

Un cadre basé sur la blockchain pour des titres d'enseignement sécurisés

Shadab Alam¹, Huda Abdullah Yousef Ayoub², Rafan Abdulhaq Ahmed Alshaikh³, Asmaa Hayawi Hussen AL-Hayawi⁴

¹Département d'informatique, Collège de CS & IT, Université de Jazan, Jazan, KSA²

Département d'informatique, Collège de CS & IT, Université de Jazan, Jazan, KSA³

Département d'informatique, Collège de CS & IT, Université de Jazan, Jazan, KSA⁴

Département d'informatique, Collège de CS & IT, Université de Jazan, Jazan, KSA¹

s4shadab@gmail.com

Historique de l'article : Reçu : 10 janvier 2021 ; révisé : 12 février 2021 ; accepté : 27 mars 2021 ; publié.
en ligne : 28 avril 2021

Résumé: Blockchain fournit une approche créative pour le stockage des informations, l'exécution des transactions, la réalisation des tâches et l'établissement de la confiance. Certains voient Blockchain comme une technologie révolutionnaire pour la cryptographie et la cybersécurité, avec des applications allant de la cryptomonnaie aux soins de santé, aux contrats intelligents, à l'Internet des objets, à la gouvernance des réseaux intelligents, à la chaîne d'approvisionnement, etc. Ce travail de recherche offrirait une analyse détaillée de la sécurité, de la confidentialité et de la confiance de la blockchain. Il étudie ensuite les applications de la technologie blockchain dans le domaine de l'éducation et les défis impliqués. Enfin, il propose un cadre basé sur la blockchain pour la gestion sécurisée et fiable des dossiers des étudiants.

Mots-clés : Blockchain, éducation, certificat numérique, titre d'enseignement, sécurité, confidentialité

1. Introduction

Blockchain offre une approche créative pour le stockage des informations, l'exécution des transactions, la réalisation des tâches et l'établissement de la confiance. Certains considèrent la blockchain comme une technologie révolutionnaire pour la cryptographie et la cybersécurité, avec des applications allant de la cryptomonnaie aux soins de santé, en passant par les contrats intelligents, l'Internet des objets, la gouvernance des réseaux intelligents, la chaîne d'approvisionnement, etc. Ce travail de recherche offrirait une analyse détaillée de la sécurité, de la confidentialité et de la confiance de la blockchain. Il étudie ensuite les applications de la technologie blockchain dans le domaine de l'éducation et les défis impliqués. Enfin, il propose un cadre basé sur la blockchain pour la gestion sécurisée et fiable des dossiers des étudiants [1].

Blockchain, la technologie qui sous-tend la monnaie Bitcoin, est un grand livre de partage décentralisé qui enregistre les données des différentes parties participant aux transactions du réseau Bitcoin. Le réseau Bitcoin, en particulier, utilise la blockchain pour stocker l'historique des transactions ainsi que d'autres informations liées aux transactions, telles que l'heure à laquelle la transaction a été effectuée, l'adresse de l'expéditeur (ou du dépensier) et celle du destinataire. Cela aidera les dépensiers à éviter de dépenser deux fois la même somme. Pour garantir la confidentialité de la blockchain, toutes les informations sont cryptées.

La blockchain peut également être définie comme un grand livre partagé, car elle contient toutes les informations relatives à toutes les transactions Bitcoin [2]. Le monde de l'éducation est en train de passer à l'ère moderne. En effet, la technologie et l'éducation forment un excellent couple qui a gagné en popularité ces dernières années. Par conséquent, la technologie éducative est devenue un phénomène mondial. Cependant, nous ne pouvons pas discuter de l'utilisation des technologies sans aborder la question de la protection. Le non-respect de procédures de protection adéquates entraînera une utilisation accrue des ressources financières et humaines. Les chercheurs et les praticiens ont proposé diverses recommandations, approches et stratégies qui facilitent le processus de décision sur les mesures de sécurité à adopter après la mise en œuvre précoce de la technologie dans l'éducation. La technologie Blockchain, qui possède de puissantes fonctionnalités de cryptage, est une approche qui a récemment gagné en popularité. Une recherche bibliographique a été menée pour explorer l'état actuel de la technologie blockchain dans l'éducation. Cette étude vise à fournir une classification formelle des pratiques existantes ainsi qu'un résumé synthétisé.

