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 5491 - سيدي بلعباس
Higher School of Computer Science
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbes

Graduation's Thesis

To obtain the diploma of **Engineering's Degree**
Field of Study: **Computer Science**
Specialization: **Computer Systems Engineering (ISI)**

Theme

Building a Secure E-Learning Platform with Automated Lab Infrastructure Provisioning

---

Presented by
BOUZEBOUDJA Bahaa Eddine Moatassem Biallah

Defended on: **July, 2025**
In front of the jury composed of

Mr. BEDJAOUI Mohammed	President of the Jury
Mr. Sidi Mohammed Benslimane	Thesis Supervisor
Mr. Mostafa Fechfouch	Co-Supervisor
Ms. BABA AHMED Manel	Examiner

Academic Year: 2024/2025

Abstract

The rapid digitization of education has exposed critical limitations in existing e-learning platforms, particularly regarding certificate authenticity and practical skill development. This engineering project presents CyBright, an innovative e-learning platform that addresses these challenges through the integration of blockchain technology for immutable certificate verification and Amazon Web Services (AWS) cloud infrastructure for automated virtual laboratory provisioning.

The platform implements a comprehensive multi-stakeholder architecture supporting students, instructors, administrators, and corporate entities. The frontend utilizes React for administrative dashboards and Next.js for client interfaces, while the backend employs NestJS framework with PostgreSQL database for robust data management. The core innovation lies in the implementation of Ethereum smart contracts using the Hardhat development framework, enabling tamper-proof digital certificates with cryptographic verification capabilities.

The virtual laboratory system leverages AWS Elastic Compute Cloud (EC2) services to provide on-demand, isolated computing environments for hands-on technical training, addressing the theory-practice gap prevalent in online education. The platform incorporates advanced security measures including role-based access control and comprehensive audit trails to ensure data integrity.

The implementation successfully addresses certificate fraud through blockchain-based verification, provides practical learning experiences through cloud-based laboratories, and offers scalable architecture supporting institutional and corporate training requirements. This comprehensive solution represents a significant advancement in educational technology, combining proven frameworks with emerging blockchain capabilities to create a secure, scalable, and engaging e-learning ecosystem.

Keywords: E-learning, Blockchain, Smart Contracts, Virtual Laboratories, AWS EC2, Certificate Verification, Educational Technology, Web3 Integration

الملخص

كشفت الرقمنة السريعة للتعليم عن قيود حرجة في منصات التعلم الإلكتروني الحالية، خاصة فيما يتعلق بصحة الشهادات وتطوير المهارات العملية. يقدم هذا المشروع الهندسي سايبرايت ،(CyBright) وهي منصة تعلم إلكتروني مبتكرة تواجه هذه التحديات من خلال دمج تقنية البلوك تشين للتحقق الثابت من الشهادات وبنية AWS السحابية لتوفير المختبرات الافتراضية الآلية.

تطبق المنصة هيكلة شاملة متعددة الأطراف المعنية تدعم الطلاب والمدربين والإداريين والكيانات المؤسسية. تستخدم الواجهة الأمامية React للوحات الإدارية و Next.js لواجهات العملاء، بينما تستخدم الواجهة الخلفية إطار عمل NestJS مع قاعدة بيانات PostgreSQL لإدارة البيانات القوية. يكمن الابتكار الأساسي في تطبيق العقود الذكية لإيثريوم باستخدام إطار تطوير ،Hardhat مما يتيح شهادات رقمية مقاومة للتلاعب مع قدرات التحقق التشفيري.

يستفيد نظام المختبر الافتراضي من خدمات EC2 AWS لتوفير بيئات حاسوبية معزولة عند الطلب للتدريب التقني العملي، معالجاً فجوة النظرية والممارسة السائدة في التعليم عبر الإنترنت. تتضمن المنصة تدابير أمنية متقدمة بما في ذلك التحكم في الوصول القائم على الأدوار و مسارات التدقيق الشاملة لضمان سلامة البيانات.

ينجح التطبيق في معالجة احتيال الشهادات من خلال التحقق القائم على البلوك تشين، ويوفر تجارب تعلم عملية من خلال المختبرات السحابية، ويقدم هيكلة قابلة للتوسع تدعم متطلبات التدريب المؤسسي والمؤسسي. يمثل هذا الحل الشامل تقدماً كبيراً في التكنولوجيا التعليمية، حيث يدمج الأطر المثبتة مع قدرات البلوك تشين الناشئة لإنشاء نظام بيئي للتعلم الإلكتروني آمن وقابل للتوسع وجذاب.

الكلمات المفتاحية: التعلم الإلكتروني، البلوك تشين، العقود الذكية، المختبرات الافتراضية، EC2 AWS، التحقق من الشهادات، التكنولوجيا التعليمية، تكامل Web3

Résumé

La numérisation rapide de l'éducation a révélé des limitations critiques dans les plateformes d'apprentissage en ligne existantes, particulièrement concernant l'authenticité des certificats et le développement des compétences pratiques. Ce projet d'ingénierie présente CyBright, une plateforme d'apprentissage en ligne innovante qui aborde ces défis par l'intégration de la technologie blockchain pour la vérification immuable des certificats et l'infrastructure cloud AWS pour la provision automatisée de laboratoires virtuels.

La plateforme implémente une architecture multi-parties prenantes complète supportant étudiants, instructeurs, administrateurs et entités corporatives. L'interface utilisateur utilise React pour les tableaux de bord administratifs et Next.js pour les interfaces clients, tandis que le backend emploie le framework NestJS avec une base de données PostgreSQL pour une gestion robuste des données. L'innovation principale réside dans l'implémentation de contrats intelligents Ethereum utilisant le framework de développement Hardhat, permettant des certificats numériques inviolables avec des capacités de vérification cryptographique.

Le système de laboratoire virtuel exploite les services AWS EC2 pour fournir des environnements informatiques isolés à la demande pour la formation technique pratique, comblant l'écart théorie-pratique prévalent dans l'éducation en ligne. La plateforme incorpore des mesures de sécurité avancées incluant le contrôle d'accès basé sur les rôles et des pistes d'audit complètes pour assurer l'intégrité des données.

L'implémentation traite avec succès la fraude de certificats par la vérification basée sur blockchain, fournit des expériences d'apprentissage pratiques par les laboratoires cloud, et offre une architecture évolutive supportant les exigences de formation institutionnelle et corporative. Cette solution complète représente une avancée significative dans la technologie éducative, combinant des frameworks éprouvés avec les capacités émergentes de blockchain pour créer un écosystème d'apprentissage en ligne sécurisé, évolutif et engageant.

Mots-clés : Apprentissage en ligne, Blockchain, Contrats intelligents, Laboratoires virtuels, AWS EC2, Vérification de certificats, Technologie éducative, Intégration Web3