



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme (elle) **DIKI Ghizlane**  
Soutiendra : le **Samedi 26/10/2024 à 10H00**  
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« **Contributions to Exploring Memory Effects in Fractional  
Calculus: Insights into Vesicle Dynamics, Microswimmer  
Behavior, and Epidemiological Models** »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Mathématiques et Applications**  
Spécialité : **Équations aux Dérivées Partielles**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr MELIANI Said	Faculté des Sciences et Techniques, Beni-Méllal	PES	Président
Pr SEAID Mohammed	Université Durham, UK	PES	Rapporteur & Examineur
Pr ALAOUI Aziz	Université Le Havre Normandie, France	PES	Rapporteur & Examineur
Pr AKDIM Youssef	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL ALAOUI Fatima-Zahra	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Examineur
Pr HACHIMI Hanaa	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Kénitra	PES	Examineur
Pr BARBARA Abdelkrim	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr AZROUL Elhoussine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr GUEDDA Mohammed	Université de Picardie Jules Verne, Amiens	PES	Co-Directeur de thèse



## Résumé :

Le calcul fractionnaire offre un cadre mathématique puissant pour modéliser des systèmes avec effets de mémoire, permettant une compréhension plus approfondie des processus dynamiques présentant des comportements non locaux au fil du temps. Cette thèse explore l'impact des effets de mémoire via le calcul fractionnaire à travers divers systèmes dynamiques, en se concentrant notamment sur la dynamique des vésicules, les micro-nageur dans des flux ci- saillants, et la transmission de drogues dans des modèles épidémiologiques. La dynamique des vésicules et le comportement des micro-nageur sont analysés à l'aide de modèles fractionnaires, en particulier les dérivées de Caputo et la dérivée modifiée de Riemann-Liouville de Jumarie, révélant de nouveaux modes de tank-treading et l'influence des effets de mémoire sur la déformation des vésicules. Des méthodes analytiques et numériques, telles que les solutions basées sur la fonction de Mittag-Leffler, fournissent des résultats précis sur l'orientation et la déformation des vésicules et des globules rouges. De plus, la transition entre les mouvements de basculement et stationnaire des globules rouges sous différents rapports de viscosité est étudiée à l'aide de la dérivée modifiée de Riemann-Liouville, améliorant ainsi la compréhension du comportement des particules dans des environnements fluides complexes. Parallèlement, un modèle compartimental de transmission de drogues, formulé à l'aide de la dérivée fractionnaire de Caputo, évalue l'influence de l'éducation familiale et de santé publique sur la réduction de la transmission de drogues, intègre une analyse de sensibilité pour évaluer comment les variations des paramètres du modèle affectent les résultats de transmission de drogues. Ce travail apporte une contribution significative aux mathématiques appliquées en offrant de nouvelles perspectives tant sur la dynamique des vésicules que sur la modélisation épidémiologique à travers l'usage des dérivées fractionnaires, avec des implications pour la recherche future dans ces domaines.

## Mots clés :

Calcul fractionnaire, La dérivée fractionnaire de Caputo, La dérivée fractionnaire modifiée de Riemann-Liouville, L'effets de mémoire, Globules rouges, La dynamique des vésicules, micro-nageur, La transmission de drogues, Les modèles épidémiologiques.



**CONTRIBUTIONS TO EXPLORING MEMORY EFFECTS IN FRACTIONAL CALCULUS:  
INSIGHTS INTO VESICLE DYNAMICS, MICROSWIMMER BEHAVIOR, AND  
EPIDEMIOLOGICAL MODELS**

**Abstract :**

Fractional calculus offers a robust mathematical framework for modeling systems with memory effects, enabling a deeper understanding of dynamic processes that exhibit non-local behaviors over time. This thesis investigates the impact of memory effects through fractional calculus across diverse dynamic systems, with a particular focus on vesicle dynamics, microswimmers in shear flows, and drug transmission in epidemiological models. Vesicle dynamics and microswimmer behavior are analyzed using fractional models, specifically the Caputo and Jumarie's modified Riemann-Liouville derivatives, revealing novel tank-treading modes and the role of memory effects in vesicle deformation. Analytical and numerical methods, such as solutions based on the Mittag-Leffler function, provide precise results for the orientation and deformation of vesicles and red blood cells. Furthermore, the transition from flipping to stationary motion in red blood cells under varying viscosity ratios is explored using the modified Riemann-Liouville derivative, advancing the understanding of particle behavior in complex fluid environments. Additionally, a compartmental drug transmission model, formulated using the Caputo fractional derivative, evaluates the influence of family and public health education on reducing drug transmission, incorporates sensitivity analysis to evaluate how variations in model parameters affect drug transmission outcomes. This work significantly contributes to applied mathematics by offering novel insights into both vesicle dynamics and epidemiological modeling through the lens of fractional derivatives, with implications for future research in these fields.

**Key Words :** Fractional calculus, Caputo fractionnal derivative, Jumarie's modified Riemann- Liouville fractional derivative, Memory effects, Vesicle dynamics, Red Blood Cells, Microswimmers, Drug transmission, Epidemiological models.