Ce projet vise à reconnaître les différents domaines de mise en œuvre de la blockchain qui sont déjà utilisés et les applications potentielles de la blockchain dans l'éducation. Il se concentre sur trois thèmes clés : (1) les technologies éducatives basées sur la blockchain, (2) les opportunités que la technologie blockchain pourrait apporter à l'éducation, et (3) les complexités de la mise en œuvre de la technologie blockchain dans l'éducation. L'authentification des documents est un sujet crucial avec une variété de procédures difficiles et longues à

Divers rapports sont également disponibles, notamment des billets de banque, des documents gouvernementaux, des documents de transaction et des certificats d'enseignement [3].

Les certificats d'études sont les documents les plus importants accordés par les universités aux étudiants. Les faux certificats sont faciles à fabriquer car le mécanisme de délivrance n'est pas simple et vérifiable. Un faux certificat bien conçu est souvent difficile à repérer et peut être confondu avec le vrai certificat [4]. Ce travail a pour but de discuter des aspects pratiques

applications de la blockchain et analyse en outre l'application spécifique de la blockchain dans le système éducatif. Nous proposons d'examiner les différentes facettes de la protection et de la confidentialité de la technologie blockchain et ses implications dans le processus éducatif. Nous préconisons également de créer un système basé sur la blockchain pour assurer le suivi des dossiers scolaires des étudiants. Ce projet comprendrait des documents d'étudiants immuables qui peuvent être vérifiés de manière indépendante à un moment donné du processus. Le système proposé protégerait les informations relatives aux étudiants, ce qui leur permettrait de vérifier leurs diplômes même après un certain temps. Un faux diplôme ne peut être produit et il peut être confirmé de manière unique.

2. Contexte

2.1. Hachage

Le hachage est un processus mathématique qui génère une ou plusieurs valeurs à partir d'une chaîne de texte. Lorsqu'un message est destiné à un seul destinataire, le hachage est un moyen de garantir la confidentialité pendant le processus de transmission. Le hachage est produit à l'aide d'un algorithme, ce qui permet de protéger la protection de la transmission contre la falsification. Le hachage est également un outil permettant de trier efficacement les valeurs des clés dans une table de base de données.

MD5 et SHA-1 sont des fonctions de hachage cryptographiques traditionnelles ayant un seul objectif : transformer l'entrée source (message) en une chaîne de bits de longueur fixe (hachage) [5]. Et si elles ont toutes une fonction quelque peu différente, elles sont souvent appelées signatures (numériques), sommes de contrôle, ou simplement valeurs de hachage. L'inversion des fonctions de hachage cryptographiques, c'est-à-dire la recréation des données d'entrée uniquement à partir de leur valeur de hachage, est considérée comme pratiquement impossible [6].

2.2. Technologie de la blockchain

Une blockchain est une nouvelle technologie qui évolue en permanence et qui est appliquée dans divers domaines. Elle est née de la célèbre monnaie numérique proposée par Satoshi Nakamoto [2]. Au départ, elle n'était utilisée que pour les transactions financières, mais aujourd'hui, elle est utilisée ou proposée dans tous les domaines qui nécessitent une tenue d'archives ou un registre immuable et sécurisé. La blockchain est une collection de blocs générés à l'aide de fonctions de hachage cryptographiques et reliés au bloc précédent sous la forme d'une chaîne sécurisée utilisant des algorithmes cryptographiques [7]. Il s'agit d'une forme particulière de technologie de grand livre distribué qui fonctionne sur un réseau pair-à-pair (P2P). Elle utilise un algorithme de consensus pour valider un nouveau bloc, et une fois validés et ajoutés à la Blockchain, ces blocs ne peuvent plus être modifiés.

2.3. Types de blockchain

Les blockchains privées et publiques sont les deux principaux styles de blockchains. Il existe toutefois plusieurs variantes, comme les blockchains de consortium et les blockchains hybrides. Toute blockchain est constituée d'un groupe de nœuds reliés par un réseau peer-to-peer (P2P). Chaque nœud du réseau possède une copie du grand livre commun, qui est mis à jour régulièrement. Chaque nœud a la capacité de valider des transactions, d'envoyer et de recevoir des messages, et de construire des blocs.

