



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme (elle) **MANSOURY Ibtissame**  
Soutiendra : **le Samedi 16/12/2023 à 10H00**  
Lieu : **FSDM – Département de Biologie**

*Une thèse intitulée :*  
**Modèles intelligents d'analyse et de gestion des Micro-Grids**

*En vue d'obtenir le Doctorat*  
**FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**  
**Spécialité : Informatique**

*Devant le jury composé comme suit :*

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr NFAOUI El Habib	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr SABBANE Mohamed	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr HAMI Youssef	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Tanger	PH	Rapporteur & Examineur
Pr LOQMAN Chakir	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr SATORI Hassan	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr RIFFI Jamal	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examineur
Pr BOUMHIDI Jaouad	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
Pr EL BOURAKADI Dounia	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PA	Invité



## Résumé :

Les défis environnementaux tels que le changement climatique, ont accéléré le besoin de l'humanité en sources d'énergie alternatives et renouvelables. Le micro-réseau est la meilleure méthode pour inclure les sources d'énergie renouvelables dans la production d'électricité et pour permettre aux consommateurs de participer au marché de l'électricité à la fois en tant que consommateurs et producteurs. Ce travail de recherche contribue dans cette thématique par l'élaboration de trois systèmes intelligents de gestion de l'énergie pour les micro-réseaux. Deux phases essentielles sont considérées dans l'élaboration de chaque système : la phase de prédiction de la production d'énergie produite par les énergies renouvelables et la phase de la prise de décision. Les trois systèmes sont destinés à créer un micro-réseau connecté au réseau de distribution public et composé principalement de différentes unités de production renouvelable (panneaux photovoltaïques, éoliennes), d'unités de stockage et d'un ensemble de charge. Les trois modèles intelligents considérés dans ce travail sont : le modèle à base d'arbre de décision, utilisé pour contrôler la quantité d'électricité délivrée ou prélevée du réseau de distribution public afin d'assurer la disponibilité de l'électricité à la demande et de réduire les coûts et maximiser les bénéfices. Le deuxième modèle de gestion proposé est fondé sur l'algorithme " *Regularized Extreme Learning Machine* " qui est un modèle de prédiction appliqué à l'énergie éolienne générée pour les heures à venir. Cet algorithme est combiné avec l'algorithme génétique qui est conçu pour optimiser l'hyper paramètre le plus important qui est le nombre de neurones cachés. Le troisième modèle de gestion fait appel à l'algorithme " *Graph Attention Networks*" qui utilise les caractéristiques spatiales et temporelles des données météorologiques combiné avec le réseau récurrent LSTM pour prédire l'énergie éolienne des heures suivante. Des données réelles extraites des sites météorologiques ont été utilisées pour tester les performances des trois modèles proposées.

**Mots clés :** Energies renouvelables, Micro-Réseau, Système de gestion de l'énergie, Prédiction, Prise de décision, Arbre de décision, Extreme learning machine, Régularisation, Algorithme Génétique, Réseau récurrent LSTM, Apprentissage en profondeur bidirectionnelle.



## INTELLIGENT MODELS FOR ANALYZING AND MANAGING MICRO-GRIDS

### Abstract:

Environmental challenges such as climate change have accelerated humanity's need for alternative renewable energy sources. The microgrid is the best method to include renewable energy sources in electricity generation and to enable consumers to participate in the electricity market as both consumers and producers. This research demonstrates the use of three intelligent energy management systems for microgrids, which consist of two essential phases: the phase of predicting the production of energy produced by renewable energies and the phase of taking of decision. The three systems are intended to create a micro-grid connected to the public distribution network and composed mainly of different renewable production units (photovoltaic panels, wind turbines), storage units and a load assembly. The three intelligent models considered in this work are: the decision tree-based model, used to control the amount of electricity delivered or taken from the public distribution network in order to ensure the availability of electricity on demand and reduce costs and maximize profits. The second proposed management model is based on the "Regularized Extreme Learning Machine" algorithm which is a prediction model of the wind energy generated for the hour to come. This algorithm is combined with the genetic algorithm which is designed to optimize the most important hyper parameter which is the number of hidden neurons. The third management model uses the "Graph Attention Networks" algorithm which uses the spatial and temporal characteristics of meteorological data combined with the recurrent network LSTM to predict wind energy for the next hour. Real data extracted from meteorological sites was used to test the performance of the three models.

**Keywords:** Renewable energies, Micro-Grid, Energy Management System, Prediction, Decision-making, Decision Tree, Extreme learning machine, Regularization, Genetic Algorithm, Bidirectional Deep Learning Long-Short Term Memory.