



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **05 juillet 2022**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur DEMIRCIGIL Mete**

Titre de la thèse : « *Mouvement collectif chez Dictyostelium discoideum et autres espèces. Modélisation, analyse et simulations.* »

Résumé



Cette thèse s'inscrit dans le domaine de la modélisation du mouvement cellulaire collectif et de l'analyse de phénomènes de propagation dans ces modèles.

Le point de départ de cette thèse est la modélisation mathématique d'une expérience, où une colonie de *Dictyostelium discoideum* parvient à échapper l'hypoxie grâce à un remarquable comportement collectif. Il est montré que la consommation d'oxygène conduit à des gradients d'oxygène auto-générés, qui servent d'indicateurs de navigation aux cellules et déclenchent un mouvement collectif vers des zones de teneur en oxygène plus élevée. Le mouvement se maintient sur des larges échelles à travers la consommation permanente d'oxygène par les cellules. Par un modèle élémentaire EDP, que nous désignons par modèle "Se déplacer ou Se diviser" (*Go or Grow* en anglais), nous montrons que la combinaison de la division cellulaire et de l'aérotactisme joue un rôle crucial dans ce comportement collectif. En particulier, cette approche conduit à une formule explicite de la vitesse de propagation.

Nous conduisons ensuite une analyse mathématique du modèle "Se déplacer ou Se diviser", qui inclut notamment un résultat d'existence et d'unicité du modèle localement en temps, une analyse de la dynamique intérieure de la population en propagation, ainsi qu'une caractérisation faible du comportement de propagation asymptotique.

Suite à ce travail, nous nous interrogeons sur les conditions sous lesquelles une population cellulaire peut se propager, en générant leur propre gradient de signalisation. Nous mentionnons des résultats antérieurs dans la littérature et discutons de divers scénarios de modélisation, qui conduisent à ce type de phénomènes de propagation.

Ensuite, nous proposons une approche pour concevoir des schémas numériques bien équilibrés pour des ondes progressives dans des modèles cinétiques et paraboliques. Cette approche combine une estimation de la vitesse de propagation instantanée, ainsi que des techniques documentées dans la littérature pour concevoir des schémas bien équilibrés.

Enfin, nous étudions un modèle "Se déplacer ou Se diviser" stochastique et individu-centré, qui se fonde sur une simple règle "Se déplacer ou Se diviser". Nous conjecturons

une limite en large population, qui peut être vu comme un modèle "Se déplacer ou Se diviser" alternatif, et étudions numériquement les lignées ancestrales des particules. Ainsi, nous proposons un point de vue parallèle sur les dynamiques intérieures. Le modèle "Se déplacer ou Se diviser" alternatif est analysé et nous donnons des résultats préliminaires sur le comportement asymptotique de la propagation.