2.3.1. Blockchain publique

Une blockchain publique est un système de grand livre distribué non restrictif et sans autorisation. En tant que nœud autorisé, toute personne disposant d'une connexion Internet peut accéder à une plateforme blockchain et devenir un utilisateur du réseau. Un nœud ou un utilisateur de blockchain publique peut effectuer des recherches dans les enregistrements actuels et historiques, vérifier les transferts, prouver les blocs entrants et effectuer des opérations minières. Le minage et le commerce de crypto-monnaies sont les utilisations les plus courantes des blockchains partagées. Par conséquent, les blockchains décentralisées les plus utilisées sont le Bitcoin et le Litecoin. Les blockchains publiques sont largement sécurisées si les utilisateurs appliquent étroitement les directives et les procédures de sécurité [8].

2.3.2. Blockchain privée

Une blockchain à autorisation ou limitée ne peut être utilisée que dans un réseau protégé appelé blockchain privée. Les blockchains privées sont généralement utilisées par une organisation ou une entreprise où seul un petit nombre d'utilisateurs peut rejoindre un réseau de blockchains. Le niveau de conformité, les autorisations, les licences et l'accessibilité sont tous déterminés par l'organisation dirigeante. Par conséquent, les blockchains privées sont fonctionnellement similaires aux blockchains publiques, mais leur réseau est plus petit et plus limité.

Shadab Alam, Huda Abdullah Yousef Ayoub, Rafan Abdulhaq Ahmed Alshaikh, Asmaa Hayawi Hussen
Les blockchains privées sont généralement utilisées pour le vote, la chaîne d'approvisionnement, l'identité numérique, la gestion de patrimoine et d'autres applications.

2.3.3. Consortium/ Blockchain fédérée

Une blockchain de consortium est un grand livre semi-décentralisé qu'un groupe d'entreprises ou d'institutions gère. En comparaison, une blockchain privée, qu'une seule personne possède, ressemble à ceci. Plusieurs personnes peuvent agir en tant que nœud dans une telle blockchain pour la transaction de données ou l'exploitation minière. Les ministères, les institutions financières et d'autres organisations utilisent également des blockchains de consortium [9].

2.3.4. Blockchain hybride

Une blockchain hybride combine les avantages des blockchains propriétaires et publiques. Elle incorpore des caractéristiques de toutes les formes de blockchains, permettant à la fois un schéma privé avec permission et un schéma public sans permission. Avec un tel réseau hybride, les utilisateurs pourront contrôler qui a accès à quelles données détenues dans la blockchain. Quelques données ou documents de la blockchain seront mis à disposition, le reste restant privé dans le réseau privé. Les utilisateurs pourront accéder facilement à un réseau privé ou à plusieurs blockchains publiques grâce au cadre hybride de Blockchain.

2.4. Caractéristiques de la blockchain :

La technologie Blockchain n'est pas seulement utilisée pour les crypto-monnaies mais elle est utilisée dans diverses applications et proposée dans beaucoup d'autres en raison des caractéristiques suivantes [10] :

- a. **Immutabilité** : L'une des caractéristiques les plus importantes de la blockchain est l'immuabilité, qui garantit que la technologie reste là où elle est - un réseau stable et inaltérable.
- b. **Décentralisé** : Le réseau est décentralisé, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'organe de contrôle ou d'individu en charge du système.
- c. **Sécurité améliorée** : Puisqu'il n'y a pas besoin d'une autorité centrale, personne ne peut simplement ajuster les caractéristiques du réseau à son avantage. Le cryptage ajoute une autre couche de protection à l'appareil.
- d. **Les grands livres distribués** : Un grand livre public contient généralement des détails sur une transaction et ses participants. Il n'y a aucun moyen de se cacher, car tout se passe au grand jour. L'argument en faveur d'une Blockchain privée ou fédérée, en revanche, est un peu différent. Cependant, dans ces situations, un grand nombre de personnes verront ce qui se passe réellement dans le grand livre. C'est parce que tous ces utilisateurs sur le dispositif maintiennent le grand livre sur le réseau. Pour obtenir un meilleur résultat, la puissance de calcul a été répartie sur les machines.
- e. **Consensus** : Le consensus est une communauté de nœuds participants sur le mécanisme de prise de décision du réseau. Dans ce cas, les nœuds accepteront facilement et assez rapidement.
- f. **Un règlement plus rapide** : Contrairement aux systèmes bancaires classiques, Blockchain permet un règlement plus rapide. Elle permettra à une personne de faire passer des fonds plus rapidement, ce qui permet de gagner du temps sur le long terme.

