



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme **KAMALI Nezha**

Soutiendra : le **Vendredi 27/12/2024 à 15H00**

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« Fractional Calculus in Variable Exponent Variational Problems 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, Béni Mellal	PES	Président
Pr SERVADEI Raffaella	Université d'Urbino Carlo Bo, Italie	PES	Rapporteur & Examineur
Pr VALDINOCI Enrico	Université d'Australie Occidentale, 35 Stirling Highway, Australie	PES	Rapporteur & Examineur
EL MASSOUDI M'hamed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Rapporteur & Examineur
Pr HATTAF Khalid	Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation, Casablanca	PES	Examineur
Pr HACHIMI Hanaa	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Kénitra	PES	Examineur
Pr AZROUL Elhoussine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr RAGUSA Maria Alessandra	Université de Catania, Italie	PES	Co-directeur de thèse
Pr SHIMI Mohammed	Ecole Normale Supérieure, Fès	MC	Invité



Résumé :

Cette thèse s'intéresse au calcul fractionnaire en abordant ses bases théoriques dans les problèmes variationnels à exposants variables et ses applications aux prédictions épidémiologiques. Nous analysons les problèmes isotropes fractionnaires, en mettant l'accent sur une diversité de méthodes variationnelles employées pour établir l'existence de solutions faibles pour divers types de problèmes, incluant les équations de type Kirchhoff, les problèmes bi-nonlocaux, les conditions aux limites de Neumann non locales et les problèmes singuliers.

S'appuyant sur cette base, la dissertation introduit un nouveau cadre pour les espaces de Sobolev fractionnaires anisotropiques à exposants variables, afin de mieux appréhender des comportements directionnels. Nous analysons les propriétés élémentaires de ces espaces ainsi que le Laplacien fractionnaire anisotropique, démontrant leur adaptabilité aux problèmes variationnels avec des dépendances directionnelles.

De surcroît, nous considérons l'application du calcul fractionnaire dans la modélisation des dynamiques épidémiologiques et des maladies agricoles. Un modèle d'ordre fractionnaire pour la maladie mosaïque du manioc (CMD) est élaboré en utilisant la dérivée de Caputo pour intégrer les effets de mémoire. Nous étudions également les dynamiques de l'abus de substances chez les femmes en utilisant des modèles fractionnaires avec les dérivées de Caputo et d'Atangana-Baleanu, intégrant des stratégies de contrôle dépendantes du temps. Des simulations numériques appliquées aux deux modèles illustrent la précision et l'adaptabilité des méthodologies fractionnaires dans la prédiction des dynamiques épidémiologiques, tout en apportant des éclairages enrichis sur les systèmes agricoles et les problèmes de santé publique.

Mots clés : Calcul fractionnaire, Espaces de Sobolev fractionnaires, Problème singulier, Problème aux limites non local et non linéaire, Espaces anisotropiques à exposants variables, Problèmes de type Kirchhoff, Méthodes variationnelles, Modèles épidémiologiques, Analyse numérique.



Fractional Calculus in Variable Exponent Variational Problems and Epidemiological Models

Abstract :

This thesis provides a thorough analysis of fractional calculus, including a comprehensive investigation of its theoretical foundations in variational problems with variable exponents and its applications in epidemiological predictions. We begin with fractional isotropic problems, focusing on Kirchhoff-type equations involving the fractional $p(x, \cdot)$ -Laplacian operator and its generalized integro-differential formulations. Using various variational methods, we analyze the existence and multiplicity of weak solutions for bi-nonlocal problems, extending to nonlinear nonlocal Neumann boundary conditions and singular terms, which underscore the significance of our approaches in the broader context of fractional calculus.

Building on this foundation, the dissertation introduces a novel framework for fractional anisotropic Sobolev spaces with variable exponents, addressing directional behaviors. We analyze the qualitative properties of these spaces, emphasizing the fractional anisotropic Laplacian operator and its application to elliptic-type problems, demonstrating their adaptability to variational problems with directional dependencies.

Furthermore, we investigate the application of fractional calculus in modeling epidemiological and agricultural disease dynamics. A fractional-order model for Cassava Mosaic Disease is developed using the Caputo derivative to incorporate memory effects, analyzing the model's existence, uniqueness, stability, sensitivity, and numerical behavior. We also examine substance abuse dynamics among women using fractional models with Caputo and Atangana-Baleanu derivatives, integrating time-dependent control strategies. Rigorous numerical simulations for both models highlight the precision and adaptability of fractional methodologies in predicting disease dynamics and providing insights into agricultural and public health issues.

Key Words: Fractional calculus, Fractional Sobolev spaces, Singular problem, Nonlocal boundary problem, Anisotropic variable exponents, Kirchhoff-type problems, Variational methods, Epidemiological models, Numerical analysis.