



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr : **ALLA HAMOU Abdelouahed**

Soutiendra : **le 17/12/2021 à 9h**

Lieu : **Centre de Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Theoretical and Numerical Investigation of Some Non-integer Differential Equations and Applications to Predict COVID-19 and other pandemics

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Mathématiques et Applications (MA)

Spécialité: Equations aux dérivées partielles

Devant le jury composé comme suit :

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr MELIANI Said	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Directeur de thèse	Pr AZROUL Elhoussine	PES	Faculté des Sciences Dhar ElMahraz - Fès
Co-directeur de thèse	Pr LAMRANI ALAOUI Abdelilah	PH	CRMEF- Fès
Rapporteurs	Pr RUGAZA ALESSANDRA Maria	PES	Université de Catania - Italie
	Pr SEAID Mohammed	PES	Faculté de Durham - United Kingdom
	Pr AKDIM Youssef	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Membres	Pr HAMMOUCH Zakia	PH	Ecole Normale Supérieure - Meknès
	Pr EL KHOMSSI Mohammed	PES	Faculté des Sciences et Techniques - Fès
	Pr FACI MEHMET Baskonus	Associate Professor	Université de Harra Sanliurfa - Turquie
Invité	Pr BENKIRANE Abdelmoujib	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

Résumé :

Le calcul non entier (NIC) est une généralisation du calcul classique concernant les opérations d'intégration et de différenciation d'ordre non entier (fractal ou fractionnaire). Le calcul non entier est né en 1695 le 30 septembre à cause d'une question très profonde soulevée dans une lettre de L'Hospital à Leibniz. La réponse prophétique de Leibniz à cette question profonde a encapsulé une énorme inspiration pour toutes les générations de scientifiques et continue de stimuler l'esprit des chercheurs contemporains. Pendant 325 ans d'existence, le calcul non entier a attiré l'attention des mathématiciens de haut niveau, et au cours de la dernière période, il est devenu un outil très utile pour aborder la dynamique des systèmes complexes de diverses branches de la science et de l'ingénierie. Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'étude de quelques modèles réels qui contiennent des dérivés d'ordre non entier, plus précisément dans la première partie nous étudions quelques modèles épidémiologiques de COVID-19 et Hantavirus pour les taupes européennes, l'analyse mathématique et numérique et La dynamique de ces modèles est présentée en détail dans cette thèse. Certains outils d'apprentissage automatique sont utilisés pour prédire l'évolution du covid-19 au Maroc, au Qatar, au Brésil et au Mexique, ces outils sont également utilisés pour montrer l'efficacité des dérivés d'ordre non entier pour prédire l'hantavirus pour les taupes européennes. La comparaison entre les résultats obtenus par ces modèles avec les données réelles est également donnée pour étayer les résultats théoriques. Quelques méthodes numériques de résolution de systèmes différentiels d'ordre non entier sont également développées dans cette partie.

Dans la deuxième partie, nous étudions les problèmes de réaction-diffusion avec des dérivées d'ordre non entière en temps, nous montrerons l'existence et l'unicité des solutions, ainsi les mêmes problèmes sont étudiés numériquement par les méthodes des différences finies et des éléments finis, ces méthodes sont combinées par la méthode sous-sur solutions et la méthode itérative monotone, enfin quelques exemples et résultats des simulations sont présentés avec les comparaisons entre les solutions analytiques et approchées.

Mots clés : Calcul fractal et fractionnaire, EDOs, EDPs, Epidémiologie, COVID-19, Hantavirus, méthodes multi-pas, Method des éléments finis, Method des différences finis, Method de Galerkin, Réaction-diffusion, Equations paraboliques.

Theoretical and Numerical Investigation of Some Non-integer Differential Equations and Applications to Predict COVID-19 and other pandemics

Abstract:

Non-integer calculus (NIC) is a generalization of classical calculus concerning the operations of integration and differentiation of non-integer order (fractal or fractional). The non-whole calculus was born in 1695 on September 30 because of a very deep question raised in a letter from L'Hospital to Leibniz. Leibniz's prophetic answer to this profound question has encapsulated enormous inspiration for all generations of scientists and continues to stimulate the minds of contemporary researchers. For 325 years of existence, non-integer calculus captured the attention of high-level mathematicians, and in the last period it has become a very useful tool for approaching the dynamics of complex systems of various branches of science and engineering. In this thesis, we are interested in the study of some real models that contain derivatives of non-integer order, more precisely in the first part we study some epidemiological models of COVID-19 and Hantavirus for European moles, the mathematical analysis and numerical and the dynamics of these models are presented in detail in this thesis. Some machine learning tools are used to predict COVID-19 in Morocco, Qatar, Brazil and Mexico, these tools are also used to show the effectiveness of non-integer order derivatives to predict Hantavirus for European moles. The comparison between the results obtained by these models with the real data is also given to support the theoretical results. Some numerical methods of solving differential systems of non-integer order are also developed in this part.

In the second part, we study the reaction-diffusion problems with time non-integer derivative, we will show the existence and the uniqueness of solutions, so the same problems are studied numerically by the finite difference methods and finite elements, these methods are combined by the upper-lower solutions method and the monotone iterative method, finally some examples and simulation results are presented with the comparisons between the analytical and approximate solutions.

Key Words: Fractal and fractional calculus, ODEs, PDEs, Epidemiology, COVID-19, Hantavirus, Multi-step methods, Finite element method, Finite difference method, Galerkin method, Reaction-diffusion, Parabolic equations.