

## Projet de thèse de doctorat unique

### I. Identification du projet de thèse

École Doctorale	Ecole Doctorale Sciences et Techniques de l'Université Nazi BONI (ED-ST/UNB)
Formation Doctorale	Informatique : Blockchain et Systèmes d'Information sécurisés
Laboratoire	Laboratoire d'Algèbre, de Mathématiques Discrètes et d'Informatique (LAMDI)
Titre du projet de thèse	Traçabilité et authentification de documents administratifs à l'aide de la blockchain : application dans l'administration publique au Burkina Faso
Nom et Prénom(s) du candidat au doctorat	HIEN Zilèdem Pierre Canisius
Nom, Prénom(s), grade et spécialité CAMES des directeurs de thèse	<ul style="list-style-type: none"><li>• MALO Sadouanouan, Professeur titulaire en Informatique</li><li>• TRAORE Yaya, Maître de conférences en Informatique</li></ul>

### II. Résumé du projet de thèse (2000 caractères maximum, espaces compris)

Ce projet de thèse part du constat du phénomène actuellement grandissant de falsification documentaire sur l'espace public numérique et dans les structures administratives. A cette ère du numérique, le phénomène de falsification ou fraude documentaire cause facilement d'énormes conséquences face auxquelles la nécessité de résolution se pose avec acuité. Au plan national, le gouvernement a entrepris et multiplie de nos jours des opérations d'authentification de certains types de document pour y remédier. Dans ce même contexte et à l'instar de l'Intelligence Artificielle (IA), la technologie Blockchain, est une révolution technologique en plein essor au cours de ces dernières décennies.

A travers la dynamique de transition digitale, nous envisageons d'explorer l'utilisation des multiples potentialités de la blockchain pour proposer une solution de traçabilité, d'authentification et de sécurisation des documents administratifs de manière plus efficace, sécurisé et facile d'usage.

### III. Contexte et justification (5000 caractères maximum, espaces compris)

Le fonctionnement de l'administration publique burkinabè et sa relation avec ses usagers/clients (citoyens, entreprises) sont fondés notamment sur la production et la réception de documents en version papier ou électronique. Cette règle permet d'avoir des preuves d'engagement, un socle d'exercice de droits, des supports de traçabilité et de planification au profit de l'administration et des usagers. De nos jours, le phénomène grandissant de documents administratifs falsifiés ou de documents d'origine douteuse conduit le gouvernement du Burkina Faso à engager des opérations d'authentification des documents. En effet, il a institué et renouvelé ces dernières années sa volonté de contrôler l'authenticité de plusieurs types de documents administratifs dont les diplômes des agents publics d'Etat dans le but d'asseoir une meilleure gouvernance en promouvant la méritocratie, d'éviter l'usage du faux et d'offrir des services de qualité aux usagers. Pour ce faire, un processus est mis en place dans ce sens. Ce processus va de la collecte des documents à authentifier, l'adresse de correspondances confidentielles aux probables structures émettrices desdits documents jusqu'à la communication des résultats de vérifications.

Malgré l'existence de ce dispositif et les efforts consentis par les gouvernants burkinabè, des failles et difficultés non négligeables subsistent malheureusement dans la mise en œuvre du processus d'authentification. Ces problèmes sont principalement :

- la perte de temps énormes liée au parcours de la demande d'authentification et à la fouille de données pour confrontations. Cette perte de temps concerne aussi bien l'utilisateur que les structures administratives de la chaîne, car le temps normal consacré aux activités réglementaires de services publics subit une diminution ;
- la mobilisation et l'utilisation de ressources (financières et humaines) considérables pour réaliser les opérations de vérification de l'authenticité des documents ;
- les potentielles allégeances ou complaisances dues naturellement à l'émotion humaine dans le dispositif et qui pourraient constituer un biais dans les résultats d'authentification ;
- la crise de confiance entre les gouvernants et les citoyens.

