

Pôle des Etudes Doctorales
Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur LAAKEL HEMDANOU Abderrafik
Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat



Formation Doctorale : Sciences Mathématiques, Physique et Nouvelles Technologies (SMPNT)

Discipline : Mathématiques

Spécialité : Mathématiques Appliquées et Intelligence Artificielle

Le 25/04/2026 à 10H00 à l'Amphi Mohamed Errami, École Normale Supérieure de Tétouan, UAE

Sous le thème

Modèles hybrides d'apprentissage automatique et profond : approches spectrales, probabilistes et neuro-quantiques pour le regroupement et la prédiction

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. EL AFIA Abdellatif	ENSIAS de Rabat , UM5	Président
Pr. CHIHEB Raddouane	ENSIAS de Rabat , UM5	Rapporteur
Pr. EL ALAMI LAAROUSSI Adil	ENS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. LAMNII Abdellah	ENS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. BOUZELMATE Arij	FS de Tétouan, UAE	Examinatrice
Pr. TAHIRI Ismail	ENS de Tétouan, UAE	Examineur
Pr. LAMARTI SEFIAN Mohammed	ENS de Tétouan, UAE	Directeur

Structure de recherche : Applied mathematics and computer sciences

Résumé



Cette thèse doctorale présente une contribution au domaine de l'apprentissage automatique hybride en proposant un cadre unifié qui intègre des méthodes supervisées et non supervisées pour adresser les défis complexes de l'analyse prédictive dans le contexte éducatif et dans d'autres contextes. Face aux limitations des approches traditionnelles en matière de scalabilité, de robustesse et d'interprétabilité, cette recherche développe et valide plusieurs innovations algorithmiques majeures. Dans le domaine non supervisé, nous optimisons d'abord le clustering spectral par l'intégration de structures arborescentes (Cover tree et KD-tree), réduisant significativement la complexité computationnelle tout en préservant la qualité du partitionnement.

Nous introduisons ensuite RNKM (Random Normed K-Means), un algorithme de clustering opérant dans un espace métrique probabiliste. Cette approche est étendue avec F-HDBSCAN, qui utilise une métrique floue pour une flexibilité accrue dans les scénarios complexes avec du bruit. Pour l'apprentissage supervisé, nous développons un réseau de neurones profond optimisé par Bayesian Optimization and Hyperband (BOHB), couplé à une fonction de scoring hybride (HFSF) et une analyse SHAP pour une interprétation robuste de l'importance des caractéristiques. Nous explorons également l'intégration pionnière de réseaux neuronaux convolutionnels avec l'informatique quantique, créant une architecture hybride classique-quantique qui repousse les limites de l'analyse prédictive.

L'innovation principale de cette thèse réside dans l'intégration systémique de ces approches au sein d'une chaîne de traitement cohérente où le clustering non supervisé améliore la construction de caractéristiques pour les modèles prédictifs supervisés. L'évaluation exhaustive sur le dataset OULAD et d'autres référentiels éducatifs comme Riid démontre des améliorations significatives en précision prédictive (catégorisation distinction/pass/échec/abandon), en robustesse et en interprétabilité, tout en identifiant les facteurs déterminants de la réussite scolaire. Cette recherche établit ainsi les fondations théoriques et pratiques pour une nouvelle génération de modèles hybrides, ouvrant des perspectives innovantes pour l'analyse prédictive éducative et au-delà, tout en contribuant à l'avancement des méthodologies en apprentissage automatique.

Mots clés: Apprentissage automatique hybride, Analytique prédictive, Éducation, Clustering probabiliste, Métrique floue, Apprentissage profond, Optimisation, Réseau neuro-quantique, Interprétabilité (SHAP).