



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme **EL YADARI Meryeme**  
Soutiendra : le **Mercredi 26/02/2025 à 15H00**  
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« **Machine learning et techniques d'optimisation pour améliorer l'efficacité énergétique des centres de données** »

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
TAIRI Hamid	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Président
BELLACH Benaissa	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, UMP, Oujda	PES	Rapporteur
SABOR Jalal	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, UMI, Meknès	PES	Rapporteur
SABRI My Abdelouahed	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Rapporteur
LOUAHLIA Hasna	Université de Caen Normandie, France	PES	Examinatrice
RAMADAN Hiba	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Examinatrice
LE MASSON Stéphane	Orange, France	HDR, Responsable R&D	Invité
EL MOTAKI Saloua	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, UCD, El Jadida	MC	Invitée
GUALOUS Hamid	Université de Caen Normandie, France	PES	Directeur de thèse
YAHYAOUY Ali	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse
EL FAZAZY Khalid	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Co-directeur de thèse



## Résumé :

Les centres de données, en tant qu'infrastructures hébergeant des milliers d'équipements et réalisant des calculs intensifs, jouent un rôle clé dans le traitement et le stockage de données à grande échelle. Pour garantir un service fiable et durable, il est essentiel de bien gérer leurs ressources et de comprendre la corrélation entre le service fourni et la consommation énergétique. L'énergie est en effet un facteur crucial, directement lié aux coûts d'exploitation. Cette corrélation fait de la gestion énergétique des centres de données un sujet de recherche actuel et d'une importance majeure pour l'optimisation des performances et de la rentabilité de ces infrastructures.

Notre travail se concentre sur l'étude de la corrélation entre l'utilisation des ressources des centres de données et leur consommation énergétique. Les serveurs, constituant le cœur de ces infrastructures et étant parmi les plus grands consommateurs d'énergie, seront au centre de notre analyse. En nous focalisant sur les éléments spécifiques des serveurs qui consomment le plus, nous cherchons à identifier les facteurs et les composants clés influençant la demande énergétique. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre comment chaque composant contribue à la consommation globale. Ensuite, un aspect fondamental de cette recherche consiste à développer des modèles de Machine Learning capables de prédire la consommation énergétique de manière précise. Ces modèles aideront les gestionnaires des centres de données à anticiper les besoins en énergie, à planifier efficacement l'allocation des ressources et à prévoir les variations de charges de travail. Une prévision précise des charges est d'une importance cruciale, car elle influe directement sur les performances des serveurs et, par conséquent, sur l'efficacité énergétique globale. En parallèle, la gestion proactive des charges contribue non seulement à l'optimisation des coûts énergétiques mais aussi à la durabilité des centres de données en limitant les risques de surcharge ou de sous-utilisation des serveurs. Enfin, un autre axe essentiel de notre travail porte sur le placement optimal des machines virtuelles au sein des serveurs physiques. Une stratégie de placement optimale réduit la consommation d'énergie, améliore l'efficacité énergétique et maintient une qualité de service améliorée, ce qui contribue directement à la rentabilité et à la durabilité des centres de données.

## Mots clés :

Centre de données, Machine Learning, Consommation énergétique, Algorithmes d'optimisation, corrélation, serveur, machine virtuelle



## MACHINE LEARNING AND OPTIMIZATION TECHNIQUES TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN DATA CENTERS

### Abstract:

Data centers, as infrastructures hosting thousands of devices and performing intensive computations, play a key role in large-scale data processing and storage. To ensure a reliable and sustainable service, it is essential to properly manage their resources and understand the correlation between the service provided and energy consumption. Energy is indeed a crucial factor, directly related to operating costs. This correlation makes energy management of data centers a current research topic and of major importance for optimizing the performance and profitability of these infrastructures.

Our work focuses on studying the correlation between data center resource utilization and energy consumption. Servers, which are the core of these infrastructures and are among the largest consumers of energy, will be at the center of our analysis. By focusing on the specific elements of the servers that consume the most, we seek to identify the key factors and components influencing energy demand. This analysis will allow us to better understand how each component contributes to overall consumption. Then, a fundamental aspect of this research is to develop Machine Learning models capable of accurately predicting energy consumption. These models will help data center managers anticipate energy needs, efficiently plan resource allocation, and predict workload variations. Accurate load forecasting is of crucial importance, as it directly influences server performance and, consequently, overall energy efficiency. In parallel, proactive load management contributes not only to energy cost optimization but also to data center sustainability by limiting the risks of server overload or underutilization. Finally, another key focus of our work is the optimal placement of virtual machines within physical servers. An optimal placement strategy reduces energy consumption, improves energy efficiency, and maintains improved quality of service, which directly contributes to the profitability and sustainability of data centers.

### Key Words :

Data center, Machine Learning, Energy consumption, Optimization algorithms, correlation, server, virtual machine