

Nom et Prénom : AKLI ASSIYA
Date de soutenance : 19/09/2026
Directeur de Thèse : CHOUGDALI KHALID

Sujet de thèse :

**A Unified Framework for Decentralized Authentication and Trust Management for IoT
Using Self-Sovereign Identity and the IOTA Distributed Ledger**

Résumé:

L'expansion rapide de l'Internet des Objets (IoT) engendre des défis importants en matière de sécurité, de confidentialité et de confiance, en raison de l'hétérogénéité et des ressources limitées des dispositifs. Les mécanismes de sécurité actuels reposent sur des autorités centralisées, ce qui limite l'évolutivité, crée des points de défaillance uniques et expose les systèmes aux risques d'altération des données.

Cette thèse propose un cadre décentralisé unifié capable de surmonter ces limitations en intégrant les principes de l'Identité Auto-Souveraine (SSI) avec le Tangle d'IOTA, une technologie de registre distribué (DLT) sans frais et optimisée pour les environnements IoT. L'objectif est de fournir une architecture cohérente renforçant la sécurité tout en maintenant une efficacité opérationnelle adaptée aux contraintes de l'IoT.

Le cadre unifié SSI-IOTA regroupe deux composantes essentielles : le Cadre d'Authentification Décentralisée (ISIF), qui utilise la SSI pour assurer une vérification d'identité respectueuse de la vie privée et garantir le stockage immuable des Identités Numériques (DIDs) et des Credentials Vérifiables (VCs) via IOTA ; et un Modèle de Gestion de Confiance Infalsifiable exploitant les capacités du registre pour permettre une évaluation dynamique et robuste de la confiance entre nœuds IoT hétérogènes, tout en réduisant les risques de menaces critiques telles que les attaques Sybil.

L'évaluation des performances du système d'authentification ISIF et du Modèle de Gestion de Confiance, incluant la charge de calcul, la latence et l'efficacité transactionnelle, confirme la viabilité de l'intégration SSI-IOTA. Les résultats montrent que le cadre proposé améliore l'évolutivité, la sécurité et la résilience, constituant ainsi une base solide pour des écosystèmes IoT de nouvelle génération, fiables et résilients.

Abstract:

The rapid and continuous expansion of the Internet of Things (IoT) has introduced significant challenges related to security, privacy, and trust, largely due to the heterogeneous and resource-constrained nature of IoT devices. Current IoT security mechanisms rely on centralized authorities, which restrict scalability, create single points of failure, and are vulnerable to data tampering.

This thesis addresses these limitations by proposing a unified decentralized framework that integrates Self-Sovereign Identity (SSI) principles with the IOTA Tangle, a feeless Distributed Ledger Technology (DLT) optimized for the IoT context.

The core contribution is the design and implementation of a Unified SSI-IOTA Framework. This holistic framework integrates two essential security solutions: the Decentralized Authentication Framework we named ISIF, which uses SSI for a privacy-preserving identity verification by leveraging IOTA for immutable storage of Digital Identities (DIDs) and Verifiable Credentials (VCs); and the Tamper-Proof Trust Management Model, which exploits IOTA's ledger capabilities to facilitate the dynamic and robust evaluation of trust among heterogeneous IoT nodes, mitigating critical threats such as Sybil attacks.

The comprehensive performance evaluation of both the ISIF authentication system and the Trust Management Model, assessing key metrics like computational load, communication latency, and transaction efficiency, confirms the superior viability of the SSI-IOTA integration. The results demonstrate that the proposed decentralized framework enhances scalability, operational efficiency, and overall security, establishing a foundation for building trustworthy and resilient next-generation IoT ecosystems.

Key words : Internet of Things, Authentication, Trust, Self Sovereign Identity, IOTA