

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique  
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس  
École supérieure d'informatique  
8 Mai 1945 – Sidi Bel Abbès



## Mémoire

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

Domaine : **Informatique**

Spécialité : **Systèmes d'information et Web – SIW**

## Thème

---

# Étude de l'efficacité énergétique des triple stores

---

Présenté par  
**Touahri Sara**

Soutenu le : **Juillet, 2025**  
*Devant le jury composé de*

Pr. AMAR BENSABER Djamel  
Pr. BELLATRECHE Ladjel  
Pr. BENSLIMANE Sidi Mohammed  
Dr. LEHIRECHE Nessrine

Président du Jury  
Encardant  
Co-Encardant  
Examinatrice.

*Année universitaire : 2024/2025*

## Résumé

L'augmentation de l'utilisation des graphes de connaissances (KGs) et du web sémantique pour gérer et exploiter d'importants volumes de données a propulsé les triple stores en tant qu'option privilégiée pour le stockage, l'interrogation et la gestion d'informations structurées sous forme de triplets RDF. Cependant, compte tenu de l'augmentation des défis environnementaux et énergétiques, l'efficacité énergétique des systèmes utilisant ces sortes de données s'impose comme une préoccupation grandissante. Par conséquent, l'examen de leur performance énergétique est désormais une question cruciale.

En ce qui concerne cette question, une abondante littérature a été produite sur les systèmes de gestion de bases de données relationnelles, en revanche, les systèmes non relationnels ont suscité beaucoup moins d'attention sous cet aspect.

L'objectif de ce mémoire est d'élaborer une revue complète de la littérature concernant l'efficacité énergétique des triple stores. Dans un premier temps, nous allons définir des notions essentielles comme les graphes de connaissances, le RDF, SPARQL, ainsi que diverses méthodes d'apprentissage automatique et profond. Par la suite, une analyse comparative des résultats issus des diverses méthodes suggérées sera réalisée.

**Mots-clés**— Web sémantique, Graphes de connaissances , Moteurs de stockage RDF , Requêtes SPARQL, Triplets RDF, Modèles d'apprentissage automatique, Apprentissage par renforcement, Optimisation des requêtes, Consommation énergétique, Réordonnancement des jointures

# Abstract

As the influence of knowledge graphs (KGs) continues to rise in handling and using larger datasets, triple stores have quickly become a preferred pattern for storing, querying, and managing structured information in the form of RDF triples. However, with the environmental and energy-related challenges we face rising, the energy efficiency of systems that use such data has emerged as a more pressing consideration.

Regarding this subject, a lot of literature has been published on relational database management systems, but there has been much less cited literature on non-relational systems in this aspect. The purpose of this thesis is to create a comprehensive literature review about the energy efficiency of triple stores. Initially, we will define key aspects like knowledge graphs, RDF, SPARQL, and different machine learning and deep learning methods. Then we will carry out a comparative analysis of the results we obtained from the various proposed approaches.

**Keywords**— Semantic Web, Knowledge graphs, RDF storage engines, SPARQL queries, RDF triples, Machine-learning models, reinforcement learning, Query optimization, Energy consumption, Join reordering

## الملخص

أدى التزايد المستمر في استخدام رسوميّات المعرفة والويب الدلالي لإدارة واستغلال كميات هائلة من البيانات إلى بروز مخازن الثلاثيات تكميلًا لمفضل لتخزين المعلومات المهيكلة بصيغة ثلاثيات RDF واستعلامها وإدارتها. ومع تصاعد التحديات البيئية والطاقية، أصبحت مسألة كفاءة الطاقة في هذه الأنظمة قضية ملحّة تستوجب تقييمًا دقيقًا لأدائها الطاقية. ورغم وفرة الأبحاث حول نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية في هذا السياق، فإن الأنظمة غير العلائقية، وعلى رأسها مخازن الثلاثيات، حظيت باهتمام أقل من زاوية الاستهلاك الطاقية. يهدف هذا العمل إلى تقديم مراجعة شاملة للأدبيات المتعلقة بكفاءة الطاقة في مخازن الثلاثيات. يبدأ بعرض المفاهيم الأساسية مثل رسوميّات المعرفة، وRDF، و SPARQL، بالإضافة إلى طرائق متعددة في التعلم الآلي والعميق، ثم يُجري تحليلًا مقارنًا لنتائج الأساليب المقترحة في الدراسات السابقة.

### الكلمات المفتاحية—

الويب الدلالي، رسوميّات المعرفة، مخازن الثلاثيات، RDF، SPARQL، التعلم الآلي، التعلم العميق، التعلّم المعزّز، كفاءة الطاقة، إعادة ترتيب الوصلات