3. Domaine d'application de la blockchain

Étant donné que les crypto-monnaies représentent une part importante des réseaux blockchain actuels, la plupart des chercheurs les divisent en catégories financières et non financières. D'autres les classent en fonction des versions de blockchain. Nous présentons quelques applications basées sur la blockchain :

3.1. Applications financières

La technologie blockchain est actuellement utilisée dans divers domaines financiers, notamment les services aux entreprises, le règlement des actifs financiers, les marchés de prédiction et les transactions économiques. Les systèmes de marché (PMS), qui fonctionnent comme des oracles ou des sources de renseignements, sont un autre domaine fascinant qui peut influencer les entreprises et les crypto-monnaies. La blockchain est appelée à jouer un rôle essentiel dans la viabilité à long terme de l'économie financière, au bénéfice des investisseurs, du système bancaire existant et de la société dans son ensemble [12].

3.2. Gouvernance

Depuis plusieurs années, les gouvernements sont chargés de gérer et de tenir les comptes officiels des résidents et/ou des entreprises. En désintermédiant les transactions et la tenue des registres, les applications basées sur la blockchain peuvent transformer le mode de fonctionnement des administrations locales et étatiques [10]. La transparence, l'automatisation et la sécurité qu'offre la blockchain pour la gestion des informations publiques pourraient potentiellement prévenir la corruption et améliorer les services gouvernementaux. La blockchain peut être utilisée comme un réseau de mise en réseau sécurisé pour combiner les infrastructures

Un cadre basé sur la blockchain pour des titres d'enseignement physiques, sociales et industrielles dans le cadre d'une ville intelligente [13]. La gouvernance par blockchain vise à disposer des mêmes ressources que l'État et ses organismes publics connexes de manière décentralisée et efficace tout en conservant la même légitimité.

3.3. Citoyenneté et service aux usagers

L'intégration des technologies émergentes dans la vie quotidienne nécessite des systèmes tels que Blockchain pour identifier et certifier de manière fiable les attributs primaires des utilisateurs, tels que l'identité, l'adresse, les antécédents de crédit et d'autres caractéristiques personnelles [14].

3.4. Voter

Le vote électronique est proposé comme une technologie prometteuse et susceptible de changer la donne pour faciliter le processus électoral, réduire les complications liées à l'ordre public et réduire le temps et les dépenses financières. Pourtant, en raison des problèmes de sécurité et des menaces de cybersécurité, il n'a pas encore pris son essor. La blockchain peut fournir une plateforme fiable et sécurisée pour le vote électronique qui peut rester conforme aux lois nationales.

3.5. Internet des objets (IoT)

L'application de l'Internet des objets (IoT) à la croissance de la population a entraîné ses applications dans chaque domaine de la vie quotidienne et est devenue critique pour la croissance [15]. Bien que l'utilisation de l'IdO présente de nombreux avantages, les diverses menaces de sécurité sont plus nombreuses que ces avantages [16]. En raison des capacités matérielles limitées, le mécanisme de sécurité cryptographique traditionnel ne peut pas être appliqué dans un tel environnement. La blockchain peut fournir une plateforme et un mécanisme pour sécuriser le réseau IoT, et elle peut fournir un réseau IoT ouvert pour un réseau IoT sécurisé, fiable et interopérable [17].

3.6. Gestion des soins de santé

La technologie Blockchain peut fournir une solution essentielle pour les prestataires de soins de santé qui ont des applications dans la gestion des soins de santé, l'historique démographique des soins de santé, le règlement électronique des demandes d'assurance et le partage des données médicales des patients à distance. Elle permettra de réaliser des enquêtes médicales orientées vers l'utilisateur, d'arrêter les produits et médicaments contrefaits et de gérer les données des essais cliniques [18]. Plus précisément, la blockchain et les contrats intelligents peuvent résoudre des problèmes tels que la crédibilité scientifique des résultats des essais cliniques et le consentement éclairé des patients [19].

3.7. Vie privée et sécurité

D'importantes quantités de connaissances confidentielles et classifiées sont amassées par des institutions centralisées, tant publiques que privées. Malgré l'objectif du GDPR de réglementer la production de ces données, il reste un vide important à combler. Par rapport à d'autres mécanismes informatiques fiables qui utilisent des techniques de fouille de données, Blockchain est considérée comme un moyen d'améliorer la fiabilité et l'évolutivité des big data [20]. Par conséquent, la littérature contient des applications axées sur la confidentialité et la sécurité basées sur les technologies blockchain [13].

