الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
Higher School of Computer Science
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbes

Engineering's Thesis

To obtain the diploma of **State Engineer**

Field of Study: **Computer Science**

Specialization: **Information and Web Systems (SIW)**

Theme

E2EWET: An End-to-End Web Energy Traceability System

Presented by
Mr. BENHAMMADI Ilyas

In front of the jury composed of

Dr. BABA AHMED Manel	President of the Jury
Dr. BENDELLA Mohammed Salih	Examiner
Dr. KHALDI Miloud	Supervisor
Dr. SHATNAWI Anas	Supervisor

Academic Year: 2025/2026

Abstract

Software systems, and especially web applications, increasingly contribute to global energy demand as they serve millions of users daily. Reducing this demand requires not only efficient hardware but also a systematic approach to measuring software energy consumption. Since end users initiate every computation through their interactions, understanding the relationship between user behaviour and energy consumption is central to building more sustainable applications. In response, this research presents E2EWET, an End-to-End Web Energy Traceability system that formalises user-centric attribution of energy consumption across frontend, backend, and database layers. E2EWET integrates heterogeneous telemetry into coherent end-to-end traces that follow real user journeys, enabling the identification of energy hotspots and the analysis of behaviour-driven consumption patterns. By providing cross-layer visibility without requiring intrusive changes to application code, this system establishes a foundation for future tools capable of reporting energy results to both developers and users, thereby supporting energy-aware design and sustainability in web software engineering.

Keywords : Software Energy Consumption, Green Software Engineering, Web Instrumentation, Energy Traceability, Energy profiling, Software Telemetry.

الملخص

تساهم الأنظمة البرمجية، وخاصة تطبيقات الويب، بشكل متزايد في الطلب العالمي على الطاقة حيث تخدم ملايين المستخدمين يومياً. إن تقليل هذا الطلب يتطلب ليس فقط عتاداً أكثر كفاءة بل أيضاً مقاربة منهجية لقياس استهلاك الطاقة البرمجية. وبما أن المستخدمين النهائيين يطلقون كل عملية حسابية من خلال تفاعلاتهم، فإن فهم العلاقة بين سلوك المستخدم واستهلاك الطاقة يعد أمراً محورياً لبناء تطبيقات أكثر استدامة. استجابة لذلك، يقدم هذا البحث E2EWET، وهو نظام تتبع طاقة الويب من البداية إلى النهاية الذي يؤسس إسناد استهلاك الطاقة المتمركز حول المستخدم عبر طبقات الواجهة الأمامية والخلفية وقواعد البيانات. يدمج E2EWET القياسات المتنوعة في آثار متماسكة من البداية إلى النهاية تتبع رحلات المستخدمين الحقيقية، مما يمكّن من تحديد نقاط الاستهلاك المرتفع للطاقة وتحليل أنماط الاستهلاك المدفوعة بالسلوك. من خلال توفير الرؤية عبر الطبقات دون الحاجة إلى تغييرات تطفلية في كود التطبيق، يؤسس هذا النظام قاعدة للأدوات المستقبلية القادرة على تقديم تقارير النتائج الطاقوية لكل من المطورين والمستخدمين، وبالتالي دعم التصميم الواعي للطاقة والاستدامة في هندسة برمجيات الويب.

الكلمات المفتاحية : استهلاك الطاقة البرمجية، هندسة البرمجيات الخضراء، قياسات الويب، إمكانية تتبع الطاقة، تحليل الطاقة، القياس البرمجي.