



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur CHAKER RACHID

Discipline : Mathématiques

Spécialité : Mathématiques Fondamentales et Appliquées

Sujet de la thèse

Algèbres des quaternions et applications

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physique, Mathématiques et Informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 18 juillet 2026 à 10h** à la Faculté Polydisciplinaire de Taza, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ÉTABLISSEMENT	
Ali MOUHIB	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Président
Abdelhakim CHILLALI	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Rapporteur
ABDELHAMID TADMORI	MCH	Faculté des Sciences et Techniques d'Al Hoceima	Rapporteur
MOHAMMED SAHMOUDI	MCH	Faculté des Sciences de Meknès	Rapporteur
ABDELHAI AZZOUZI	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Examineur
IZ-IDDINE EL-FASSI	MCH	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
ABDELKARIM BOUA	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Sciences de L'Ingénieur

Etablissement : Faculté Polydisciplinaire de Taza

Résumé de la thèse

Cette thèse vise à examiner les propriétés algébriques d'une algèbre de quaternions à trois paramètres (3PGQ), désignée dans ce travail par $k_{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3}$, selon le cadre théorique établi par Deniz et Zafer Ünal en 2021.

L'étude vise à concilier les aspects théoriques et pratiques en développant des algorithmes sophistiqués pour le chiffrement d'images en couleur, étayés par des analyses expérimentales rigoureuses. Les contributions de ce travail s'articulent autour de deux axes. Tout d'abord, il s'attache à étudier les dérivées de l'algèbre $k_{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3}$ et à déterminer la structure de l'espace des dérivées $Der(k_{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3})$. De plus, l'étude examine les suites de quaternions de Fibonacci au sein de cette algèbre généralisée, prouvant que l'algèbre $k_{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3}$ ne forme pas toujours une algèbre de division.

Pour enrichir davantage cet aspect, une nouvelle séquence de quaternions de Pell-Pell Lucas est présentée, accompagnée d'une analyse détaillée de ses propriétés structurelles.

Le deuxième axe, quant à lui, propose des schémas innovants pour le processus de chiffrement et de déchiffrement d'images en couleur basés sur des mécanismes complexes. La première étape utilise des systèmes hyperchaotiques pour générer des chaînes aléatoires qui perturbent les pixels de l'image. Lors de l'étape de diffusion, afin de renforcer la résistance aux attaques statistiques, l'image est divisée en blocs de taille égale et traitée à l'aide de matrices de Fibonacci.

Le système de sécurité culmine avec l'application d'un modèle proposé de transformation des moments fractionnaires discrets, qui garantit un haut niveau de complexité et de sécurité pour le chiffrement final de l'image.

Mots clés : Algèbre des quaternions. Quaternions de Fibonacci généralisés. Système hyperchaotique. Cryptage d'images.