

المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 – بسيدي بلعباس  
**Ecole Supérieure en Informatique**  
**-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbas**



## **MEMOIRE**

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

Filière : **Informatique**

Spécialité : **Systèmes d'information et web (SIW)**

## **Thème**

---

L'application de la blockchain dans les systèmes e-santé basé sur  
l'internet des objets

---

Présenté par :

- Mr Khatir Abdelkader
- Mr Zaoui Walid

Soutenu le : **00/00/2023**

Devant le jury composé de :

- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| - Mme. ELOUALI Nadia | Président |
| - M KHALDI Miloud    | Encadreur |
| - Mme ANANI Djihad   | Examineur |
| - M KECHAR Mohammed  | Examineur |

# Remerciements

Chers Parents, Encadreurs et Enseignants,

Aujourd'hui, je prends un moment pour exprimer ma profonde gratitude envers chacun de vous pour votre soutien inestimable tout au long de mon parcours de mémoire de master. Votre encouragement, vos conseils et votre bienveillance ont été des éléments cruciaux dans la réalisation de cette étape importante de ma vie.

À mes chers parents, je tiens à vous remercier pour votre amour inconditionnel, votre soutien financier et votre encouragement constant. Votre croyance en moi m'a motivé à persévérer et à viser l'excellence. Votre présence à mes côtés, à chaque étape de ma vie académique, a été un pilier de force.

À mes encadreurs, je suis profondément reconnaissant(e) pour votre expertise et vos précieux conseils. Votre patience et vos orientations avisées ont guidé mes efforts, me permettant d'explorer de nouvelles idées et d'affiner ma recherche. Votre engagement envers mon succès académique a été un moteur essentiel dans la réalisation de ce mémoire.

À mes enseignants, je tiens à exprimer ma reconnaissance pour le partage de vos connaissances et votre engagement à nous pousser à repousser nos limites intellectuelles. Vos enseignements ont façonné ma perspective et m'ont aidé à développer des compétences cruciales pour ma carrière à venir.

La réalisation de ce mémoire de master n'aurait pas été possible sans le soutien, la compréhension et les encouragements constants de chacun de vous. Votre impact sur ma vie académique et personnelle est immense et inoubliable.

Je regarde vers l'avenir avec enthousiasme, sachant que les leçons que j'ai apprises grâce à votre mentorat continueront à guider mes pas. Vos contributions resteront gravées dans ma mémoire alors que je m'efforce de mettre en pratique les compétences et les connaissances que j'ai acquises.

Merci encore du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre soutien continuera à m'inspirer à atteindre de nouveaux sommets.

# Résumé

Les approches existantes de la blockchain présentent un ensemble diversifié de dimensions, tandis que les applications de soins de santé basées sur l'IoT manifestent une grande variété d'exigences. L'analyse de pointe de la blockchain concernant les approches existantes basées sur l'IoT pour le domaine de la santé a été étudiée de manière limitée. L'objectif de ce mémoire est d'analyser les travaux actuels de pointe en matière de blockchain dans plusieurs disciplines de l'IoT, en mettant l'accent sur le secteur de la santé. Cette étude tente également de démontrer l'utilisation prospective de la blockchain dans les soins de santé, ainsi que les obstacles et les voies futures du développement de la blockchain. De plus, les fondamentaux de la blockchain ont été soigneusement expliqués pour s'adresser à un public diversifié. En revanche, nous avons analysé les études de pointe provenant de plusieurs disciplines de l'IoT pour la télésanté, ainsi que le déficit d'étude mais aussi les obstacles lors de la considération de la blockchain pour l'IoT, qui sont mis en évidence et explorés avec des alternatives suggérées.