Dans ce même contexte, la Blockchain, à l'image de l'Intelligence Artificielle (IA), est une révolution technologique en plein essor au cours de ces dernières années. En effet, la Blockchain est une technologie de registre numérique distribué qui s'applique dans divers aspects de la vie humaine, dont le domaine de gouvernance. Elle semble une alternative plus efficace face au phénomène de falsification documentaire. En explorant l'utilisation de ses propriétés de non-répudiation, de transparence et de stockage décentralisé, la technologie Blockchain permettrait d'améliorer les services publics gouvernementaux, notamment en garantissant la traçabilité et la sécurité des documents administratifs et en offrant la possibilité d'authentifier ces documents en temps réel. Cela pourrait aussi réduire les risques de fraudes et de falsifications de ces documents.

De ce fait et au regard des potentiels autres bénéfices nettement plus attrayants qu'annonce la technologie Blockchain, une question fondamentale se pose : **comment concevoir et mettre en place une approche**

**intégrant la blockchain afin de garantir la traçabilité des documents administratifs et d'offrir la possibilité de vérifier leur authenticité en temps réel de manière plus facile, efficace et sécurisée ?**

#### **IV. État des connaissances sur le thème (5000 caractères maximum, espaces compris)**

La littérature sur l'application de la technologie blockchain dans les processus de traçabilité, d'authentification et de sécurisation de documents électroniques est ponctuée par entre autres les travaux de *Isyak Meirobie et al.* [1]. Leurs recherches ont abouti à la mise en place d'une plateforme (Go-chain) d'authentification des documents électroniques à l'aide de la technologie Blockchain dans le système gouvernemental d'Indonésie. Les problèmes ayant suscités ces recherches sont le manque de sécurité dans le stockage de toutes les données des documents, les redondances profondes de données et la présence de tierces parties qui interfèrent dans les transmissions de documents. La blockchain publique sans licence et est basée le processus de consensus Proof of Authority a été utilisée par ces auteurs.

Aussi, *Ana BAKHOUM* [2] a proposé, au profit du système d'enseignement moyen et secondaire du Sénégal, la dématérialisation du livret scolaire (d'où le E-livret). La problématique majeure traitée par l'auteur est comment assurer la fiabilité, l'authenticité, la transparence et la sécurité des E-livrets ? quelle architecture idéale, quel type de stockage utilisé ? Ces travaux ont consisté à développer une application décentralisée (DApp) dénommée « SDSEL » pour la sauvegarde des E-livrets dans la blockchain.

Nous [9] avons également enrichi ces connaissances en proposant une approche d'authentification de documents administratifs (notamment les communiqués officiels) à travers la blockchain. Les travaux ont permis de concevoir une application décentralisée « ADOBLOCK » basée sur cette approche en utilisation Ethereum 2.0 et le protocole de consensus Proof of Stake.

#### **V. Principales références bibliographiques (2000 caractères maximum, espaces compris)**

[1] I. Meirobie, A. P. Irawan, H. T. Sukmana, D. P. Lazirkha, et N. P. L. Santoso, « Framework Authentication e-document using Blockchain Technology on the Government system », *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol. 6, no 2, Art. no 2, déc. 2022, doi: 10.29099/ijair.v6i2.294.

[2] A. Bakhoun, « La Blockchain pour la Sécurisation des E-livrets scolaires », 2019.

[3] I. Bashir, *Mastering Blockchain*. Packt Publishing Ltd, 2017.

[4] B. Bertrand, Loi 051 portant sur l'accès à l'information publique - CSC - BURKINA FASO.

[5] S. Haber et W. S. Stornetta, « How to time-stamp a digital document », *J. Cryptol.*, vol. 3, no 2, p. 99-111, janv. 1991, doi: 10.1007/BF00196791.

