

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbès



MEMOIRE

En Vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Filière: **Informatique**

Spécialité: **Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)**

Thème

Green Data Centers: A State-of-the-Art on Energy Consumption Estimation and Optimization

Présenté par:

OUCHENE Chakib

Soutenu le: **28 Septembre, 2025**

Devant le jury composé de:

M. AWAD Samir
M. MALKI Abdelhamid
M. ELKHOUROUJ Rayhane
Mme. DAOUDI Sara

Président
Encadreur
Encadreur
Examinatrice

Année Universitaire:: 2024/2025

Abstract

The rapid growth of digital services and cloud computing has led to a major increase in the number of data centers worldwide. This expansion raises two main challenges for green data center managers: ensuring quality of service in terms of availability, security, and performance, and improving energy efficiency while reducing environmental impact. A data center brings together computing resources, cooling systems, and power distribution. Many research efforts have focused on reducing energy use to improve Power Usage Effectiveness (PUE) while still respecting Service Level Agreements (SLA). Energy optimization can be addressed at the software level through consolidation and workload management, and at the hardware level through well-dimensioned configurations, low-carbon energy sources, and efficient cooling systems.

Through a detailed study of the essential concepts of Green Data Centers, this work demonstrates the importance of accuracy in power consumption calculation and the role of optimization achieved through different approaches. The carefully analyzed state of the art reveals both the strengths and the limitations of existing research on Green Data Centers, while also highlighting the specific challenges that remain to be addressed.

This thesis highlights the importance of accurate evaluation and optimization of power consumption, both at the level of IT equipment and the whole datacenter, in order to maintain energy efficiency and reduce the carbon footprint. These aspects are considered essential in the context of the continuous growth in demand for digital services and the increasing reliance on datacenters.

Keywords— Green IT, Optimization of Energy, Lifecycle, Green Datacenters, Sustainability, Green cloud computing

الملخص

أدى النمو السريع للخدمات الرقمية والحوسبة السحابية إلى زيادة كبيرة في عدد مراكز البيانات على مستوى العالم. وقد أدى هذا التوسع إلى بروز تحديين رئيسيين أمام مديري مراكز البيانات الخضراء: ضمان جودة الخدمة من حيث التوافر والأمن والأداء، وتحسين كفاءة الطاقة مع تقليل الأثر البيئي. يجمع مركز البيانات بين الموارد الحاسوبية، وأنظمة التبريد، وتوزيع الطاقة. وقد ركزت العديد من الأبحاث على تقليل استهلاك الطاقة من أجل تحسين فعالية استخدام الطاقة، مع الالتزام في الوقت نفسه باتفاقيات مستوى الخدمة. ويمكن معالجة مسألة تحسين الطاقة على المستوى البرمجي من خلال الدمج وإدارة أحمال العمل، وعلى المستوى العتادي من خلال تكوينات مُحكّمة، ومصادر طاقة منخفضة الكربون، وأنظمة تبريد فعّالة.

من خلال دراسة مفصلة للمفاهيم الأساسية لمراكز البيانات الخضراء، يُظهر هذا العمل أهمية الدقة في حساب استهلاك الطاقة والدور الذي تلعبه استراتيجيات التحسين المختلفة. كما يكشف تحليل حالة الفن بشكل دقيق عن نقاط القوة والقيود في الأبحاث الحالية حول مراكز البيانات الخضراء، مع تسليط الضوء في الوقت ذاته على التحديات الخاصة التي ما زالت بحاجة إلى معالجة.

تؤكد هذه الأطروحة على أهمية التقييم الدقيق وتحسين استهلاك الطاقة، سواء على مستوى معدات تكنولوجيا المعلومات أو على مستوى مركز البيانات ككل، من أجل الحفاظ على كفاءة الطاقة وتقليل البصمة الكربونية. وتعتبر هذه الجوانب ضرورية في ظل النمو المستمر للطلب على الخدمات الرقمية والاعتماد المتزايد على مراكز البيانات.

الكلمات المفتاحية: المعلوماتية الخضراء، تحسين الطاقة، دورة الحياة، مراكز البيانات الخضراء، الاستدامة، الحوسبة السحابية الخضراء