

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **09 janvier 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur TINE Léon Matar**

Titre des travaux : « *Contribution à la modélisation mathématique et au calcul scientifique: Dynamique de population, Modèles structurés pour la maladie d'Alzheimer, Schéma numériques, Problèmes inverses et Contrôle optimal pour l'estimation de paramètres* »



Résumé

Mes travaux de recherche sont axés sur l'analyse mathématique et le développement de schémas numériques adaptés à certains problèmes d'évolution (E.D.P hyperboliques, paraboliques etc.) utilisés pour la modélisation de phénomènes physique (coalescence et/fragmentation de particules) ou biologique (division cellulaire, maladie d'Alzheimer, infection virale). Pour les phénomènes liés à la physique, je m'intéresse aux processus polymérisation-dépolymérisation apparaissant lorsqu'on immerge une population de polymères dans un bain de monomères. Dans une telle solution, il y a un effet de croissance par gain ou perte de monomères et aussi par agrégation de polymères. Le principe de minimisation de l'énergie de surface interfaciale du système conduit à un grossissement des polymères de large taille au détriment de ceux de petite taille : ce qu'on appelle communément "Ostwald ripening". Je m'intéresse également à la modélisation de la pollution des zones côtières proches des centrales thermiques et aussi à la modélisation du phénomène de biseau salé. En effet concernant la pollution des zones côtières, qui est un problème environnemental d'actualité, on cherche à modéliser la pollution due aux rejets d'eau chaude produits par des procédés de refroidissement des centrales thermiques. Ces rejets induisent une augmentation de la température dans la zone côtière et affectent par conséquent le taux métabolique des organismes et le niveau d'oxygène dissous. Nous avons proposé une méthodologie basée sur la mise en œuvre d'un modèle numérique bidimensionnel pour étudier la dynamique de la température issue des rejets industriels. De plus un taux d'injection optimal d'eau froide est recherché (par contrôle optimal) pour maintenir la température de l'eau aussi proche que possible de celle pour la survie de l'écosystème. Concernant le phénomène de biseau salé, qui est par définition l'intrusion d'eau salé dans une masse d'eau douce, c'est une problématique qui intéresse beaucoup de pays où l'eau potable est une denrée de plus en plus rare. Pour ces zones la préservation des nappes phréatiques souterraines face aux intrusions d'eau salée est une priorité capitale. J'ai initié un travail sur la modélisation de ce phénomène de biseau salé qui consiste en un couplage entre une équation représentant la charge piézométrique, une équation pour le transport de la substance salée et une équation pour la vitesse suivant une loi de Darcy. L'objectif est de modéliser le mouvement de l'interface entre l'eau douce et l'eau de mer et ainsi prévenir les remontés d'eau salée au niveau des forages.

Pour les phénomènes liés à la biologie, je m'intéresse particulièrement à plusieurs aspects de modélisation de la maladie d'Alzheimer à savoir d'une part le rôle des protéines A β dans le développement de la maladie et leur éventuelle liaison "dangereuse" avec le Prion qui est une protéine dont le repliement anormal le rend pathogène; d'autres part, comprendre comment s'opère le mécanisme de dé-générescence externe des neurones et l'impact de l'inflammation dans la propagation de la maladie. Ainsi, on a établi plusieurs modèles mathématiques ayant une réelle contribution dans la compréhension de cette pathologie. Un travail d'estimation de paramètres vient compléter ce travail de modélisation de la maladie d'Alzheimer et dans ce travail, on a développé des techniques d'estimation de paramètres à l'aide des problèmes inverses et du contrôle optimal.

Tous ces résultats obtenus tant en terme de modélisation de phénomènes liés à la physique que ceux liés à la biologie, sont accompagnés de simulations numériques basées sur des schémas adaptés. Ainsi, un réel travail de calcul scientifique est effectué pour illustrer les solutions des problèmes abordés ainsi que leurs dynamiques.