[6] D. Bayer, S. Haber, et W. S. Stornetta, « Improving the Efficiency and Reliability of Digital TimeStamping », in Sequences II, R. Capocelli, A. De Santis, et U. Vaccaro, Éd., New York, NY: Springer, 1993, p. 329-334. doi: 10.1007/978-1-4613-9323-8\_24.

[7] A. A. Oussama, « CHAPITRE III : État de l'art de la Blockchain », in ResearchGate, 2019

[8] S. S. Kushwaha, S. Joshi, D. Singh, M. Kaur, et H.-N. Lee, « Systematic Review of Security Vulnerabilities in Ethereum Blockchain Smart Contract », IEEE Access, vol. 10, p. 6605-6621, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3140091.

[9] HIEN Z. P. Canisius, « Authentification de documents administratifs à l'aide de la blockchain », 2025. Mémoire de Master UJKZ, Burkina Faso.

## **VI. Hypothèses de recherche (1000 caractères maximum, espaces compris)**

Nous posons les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse 1** : l'intégration de la blockchain dans un système informatique d'authentification de documents administratifs garanti la traçabilité de ces documents.
- **Hypothèse 2** : la blockchain permet de vérifier l'authenticité des documents en temps réel.
- **Hypothèse 3** : l'adoption – par les services gouvernementaux – d'une solution de traçabilité et d'authentification de documents intégrant la blockchain renforce la sécurité et l'intégrité des diplômes.
- **Hypothèse 4** : l'utilisation de la blockchain dans un processus de traçabilité et d'authentification de documents administratifs permet de diminuer les cas de falsifications ou fraudes documentaires et de renforcer la confiance entre usagers et administration gouvernementale.

## **VII. Objectif global et objectifs spécifiques (1000 caractères maximum, espaces compris)**

L'objectif général est de **concevoir et de mettre en place une approche intégrant la blockchain afin de garantir la traçabilité des documents administratifs et d'offrir la possibilité de vérifier leur authenticité en temps réel de manière plus facile, efficace et sécurisée.**

Spécifiquement c'est de :

- examiner le dispositif existant d'authentification de documents dont les diplômes au sein de l'administration publique burkinabè afin d'identifier les vulnérabilités et les points positifs ;
- produire un état de l'art sur l'application de la blockchain dans les processus d'authentification et de sécurisation de documents administratifs ;
- concevoir une approche intégrant la blockchain et capable d'assurer la traçabilité des documents administratifs ainsi que la vérification de leur authenticité ;
- implémenter un système informatique fonctionnel basé sur cette approche ;
- mettre en place ce système et simuler son fonctionnement sur un environnement réel ;
- évaluer l'impact du système proposé.

#### **VIII. Résultats attendus (1000 caractères maximum, espaces compris)**

Les résultats attendus sont :

- le dispositif existant d'authentification de documents au sein de l'administration publique burkinabè est examiné ;
- un état de l'art sur l'application de la blockchain dans les processus d'authentification et de sécurisation de documents administratifs est produit ;
- une approche intégrant la blockchain, capable d'assurer la traçabilité des diplômes et permettant de vérifier de leur authenticité est proposée ;
- un système informatique fonctionnel basé sur cette approche est implémenté ;
- ce système est mis en place ;
- le fonctionnement de ce système sur un environnement réel est simulé ;
- l'impact du système est évalué.

#### **IX. Activités et méthodologie de recherche (5000 caractères maximum, espaces compris)**

Cette recherche s'appuie sur une démarche exploratoire, expérimentale et itérative. La méthodologie est constituée des six (06) grandes étapes (activités principales) suivantes :

##### **Étape 1 : Analyse du système existant et des processus métier**

Mener une étude du système d'authentification de documents administratifs (dont les diplômes) existant au Burkina Faso à travers les moyens suivants :

- entretiens avec les acteurs de la chaîne d'authentification des documents tels que des fonctionnaires à l'échelle opérationnels, des responsables de structures administratives, des responsables de structures universitaires, etc.) ;
- observations et constations de terrain sur les pratiques réelles ;
- examen de la documentation des procédures, outils physiques et numériques.

