



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

**Monsieur Anass ZAAOUMI**

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

**Le Jeudi 01 Juillet 2021 à 10h00 à l'ENSAM de Rabat**

**Intitulé de la thèse**

**PERFORMANCE ASSESSMENT OF A SOLAR POWER PLANT WITH  
PARABOLIC TROUGH COLLECTORS ASSIGNED FOR AMBIENT  
CONDITIONS IN MOROCCO**

**Devant le Jury composé de :**

**Président :**

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

**Directeur de thèse :**

Pr. Abdellah BAH, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Co-Directeur de thèse :**

Pr. Mohammed ALAOUI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Pr. Mhamed MOUQALLID, PES, ENSAM, Université Moulay Ismail de Meknès

Pr. Moha CHERKAOUI, PES, ENSMR, Rabat

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

**Examineurs :**

Pr. Patrick SEBASTIAN, Maître de Conférences HDR, Université de Bordeaux, France

Pr. Mugur Ciprian BALAN, Professor, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Cluj-Napoca, Romania



# PERFORMANCE ASSESSMENT OF A SOLAR POWER PLANT WITH PARABOLIC TROUGH COLLECTORS ASSIGNED FOR AMBIENT CONDITIONS IN MOROCCO

**Abstract:** Morocco initiated an ambitious renewable energies plan to produce electricity. Interest in solar energy comes at the top of the priorities of this plan. Therefore, this work analyses performance simulation of a solar power plant with parabolic trough collectors (PTC) under Moroccan ambient conditions.

In the first part, an overview of the integrated solar combined cycle (ISCC) of Ain Béni Mathar (ABM) was presented. Interest was given to the solar part to evaluate its impact on the power plant's overall performance. The second part aims to assess the thermal performances of the ISCC power plant's solar field at ABM. Thus, a physical model that reproduces the dynamical behavior of the PTC was considered. Energy balance equations of the studied system were solved using COMSOL Multiphysics software. The third part presents a comparison between analytical and artificial neural networks (ANN) models. The models aim to predict the electric energy production of a parabolic trough solar power plant at the electric generator's output and, more especially, the hourly energy production. In the last part, two artificial intelligence models are investigated ANN and adaptive neuro-fuzzy inference system to estimate the daily electric energy generation of the solar power plant at ABM.

The obtained results show that the artificial intelligence models perform much better than the analytical models to predict solar power plant performances. The work concluded that analytical models are slow but explanatory and well suited to design since they can anticipate structural changes in the simulated system. On the other hand, artificial intelligence models are quickly computable and well suited for controlling physical systems that require fast reactions to changing situations. This research work is primarily meant to set a stepping stone in the research of performance prediction of a concentrating solar power plant, but also to support the research towards understanding the value of artificial intelligence in concentrating solar power plant design and optimization.

**Keywords:** Analytical model, Artificial Neural Networks, Energy production, Solar Power Plant, Parabolic trough collector.



**Résumé :** Le Maroc a lancé un ambitieux programme des énergies renouvelables pour produire de l'électricité. L'intérêt pour l'énergie solaire figure en tête des priorités de ce programme. Par conséquent, ce travail analyse la simulation des performances d'une centrale solaire à concentrateurs cylindro-paraboliques (CCP) sous les conditions ambiantes marocaines.

Dans la première partie, un aperçu a été présenté de la centrale thermique à cycle combiné solaire intégré (CCSI) d'Ain Béni Mathar (ABM). L'intérêt a été porté à la partie solaire afin d'évaluer son impact sur les performances globales de la centrale. La deuxième partie vise à évaluer les performances thermiques du champ solaire de la centrale d'ABM. À ce propos, un modèle physique qui reproduit le comportement dynamique du CCP a été considéré. Les équations du bilan énergétique du système étudié ont été résolues à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics. La troisième partie présente une comparaison entre les modèles analytiques et les réseaux de neurones artificiels (RNA). Les modèles visent à prédire la production d'énergie électrique d'une centrale solaire cylindro-parabolique à la sortie du générateur électrique et, plus particulièrement, la production horaire d'énergie. Dans la dernière partie, deux modèles d'intelligence artificielle sont étudiés : le modèle RNA et le système d'inférence adaptatif neuro-flou, pour estimer la production quotidienne d'énergie électrique de la centrale solaire d'ABM.

Les résultats obtenus montrent que les modèles d'intelligence artificielle sont beaucoup plus performants que les modèles analytiques pour prédire les performances des centrales solaires. Les travaux ont conclu que les modèles analytiques sont lents mais explicatifs et bien adaptés à la conception puisqu'ils peuvent anticiper les changements structurels du système simulé. D'une autre part, les modèles d'intelligence artificielle sont rapidement calculables et bien adaptés au contrôle de systèmes physiques qui nécessitent des réactions rapides à des situations changeantes. Ce travail de recherche vise principalement à poser un tremplin dans la recherche de la prévision des performances d'une centrale solaire à concentration, mais aussi à soutenir la recherche visant à comprendre la valeur de l'intelligence artificielle dans la conception et l'optimisation des centrales solaires à concentration.

**Mots-clés :** Modèle analytique, réseaux de neurones artificiels, production d'énergie, centrale solaire, collecteur cylindro-parabolique.