---

**Mots clés : Blockchain, Internet des objets, e-santé, sécurité des données.**

---

# Abstract

The existing approaches of blockchain present a diverse set of dimensions, while IoT-based healthcare applications manifest a wide variety of requirements. Cutting-edge analysis of blockchain regarding existing IoT-based approaches for the healthcare domain has been studied to a limited extent. The objective of this state-of-the-art review is to analyze current cutting-edge work related to blockchain in various IoT disciplines, with a focus on the healthcare sector. This study also aims to demonstrate the prospective use of blockchain in healthcare, as well as the obstacles and future paths of blockchain development. Furthermore, the fundamentals of blockchain have been carefully explained to address a diverse audience. Conversely, we have analyzed leading studies from various IoT disciplines for telehealth, as well as the study gap and obstacles when considering blockchain for IoT, which are highlighted and explored with suggested alternatives.

---

**Keywords: Blockchain, Internet of Things, e-health, data security.**

---

## ملخص :

النهج الحالي للبلوكتشين يظهر مجموعة متنوعة من الأبعاد، ومن ناحية أخرى، تظهر التطبيقات القائمة على الإنترنت للرعاية الصحية مجموعة واسعة من المتطلبات. تمت دراسة التحليل الرصين للبلوكتشين فيما يتعلق بالنهج الحالي القائم على الإنترنت لمجال الرعاية الصحية إلى حد محدود. الغرض من هذا الورق البحثي هو تحليل الأعمال الحالية ذات التقنية المتقدمة المتعلقة بالبلوكتشين في عدة تخصصات للإنترنت من الأشياء، مع التركيز على قطاع الصحة. تسعى هذه الدراسة أيضا إلى توضيح الاستخدام المحتمل للبلوكتشين في مجال الرعاية الصحية، وكذلك عرقلة ومسارات تطوير البلوكتشين المستقبلية. علاوة على ذلك، تم شرح أسس البلوكتشين بدقة لجذب جمهور متنوع. على الجانب المقابل، قمنا بتحليل الدراسات المتقدمة في عدة تخصصات لإنترنت الأشياء للرعاية الصحية، وأيضا نقص الدراسة والعقبات عند النظر في البلوكتشين لإنترنت الأشياء، والتي تم تسليط الضوء عليها واستكشافها في الورق مع البدائل المقترحة.

---

**كلمات مفتاحية: بلوكتشين، إنترنت الأشياء، الصحة الإلكترونية، أمان البيانات .**

---

# Liste des sigles et abréviations

**IoT** : Internet of things ( internet des objets)

**BCot** : Blockchain of things

**P2P** : un réseau Pair-à-Pair

**BTC** : Bitcoin

**ETH** : Ethereum

**dApps** : decentralized applications

**XRP** : Ripple

**LTC** : Litecoin

**ADA** : Cardano

**DOT** : Polkadot

**XLM** : Stellar

**IoMT** : Internet of medical things ( internet des objets medicaux)

**DDoS** : Distributed Denial of Service attack (Attaque par déni de service)

**DLT** : Distributed Ledger Technology

**DME** : Dossiers Médicaux électroniques

**NS** : Network Simulator (logiciel de simulation de réseaux)

**ABE** : Attributs based encryption (le chiffrement base sur les attributs)

**API** : Application Programming Interface

**REST** : Representational State Transfer

**DSE** : Dossier de Santé Électronique

**AA** : Les Autorités d'Attribut

**mHealth** : Mobile Health (Santé Mobile)

**JSON** : Javascript Object Notation

**ECG** : electrocardiogram (suivi de la fréquence cardiaque)

**BCT** : Base carbon Tonne

**IPFS** : Système de Fichiers Interplanétaires

**JAS** : Jeton d'Accès de Sécurité

**RGPD** : Règlement général sur la protection des données

**CSP** : Fournisseurs de Services Cloud

**Tdata** : Transaction Data

**AHS** : Cognition Descriptive

**EMR** : dossiers médicaux électroniques

**PoS** : le protocole de consensus Proof-of-Stake

**PoW** : la preuve de travail (Proof-of-Work)

**HBCM** : Leader Blockchain Manager

**PoF** : Preuve de Familiarité

**SE** : chiffrement interrogeable

**SPE** : Le chiffrement interrogeable à clé publique

**GPIT** : Système d'identification des Patients

**SVM** : Support Vector Machine

**BigchainDB** : Base de données distribuée