Cette étape doit permettre de cerner le périmètre du sujet, et d'identifier les vulnérabilités et limites mais aussi les points positifs exploitable ou à améliorer. Elle vise aussi à déterminer les exigences fonctionnelles de base de la future solution orientée blockchain.

### **Étape 2 : Revue de littérature**

Mener une analyse critique des travaux scientifiques existants en matière de blockchain, sécurisation et authentification de documents dans le but de produire un état de l'art (ou publications scientifiques) sur l'application de la blockchain dans les processus d'authentification et de sécurisation de documents administratifs. A travers cette activité, c'est de renforcer nos capacités de chercheur en participant à des manifestations scientifiques pour confronter les approches, les expériences de terrain et pour tisser des partenariats de travail.

### **Étape 3 : Conception de l'approche**

Explorer les scénarii techniques efficaces en tenant compte des contraintes contextuelles. Cette exploration devra aboutir à la conception d'une approche de traçabilité et d'authentification de documents administratifs électroniques à l'aide de la technologie blockchain.

### **Étape 4 : Développement et expérimentation**

Développer un prototype ou système fonctionnel basé sur l'approche conceptuelle, et réaliser des expérimentations primaires du prototype développé. Cette étape permettra d'obtenir un système fonctionnel et simulé, reflétant l'approche de traçabilité et d'authentification des documents.

### **Étape 5 : Mise en œuvre et itération**

Proposer une architecture de mise en œuvre de la solution. Cette étape vise à réaliser une mise en exploitation dans un environnement pilote et d'analyser son acceptabilité dans le contexte burkinabè.

### **Étape 6 : Évaluation et capitalisation**

Evaluer les résultats de mise en œuvre et d'itérations de la solution fonctionnelle. Cette étape permettra d'évaluer l'impact de la solution proposée sur le niveau de satisfaction d'un échantillon de services administratifs et d'utilisateurs, ainsi que sur le temps moyen de vérification avant et après la mise en place du système. Elle pourra être assortie d'ajustement et de recommandations.

Du point de vue originalité, stratégique, technique et sociétal, ce sujet de recherche contribuera à terme à travers :

- **un apport scientifique orienté souveraineté de données numériques et gouvernance administrative** qui permet d'enrichir les connaissances sur les limites et les innovations en matière d'adoption de la blockchain dans les systèmes étatiques ;
- **une contribution technique** du fait de l'intégration d'une technique décentralisée dans un univers de systèmes administratifs historiquement centralisés. Au plan national, cette contribution constituera un changement de paradigme en passant de la logique de « vérification par l'autorité » vers celle de « preuve mathématiquement vérifiable, infalsifiable et publique » ;
- **une facilité opérationnelle accrue et un renforcement de confiance entre administrations et usagers-clients** car les vérifications (voire par des tiers) seront instantanées, avec la possibilité de retrouver « qui a émis quoi et quand », sans altération possible.

## XI. Chronogramme des activités

Activités de recherche	An1				An2				An3			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Effectuer des entretiens avec des acteurs de structures administratives, etc.	X	X										
Effectuer une recherche archivistique	X	X	X									
Effectuer une recherche bibliographique	X	X	X	X								
Participer à des séminaires												
Faire des communications aux conférences, colloques ou doctoriales		X										
Soumettre des articles pour publications scientifiques				X			X			X		
Concevoir l'approche					X	X	X					
Implémenter l'approche					X	X	X	X	X	X		
Proposer une architecture de mise en œuvre de la solution									X	X		
Evaluer les résultats de mise en œuvre et d'itérations de la solution fonctionnelle										X		
Produire le document final de la thèse									X	X	X	X

## **XII. Environnement scientifique de la thèse (1000 caractères maximum, espaces compris)**

*Équipe d'encadrement, moyens de recherche, financements disponibles/ attendus, partenariat scientifique, etc.*

