

Avis de Soutenance

Monsieur Léo MEYER

Mathématiques

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Modélisation et analyse des modèles pour la distribution en taille des adipocytes

dirigés par Madame MAGALI RIBOT-BARRE

Ecole doctorale : Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes - MIPTIS

Unité de recherche : IDP - Institut Denis Poisson

Soutenance prévue le **lundi 09 octobre 2023** à 14h00

Lieu : Bâtiment EGS, 3 Rue de Chartres, 45100 Orléans Salle : des thèses

Composition du jury proposé

| | | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Mme MAGALI RIBOT-BARRE | Université d'Orléans | Directrice de thèse |
| M. José A. CAÑIZO | Université de Grenade | Rapporteur |
| M. Pierre GABRIEL | Université de Versailles | Examineur |
| M. Romain YVINEC | INRAE Nouzilly | Co-encadrant de thèse |
| M. Romain ABRAHAM | Université d'Orléans | Examineur |
| Mme Marie DOUMIC | Sorbonne Université | Examinatrice |
| Mme Amandine VEBER | Université Paris Cité | Examinatrice |
| M. Nicolas CHAMPAGNAT | INRIA Nancy - Grand Est | Rapporteur |
| M. Hédi SOULA | Sorbonne Université | Invité |

Mots-clés : EDP, modélisation, Analyse numérique, probabilités,

Résumé :

Le tissu adipeux est un tissu conjonctif responsable du stockage de l'énergie sous forme de gouttelettes lipidiques à l'intérieur des cellules adipeuses. Ces cellules, également appelées adipocytes, changent de taille de façon dynamique en fonction de deux processus : le stockage des acides gras du sang à l'intérieur de la cellule, appelé lipogenèse, et la libération active des acides gras dans le sang pour une utilisation énergétique, appelée lipolyse. Cette thèse porte sur la modélisation de la dynamique de ces changements de taille pour une population de cellules adipeuses. Une caractéristique frappante des données de distribution de taille des adipocytes, recueillies sur diverses espèces animales, est leur bimodalité bien conservée : les distributions ont deux maxima locaux. Nous partons d'une loi de conservation scalaire non linéaire qui décrit la dynamique des échanges de masse entre les cellules (macroparticules) et les lipides (monomères), inspirée du système de Lifshitz-Slyozov dans la théorie du grossissement. Ce premier modèle est exclu pour expliquer les données, car son état stationnaire ne peut pas être une distribution bimodale lisse. Deux extensions diffusives sont alors envisagées. La première est heuristique et consiste à ajouter un opérateur de diffusion constant. La seconde, appelée modèle de Lifshitz-Slyozov de second ordre, implique un opérateur de diffusion dépendant du temps et de la taille qui est motivé par la version discrète du modèle de Lifshitz-Slyozov, à savoir le système ODE infini donné par les équations de Becker-Döring. Nous prouvons un nouveau résultat de convergence des équations de Becker-Döring vers les équations de Lifshitz-Slyozov qui soutient l'extension du second ordre. Nous introduisons également deux modèles stochastiques non linéaires équivalents respectivement aux équations de Becker-Döring et aux équations de Lifshitz-Slyozov diffusives du second ordre, qui nous permettent de montrer un résultat de convergence du premier modèle vers le second. La simulation numérique de tous ces modèles est réalisée grâce à des méthodes numériques adaptées, notamment un schéma 'well-balanced' et l'algorithme de Gillespie. Les deux extensions diffusives du modèle de Lifshitz-Slyozov sont capables de retrouver la bimodalité à partir de leurs solutions stationnaires, et dans les deux cas, en effectuant une estimation des paramètres sur des données provenant de rats, nous retrouvons les paramètres impliqués dans la lipogenèse et la lipolyse avec des ordres de grandeur similaires. Cette thèse contient également un travail réalisé lors de l'école d'été CEMRACS 2022. Nous avons utilisé un schéma numérique issu de la cinétique des écoulements multifluides pour étudier la croissance d'un biofilm. Le biofilm est vu comme trois composants interagissant ensemble : les cellules, la matrice extracellulaire, et le milieu environnant. Chaque composant est décrit par sa fraction volumique et sa vitesse, ce qui conduit à la contrainte naturelle que la somme des trois fractions volumiques soit égale à un. Ce nouveau schéma permet de valider cette contrainte sur le système au niveau numérique. Nous obtenons le phénomène d'onde progressive attendu et ajoutons divers substrats qui jouent potentiellement un rôle dans la croissance du biofilm.