الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08 ماي 1945 بسيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

THESIS

To obtain the **Master's degree**
Field: **Computer Science**
Specialty: **Computer Systems Engineering (ISI)**

Theme

Evaluating the Effectiveness of Quantum Machine Learning in Cybersecurity

---

Presented by:
Sabrina Oukrif

Submission Date: **October 12th, 2025**
In front of the jury composed of:

Dr. MALKI Abdelhamid	President
Pr. BENSLIMANE Sidi Mohammed	Supervisor
Dr. LANGAR Rami	Supervisor
Dr. BENDAOUD Fayssal	Examiner

Academic Year: 2024/2025

Abstract

Quantum Machine Learning (QML) is the confluence of Machine Learning and Quantum Computing with an aim of using quantum effects like entanglement and superposition to improve learning performance. In recent years, various papers have examined the use of QML in cybersecurity scenarios, where Machine Learning models are predominantly used for threat detection and anomaly scanning.

This thesis provides a thorough comparison of the state-of-the-art QML methods, i.e., Quantum Support Vector Machines (QSVM) and Variational Quantum Classifiers (VQC). Based on an in-depth survey of the literature, we compare their philosophy, design, as well as performance with classical models. The analysis reveals that QML techniques have already achieved competitive, and in some cases superior, results in various security-related applications. However, these advances remain limited to specific datasets and simplified environments, which suggests the need to extend this research to more complex and dynamic domains such as 5G networks.

Keywords— Quantum Computing, Machine Learning, Quantum Machine Learning, Feature Mapping, Kernel Methods

الملخص

يُعدّ التعلّم الآلي الكمّي تقاطع بين التعلّم الآلي والحوسبة الكمّية، ويهدف إلى الاستفادة من الظواهر الكمّية مثل التشابك والتراكب لتحسين أداء عمليات التعلّم. في السنوات الأخيرة، درست العديد من الأبحاث إمكانية استخدام في مجال الأمن السيبراني، حيث تُستخدم نماذج التعلّم الآلي بشكل واسع للكشف عن التهديدات ورصد الشذوذات.

تقدّم هذه المذكرة مقارنة شاملة لأبرز أساليب الحديثة، وهي آلات الدعم الكمّية والمصنّفات الكمّية التغيّرية. وبناءً على مراجعة معمّقة للأدبيات، نقارن بين فلسفتها وتصميمها وأدائها مقارنة بالنماذج الكلاسيكية. تُظهر التحليلات أن تقنيات التعلّم الآلي الكمّي قد حقّقت بالفعل نتائج تنافسية، بل وتفوّقت في بعض الحالات ضمن تطبيقات تتعلّق بالأمن السيبراني. ومع ذلك، تبقى هذه التطورات محدودة ببيانات معينة وبيئات مبسطة، مما يشير إلى الحاجة لتوسيع هذا المجال ليشمل بيئات أكثر تعقيدًا وديناميكية مثل شبكات الجيل الخامس.

الكلمات المفتاحية--- الحوسبة الكمومية، تعلم الآلة، تعلم الآلة الكمومي، رسم الخرائط المميزة، طرق النواة

Résumé

L'apprentissage automatique quantique est la convergence de l'apprentissage automatique et de l'informatique quantique, avec pour objectif d'exploiter les effets quantiques tels que l'intrication et la superposition afin d'améliorer les performances des modèles d'apprentissage. Ces dernières années, plusieurs travaux ont étudié l'utilisation du QML dans le domaine de la cybersécurité, où les modèles d'apprentissage automatique sont largement employés pour la détection de menaces et l'analyse d'anomalies.

Cette thèse propose une comparaison approfondie des méthodes QML les plus récentes, à savoir les Quantum Support Vector Machines (QSVM) et les Variational Quantum Classifiers (VQC). À partir d'une analyse détaillée de la littérature, nous comparons leur philosophie, leur conception ainsi que leurs performances par rapport aux modèles classiques. L'étude montre que les techniques de QML ont déjà obtenu des résultats compétitifs, voire supérieurs dans certains cas, dans plusieurs applications liées à la sécurité. Cependant, ces avancées restent limitées à des ensembles de données spécifiques et à des environnements simplifiés, ce qui met en évidence la nécessité d'étendre ces recherches à des domaines plus complexes et dynamiques tels que les réseaux 5G.

Mots-clés— Informatique quantique, Apprentissage automatique, Apprentissage automatique quantique, Mappage des caractéristiques, Méthodes à noyaux