Cette recherche sera conduite au sein du Laboratoire d'Algèbre, de Mathématiques Discrètes et d'Informatique (LAMDI) de l'Ecole Doctorale Sciences et Techniques de l'Université Nazi BONI (ED-ST/UNB). Il existe une collaboration entre les chercheurs et doctorants de l'ED-ST/UNB avec ceux de l'ED-ST/UJKZ. Ces écoles doctorales disposent de salles informatiques qui sont également des espaces de travail pour doctorants.

Chaque année des Doctoriales sont organisées par l'ED-ST/UNB pour permettre à l'ensemble des encadreurs et des doctorants de discuter sur les travaux et évaluer les avancements et les difficultés rencontrées.

La bibliothèque universitaire centrale, les plateformes de ressources documentaires en ligne et les archives des structures administratives sont les espaces pour la documentation.

Cette thèse sera réalisée sur financement propre, à défaut de l'obtention d'une bourse spécifique.



### XIII. Cadre logique

	Description du projet	Indicateurs objectivement vérifiables et quantifiables	Sources et moyens de vérification	Hypothèse/risques
<b>Objectif global</b>	Concevoir et de mettre en place une approche intégrant la blockchain afin de garantir la traçabilité des documents administratifs et d'offrir la possibilité de vérifier leur authenticité en temps réel de manière plus facile, efficace et sécurisée	Une approche est conçue. Un système informatique est disponible.	Un fichier de conception de l'approche. Un système informatique testable.	Une solution similaire existe déjà au plan national. Manque de données, de ressources, refus de collaboration d'acteurs clés, changement majeur du sujet de recherche.
<b>Objectif spécifique 1</b>	Examiner le dispositif existant d'authentification de documents dont les diplômes au sein de l'administration publique burkinabè afin d'identifier les vulnérabilités, limites et les points positifs	Les vulnérabilités, limites et les points positifs du dispositif existant d'authentification de documents au sein de l'administration publique burkinabè sont identifiés, examinés et documentés.	Un document d'examen du dispositif existant.	Refus ou insuffisance de collaboration des acteurs, notamment des structures administratives.
<b>Activités 1.1</b>  <b>Activités 1.2</b>  <b>Activités 1.3</b>	1.1. Effectuer des entretiens avec des acteurs de structures administratives, etc. Ces acteurs sont à identifier préalablement.  1.2. Effectuer une recherche archivistique.	1.1. Des questionnaires sont formulés. 1.2. Des synthèses de consultations sont produites; 1.3. Idem	1.1. Un document résumant les entretiens. 1.2. Un document de résultats préliminaires contenant les ressources et références exploitables ; 1.3. Idem	1.1. Refus ou insuffisance de collaboration des acteurs, notamment des structures administratives. 1.2. Néant 1.3. Néant

	1.3. Effectuer une recherche bibliographique.			
<b>Résultats attendus 1.1</b> <b>Résultats attendus 1.2.</b> <b>Résultats attendus 1.3.</b>				
<b>Objectif spécifique 2</b>	Produire un état de l'art sur l'application de la blockchain dans les processus d'authentification et de sécurisation de documents administratifs.	Un état de l'art est disponible.	Un document de résultats préliminaires contenant la synthèse des connaissances en matière d'authentification de documents et l'application de la blockchain dans des processus d'authentification et de sécurisations de documents administratifs.	Changement majeur du sujet de recherche.
<b>Activités 2.1</b> <b>Activités 2.2</b> <b>Activités 2.3</b>	2.1. Participer à des séminaires. 2.2. Faire des communications aux conférences, colloques ou doctoriales. 2.3. Soumettre des articles pour publications scientifiques.	2.1. Nombre de participations aux séminaires ou autres événements scientifiques. 2.2. Nombre de communications. 2.3. Nombre de projet d'articles et d'articles.	2.1. Liste de présence si possible ou canevas de suivi d'événements scientifiques. 2.2. Canevas de suivi d'événements scientifiques. 2.3. Fichiers d'articles, liens d'espaces (journaux, conférences, ...) de publication.	Manque de frais de participation ou de publication, coïncidence d'agenda d'événements.
<b>Résultats attendus 2.1</b> <b>Résultats attendus 2.2</b> <b>Résultats attendus 2.3</b>				
<b>Objectif spécifique 3</b>	Concevoir une approche intégrant la blockchain et capable d'assurer la traçabilité des documents administratifs ainsi que la vérification de leur authenticité.	Une approche est disponible.	Un fichier de conception de l'approche.	Changement majeur du sujet de recherche.