3.8. Applications commerciales et industrielles

Blockchain peut devenir une source importante de nouveauté dans le domaine des affaires et de la gestion en renforçant, optimisant et automatisant les processus d'entreprise. L'IoT et la Blockchain donnent naissance à une multitude de modèles de commerce électronique innovants. Dans un modèle commercial, les SC sont utilisés pour effectuer des transactions entre des appareils sur un réseau distribué basé sur Blockchain [21].

3.9. Gestion de la chaîne d'approvisionnement

La blockchain devrait améliorer l'efficacité et la responsabilité de la chaîne d'approvisionnement, permettant ainsi des chaînes de valeur plus flexibles. Les technologies basées sur la blockchain, en particulier, ont le potentiel de révolutionner les chaînes d'approvisionnement dans trois domaines : la visibilité, l'optimisation et la demande. La blockchain peut être utilisée dans la distribution, la détection des marchandises contrefaites, la collecte de documents de charge, le contrôle de l'origine, et les acheteurs et vendeurs peuvent échanger directement sans intermédiaire [22].

3.10. Secteur de l'énergie

Les applications potentielles de Blockchain sur le marché de l'énergie sont nombreuses, et elles auraient un impact significatif sur les processus et les réseaux. La blockchain peut minimiser les coûts et permettre de

Shadab Alam, Huda Abdullah Yousef Ayoub, Rafan Abdulhaq Ahmed Alshaikh, Asmaa Hayawi Hussen nouveaux modèles commerciaux, tandis que les places de marché et les réseaux pourraient être mieux équipés pour gérer la sophistication, la sécurité des données et la propriété [23]. La blockchain peut également permettre au réseau électrique de fonctionner plus efficacement, de contrôler la réponse à la demande et de jeter les bases d'un contrôle plus efficace de la consommation des ressources et de la facturation des sources d'énergie [14].

3.11. Gestion des données

Blockchain est une technologie très adaptée à la gestion des données. Comme tous leurs processus sont vérifiables, les implémentations et les cadres construits sur cette technologie ont amélioré la protection des données et permis une auditabilité par défaut. Cette dernière section sur les applications basées sur les blockchains cite la littérature connexe visant à un stockage des données qui soit fiable, sûr et vérifiable [24].

3.12. Applications diverses

Le crowdfunding est un cas d'utilisation approprié de la technologie blockchain. Dans les domaines humanitaire et philanthropique, les implémentations blockchain peuvent être utilisées pour lutter contre la faim. La blockchain peut également permettre de construire des réseaux de transport intelligents, sécurisés, distribués et autonomes et de gérer en toute sécurité les billets d'entrée aux événements dans le contexte des villes intelligentes. L'informatique en périphérie et la création de réseaux de partage des ressources informatiques, l'informatique en grille, l'informatique en nuage et l'utilisation de la blockchain comme connecteur de dispositif sont plusieurs des applications de la blockchain liées aux technologies de l'information qui suscitent des préoccupations particulières.

4. Blockchain dans l'éducation

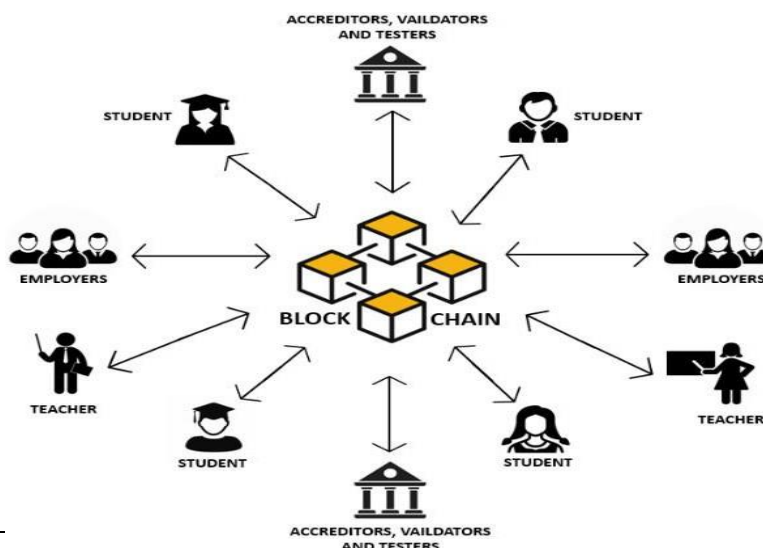
La blockchain peut aider les établissements d'enseignement à renforcer leur capacité à aider les enseignants, à transmettre des connaissances aux tuteurs et aux membres de la communauté, à mettre en place de nouveaux systèmes d'apprentissage et à élargir et offrir des possibilités d'apprentissage à un plus grand nombre d'étudiants. La figure 1 décrit la structure générale de Blockchain et des utilisateurs dans le domaine de l'éducation. Il existe plusieurs utilisations et avantages de l'utilisation de la technologie blockchain dans le domaine de l'éducation :

