de l'activation sur le tissu cardiaque en culture. Il devra aussi comprendre la nature des mesures effectuées par le MEA pour pouvoir les comparer au résultat de la simulation. Le dispositif expérimental sera ainsi simulé en utilisant un programme à développer basé sur la méthode des différences finies. Au cours de ce travail, on pourra explorer différentes pistes pour la modélisation des électrodes de mesure, et surtout du fonctionnement des gap-junctions. L'objectif final est d'utiliser la simulation numérique pour modéliser et analyser les résultats expérimentaux sur la variation de vitesse de conduction en fonction de la fréquence de stimulation ainsi que prévoir tout changement à caractère pathologique.

Compétences requises

Il est requis une bonne connaissance des EDP, de leur analyse numérique et du calcul scientifique. Le stagiaire devra posséder une bonne organisation de son travail ainsi qu'une ouverture et une curiosité vers la recherche biomédicale pour assurer une bonne liaison de son travail avec les questions posées au sein du LIRYC.

Responsables de stage, contact

Yves Coudière (yves.coudiere@inria.fr) – Jacques Henry (jacques.henry@inria.fr)

Tel: +33 5 24 57 40 36 ou +33 5 35 00 26 22

Inria Carmen, 200 avenue vieille tour, 33405 Talence Cédex

Thomas Desplantez, Thomas.Desplantez@ihu-liryc.fr

Tel: +33 5 57 10 28 82

IHU LIRYC, PTIB, Campus X. Arnozan, avenue Haut-Lévêque, 33600 Pessac, France