



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Madame Fatima BELMEHDI

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur

Spécialité : Génie Énergétique

Le Jeudi 10 Avril 2025 à 10h30 au Grand Amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

EXPLORATION COMPUTATIONNELLE AVANCÉE DES DISTILLATEURS SOLAIRES : SYNERGIE ENTRE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET MODÉLISATION NUMÉRIQUE APPUYÉE PAR EXPÉRIENCE

Président :

Pr. Mohamed BENNANI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Mourad TAHA JANAN, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Moha CHERKAOUI, PES, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat

Pr. Amal TMIRI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Mohamed Zeriab ES-SADEK, MCH, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Examineur :

Pr. Soufiane DERFOUFI, MCH, FST-Tanger, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan

Invitée :

Pr. Samira OTMANI, MC, ENS, Université Mohammed V de Rabat

Résumé: Le dessalement solaire représente une solution durable pour pallier la pénurie mondiale d'eau, notamment dans les régions arides et semi-arides comme le Maroc, où il a été érigé en priorité nationale face à l'aggravation du stress hydrique ces six dernières années. Ce travail vise à optimiser les distillateurs solaires en alliant modélisation numérique et apprentissage automatique. Un modèle numérique a été développé et validé expérimentalement pour quatre géométries de distillateurs, avec une erreur moyenne inférieure à 4 %. Parallèlement, un prototype de distillateur solaire à gradins a été conçu et testé, permettant d'affiner la modélisation et de collecter des données en vue d'une optimisation par intelligence artificielle. De plus, un modèle d'apprentissage automatique a été entraîné pour prédire l'efficacité, la productivité et le coût du dessalement, atteignant une erreur de 0,027 et un coefficient de détermination R^2 de 0,967. Les perspectives de cette recherche portent sur l'extension du modèle à d'autres géométries, l'amélioration des modèles thermiques et l'exploitation des réseaux de neurones artificiels pour affiner les prédictions.

Mots-clés: Analyse bibliométrique, apprentissage automatique, dessalement/désalinisation, distillateur solaire, intelligence artificielle, modélisation numérique, prédiction des performances, régression par forêts aléatoires, Validation expérimentale

Abstract: Solar desalination is a sustainable solution to global water scarcity, particularly in arid and semi-arid regions such as Morocco. While the country faces significant water stress, it also benefits from considerable solar energy potential, prompting the prioritization of desalination as a national strategy. The present work focuses on optimizing solar stills by combining numerical modeling and machine learning. A numerical model was developed and experimentally validated for four solar still geometries, with an average error of less than 4%. Additionally, a stepped solar still prototype was designed and tested, refining the modeling process and providing data for AI-based optimization. Furthermore, a machine learning model was trained to predict desalination efficiency, productivity, and cost, achieving an error of 0.027 and a coefficient of determination (R^2) of 0.975. Future research will focus on extending the model to additional geometries, improving thermal models, and leveraging artificial neural networks to enhance predictive accuracy.

Keywords: Artificial intelligence, bibliometric analysis, desalination, experimental validation, machine learning, numerical modeling, performance prediction, random forest regression, solar still.