<b>Activités 3.1</b> <b>Activités 3.2</b>	3.1. Concevoir l'approche ou les scénarii d'approche. 3.2. Discuter les scénarii et adopter l'approche.	3.1. L'approche ou des scénarii d'approche sont conçus. 3.2. Une approche est adoptée.	3.1. Un document de résultats préliminaires contenant les scénarii d'approche. 3.2. Un fichier de conception de l'approche.	Changement majeur du sujet de recherche. Résultat similaire déjà publié par autres chercheurs.
<b>Résultats attendus 3.1</b> <b>Résultats attendus 3.2</b>				
<b>Objectif spécifique 4</b>	Implémenter un système informatique fonctionnel basé sur cette approche.	Scripts et codes sources disponibles.	Espaces de sauvegarde des codes (disques, git, ...)	Changement de paradigme, manque ou fin de support nécessaire des technologies fondamentales de choix.
<b>Activités 4.1</b> <b>Activités 4.2</b>	4.1. Adopter les prototypes et maquettes. 4.2. Implémenter les fonctions.	4.1. Les prototypes et maquettes sont disponibles. 4.2. Les scripts et codes sources disponibles.	Espaces de sauvegarde des codes (disques, git, ...)	Changement de paradigme technologique, manque ou fin de support des technologies fondamentales de choix.
<b>Résultats attendus 4.1</b> <b>Résultats attendus 4.2</b>				
<b>Objectif spécifique 5</b>	Mettre en place ce système et simuler son fonctionnement sur un environnement réel.	Un système informatique fonctionnel est disponible.	Espaces de sauvegarde des codes (disques, git, ...)	Manque ou fin de support des technologies fondamentales de choix.
<b>Activités 5.1</b> <b>Activités 5.2</b>	5.1. Proposer une architecture de mise en œuvre de la solution. 5.2. Présenter en mode expérimental les fonctions implémentées.	5.1. Une architecture conceptuelle est élaborée. 5.2. Nombre de présentation.	Espaces de sauvegarde des codes (disques, git, ...)	
<b>Résultats attendus 5.1</b> <b>Résultats attendus 5.2</b>				

<b>Objectif spécifique 6</b>	Evaluer l'impact du système proposé		Rapport d'évaluation	Refus ou insuffisance de collaboration des acteurs.
<b>Activités 6.1</b>	6.1. Evaluer l'impact du système proposé sur le niveau de satisfaction d'un échantillon de services administratifs et d'utilisateurs.	6.1. Echantillon cible et échantillon atteint.	Rapport d'évaluation	
<b>Activités 6.2</b>	6.2. Evaluer le système proposé sur le temps moyen de vérification avant et après sa mise en place.	6.2. Temps moyen de réponse et frais moyen d'opérations.		
<b>Résultats attendus 6.1</b> <b>Résultats attendus 6.2</b>				

Ouagadougou le, 08 octobre 2025.

Le Codirecteur de thèse

Le Directeur de thèse

**Dr. Yaya TRAORE**

*Maître de conférences en Informatique*

**Pr. Sadouanouan MALO**

*Professeur titulaire en Informatique*