



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr HOUMMADI Mohammed Amine

Soutiendra : le Samedi 24/01/2026 à 10H00

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Optimizing and Managing Energy in Microgrid Through Artificial Intelligence

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Sciences et Techniques

Spécialité : Génie électrique

Devant le jury composé comme suit :

| Nom et prénom | Etablissement | Grade | Qualité |
|---------------------|--|-------|-----------------------|
| EL BEKKALI Chakib | Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès | PES | Président |
| LAGRIOUI Ahmed | Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Meknès | PES | Rapporteur |
| El ALAMI Rachid | Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès | MCH | Rapporteur |
| BENABOUD Aziza | Ecole Royale Navale, Casablanca | PES | Rapporteur |
| ELYAAKOUBI Ali | Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès | MCH | Examinateur |
| EL GHZAOUI Mohammed | Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès | PES | Examinateur |
| KARIM Mohammed | École Supérieure de Technologie, Salé | PES | Directeur de thèse |
| BOSSOUFI Badre | Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès | PES | Co-directeur de thèse |



Abstract

This thesis investigates cutting-edge methodologies for optimizing energy management in microgrids, with a particular emphasis on integrating Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT). The central aim of this research is to advance the operational efficiency, sustainability, and economic viability of microgrid systems by leveraging intelligent algorithms and real-time data-driven decision-making.

The research addresses two pivotal challenges in microgrid management: first, the strategic placement and optimal combination of renewable energy components — including solar panels, wind turbines, and energy storage systems — to harness geographical and environmental resources fully; and second, the development of an AI-enhanced Energy Management System (EMS) that autonomously adapts to fluctuating energy demands, optimizes battery charge/discharge cycles, and effectively manages backup power deployment.

To achieve these objectives, the thesis applies a range of sophisticated AI techniques, including Genetic Algorithms (GA), Artificial Bee Colony (ABC), and Ant Colony Optimization (ACO), to solve complex, multi-variable optimization problems related to the microgrid's component configuration. These algorithms are utilized to ensure that the system operates at its highest potential while minimizing energy waste and maximizing the use of renewable sources.

Furthermore, this work introduces a novel approach by incorporating cryptocurrency mining and peer-to-peer (P2P) energy trading as integral components of the microgrid's economic and ecological framework. By converting surplus energy into cryptocurrency, the system not only reduces waste but also generates economic returns, reinforcing the financial sustainability of the microgrid.

Through a comprehensive integration of EMS, BMS (Battery Management System), renewable energy optimization, and blockchain-based energy trading, this research presents a transformative model for the future of energy management in smart grids. The proposed system stands at the forefront of energy innovation, offering a robust, scalable solution to the global challenges of energy efficiency, sustainability, and economic resilience.

The results demonstrate the profound potential of AI and IoT to revolutionize microgrid operations, making them more resilient, cost-effective, and environmentally responsible — paving the way for a cleaner, smarter, and more sustainable energy future.



Resumé

Cette thèse explore les méthodologies de pointe pour l'optimisation de la gestion de l'énergie dans les microgrids, en mettant particulièrement l'accent sur l'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA) et de l'Internet des Objets (IoT). L'objectif principal de cette recherche est d'améliorer l'efficacité opérationnelle, la durabilité et la viabilité économique des systèmes de microgrids en exploitant des algorithmes intelligents et une prise de décision en temps réel basée sur les données.

La recherche aborde deux défis essentiels dans la gestion des microgrids : d'abord, le placement stratégique et la combinaison optimale des composants d'énergie renouvelable — tels que les panneaux solaires, les éoliennes et les systèmes de stockage d'énergie — pour tirer pleinement parti des ressources géographiques et environnementales ; et ensuite, le développement d'un Système de Gestion de l'Énergie (SGE) amélioré par l'IA, capable de s'adapter de manière autonome aux fluctuations de la demande énergétique, d'optimiser les cycles de charge/décharge des batteries et de gérer efficacement l'utilisation de l'énergie de secours.

Afin d'atteindre ces objectifs, cette thèse applique plusieurs techniques d'IA sophistiquées, notamment les Algorithmes Génétiques (GA), l'Algorithmme de la Colonie d'Abeilles Artificielles (ABC) et l'Optimisation par Colonies de Fourmis (ACO), pour résoudre des problèmes complexes d'optimisation multi-variables relatifs à la configuration des composants du microgrid. Ces algorithmes sont utilisés pour garantir que le système fonctionne à son plus haut potentiel, tout en minimisant le gaspillage d'énergie et en maximisant l'utilisation des sources renouvelables.

En outre, ce travail propose une approche novatrice en intégrant l'exploitation minière de cryptomonnaie et le commerce d'énergie peer-to-peer (P2P) comme éléments clés du cadre économique et écologique du microgrid. En convertissant l'énergie excédentaire en cryptomonnaie, le système ne se contente pas de réduire les déchets, mais génère également des retours économiques, renforçant ainsi la durabilité financière du microgrid.

Grâce à une intégration complète du SGE, du Système de Gestion des Batteries (BMS), de l'optimisation des énergies renouvelables et du commerce d'énergie basé sur la blockchain, cette recherche présente un modèle transformateur pour l'avenir de la gestion de l'énergie dans les 6 réseaux intelligents. Le système proposé se trouve à la pointe de l'innovation énergétique, offrant une solution robuste et évolutive face aux défis mondiaux de l'efficacité énergétique, de la durabilité et de la résilience économique.

Les résultats démontrent le potentiel profond de l'IA et de l'IoT pour révolutionner les opérations des microgrids, les rendant plus résilients, rentables et responsables écologiquement, ouvrant ainsi la voie à un avenir énergétique plus propre, plus intelligent et plus durable.