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

Mémoire de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

Filière : Informatique
Spécialité : Systemes d'information et web

Thème

Predicting failures in renewable energy systems using Federated Learning

Présenté par :

Mr ZAHDOUR Moustafa

Soutenu le 23-06-2025 Devant le jury composé de :

Dr.	MALKI Abdelhamid	Président du jury
Dr.	LEHIRECHE Nesrine	Examinatrice
Dr.	Bezzaoucha Fatima Souad	Encadrante

Année Universitaire : 2024 - 2025

الملخص

يقترح هذا البحث إطارًا للتعلم التعاوني الموزّع بهدف تشخيص الأعطال في صناديق تروس مولدات الطاقة الريحية، مع الحفاظ الكامل على خصوصية البيانات. يعتمد النظام عليقترح هذا البحث إطارًا معتمدًا على التعلم الفيدرالي لتشخيص أعطال صناديق التروس في توربينات الرياح، مع الحفاظ على خصوصية البيانات. يعتمد النموذج على بنية هجينة تجمع بين الشبكات العصبية الالتفافية والذاكرة طويلة الأمد، ويُدرّب بشكل موزّع على عقد محلية تمثل كل منها توربينًا مستقلًا. حقق النظام دقة قدرها ٩١٫٣% في كشف الأعطال، مما يثبت فعاليته في التعلم من البيانات دون الحاجة إلى مشاركتها مركزيًا، ويوفّر بذلك حلاً موثوقًا للمراقبة الذكية عن بُعد.

Résumé

Ce propose un cadre basé sur l'apprentissage fédéré pour le diagnostic des pannes des boîtes de vitesses des éoliennes, tout en garantissant la confidentialité des données. Le modèle utilise une architecture hybride combinant des réseaux convolutifs et des mémoires à long terme, entraîné de manière répartie sur des clients locaux représentant chaque turbine. Le système a atteint une précision de 91,3% dans la détection des pannes, confirmant son efficacité pour l'apprentissage à partir de données décentralisées et la surveillance fiable à distance.

Abstract

This research proposes a Federated Learning framework for diagnosing gearbox faults in wind turbines while preserving data privacy. The model uses a hybrid architecture combining convolutional and long short-term memory networks, trained in a distributed manner across local clients representing individual turbines. The system achieved 91.3% accuracy in fault detection, demonstrating its effectiveness in learning from decentralized data and enabling reliable remote monitoring.

Acknowledgement

First and foremost, I would like to thank Almighty God for guiding my path, granting me strength, and providing me with the means and perseverance to bring this work to completion.

I express my deepest gratitude to my supervisor, Dr. Bezzaoucha Fatima Souad, for her unwavering support and for granting me the opportunity to explore this challenging and rewarding research topic. Her insightful advice, constructive feedback, and continuous encouragement were instrumental throughout the development of this thesis.

I would also like to extend my sincere appreciation to the members of the jury for the honor they bestow upon me by dedicating their time to read, evaluate, and provide valuable feedback on this work.

A heartfelt thank you goes to the administration and faculty of the Higher School of Computer Science Sidi Bel Abbes for their efforts in creating a stimulating learning environment and delivering a high standard of education throughout my academic journey.

To my family and friends, your unconditional love, encouragement, and patience have been my foundation. Your constant support has given me the motivation to keep going, even in the most challenging moments.

Lastly, I am deeply grateful to all those—both directly and indirectly—who contributed to the successful completion of this thesis. I remain eternally indebted to you all.