4.1. Éducation en ligne

L'enseignement en ligne, également connu sous le nom d'apprentissage à distance ou d'apprentissage électronique, utilise les données et la technologie Internet pour fournir des informations et faciliter l'apprentissage. On parle d'une technique d'apprentissage sur le web. Avec l'invention de la blockchain, une solution idéale aux problèmes de l'apprentissage en ligne, tels que la légitimité et la protection, sera offerte. La blockchain permettra également de créer des documents d'apprentissage non modifiables pour l'enseignement en ligne, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la surveillance d'un tiers, ce qui garantira une reconnaissance adéquate des crédits de cours.

4.2. Dossiers des étudiants

Les relevés de notes sont l'un des processus les plus longs et les plus laborieux de l'enseignement supérieur. L'authenticité de chaque entrée doit être vérifiée manuellement avant qu'un enregistrement validé des notes d'un étudiant soit disponible. La certification du contenu des cours est un autre type de dossier d'étudiant qui est souvent recherché. Chaque page doit être signée et tamponnée pour chaque étudiant qui demande ce dossier (pour en garantir l'exactitude). Si les cours et les résultats scolaires étaient stockés sur une blockchain, une personne pourrait obtenir un dossier exact et authentifié en quelques clics [25].



4.3. Diplômes et certificats

Les diplômes et certificats des étudiants pourraient être fournis et stockés sur une blockchain, à l'instar des notes. Les employeurs devront alors être renvoyés vers un certificat numérique au lieu d'exiger de l'organisme qui a délivré le diplôme qu'il certifie une copie papier. Ce projet est également en cours. En effet, la plupart des administrations chargées de délivrer les titres d'enseignement ne sont pas en mesure de garantir la confidentialité et la fiabilité des données des étudiants. Bien que l'utilisation de Blockchain pour résoudre les problèmes de confiance puisse être une solution viable, Blockchain présente des inconvénients qui limitent son adoption complète. Le débit et le temps d'accès sont faibles dans Blockchain [26]. Elle empêche les utilisateurs d'utiliser de faux diplômes ou certificats auprès d'éventuels employeurs ou établissements d'enseignement supérieur.

4.4. Badges

Outre les diplômes, un CV standard fournit une foule de détails supplémentaires que les employeurs peuvent trouver utiles. Il s'agit de qualités telles que la maîtrise d'une langue étrangère, des compétences en ingénierie ou des talents uniques qui ne sont pas intrinsèquement liés à la profession. Toutefois, ces aptitudes sont difficiles à prouver. Cependant, une personne peut faire appel à un professionnel tiers pour valider ses compétences et délivrer un titre ou un badge. Si ces derniers sont stockés sur une blockchain, ils peuvent être utilisés pour montrer qu'un individu possède les compétences nécessaires. Open Badge Passport, par exemple, est un premier pas dans cette direction.

4.5. Examen et évaluation des étudiants

Les élèves passeront ensuite le test à distance à l'aide d'ordinateurs personnels ou de smartphones, la blockchain se chargeant de l'évaluation. Les enseignants auraient plus de temps à consacrer à d'autres activités académiques ou culturelles s'ils n'avaient pas à noter les tests. Les enseignants peuvent utiliser un contrat intelligent et la blockchain pour définir les bonnes réponses et les critères de notation pour l'évaluation. Les élèves se présenteront ensuite à l'examen sur leur PC ou leurs appareils. La réussite scolaire des étudiants et leurs succès dans l'enseignement, la préparation, les tournois, le travail et d'autres événements en dehors de l'école peuvent être mesurés à l'aide des technologies blockchain pour évaluer leurs capacités, ce qui profite à la fois aux étudiants et aux entreprises qui cherchent à les embaucher. Un système d'évaluation des compétences techniques des étudiants basé sur la blockchain qui peut tester les méthodes de mesure des capacités des étudiants en utilisant un algorithme de regroupement. Le cadre peut également permettre le développement d'un écosystème d'évaluation des compétences des étudiants.

4.6. Leçons et cours.

De nombreuses blockchains prennent également en charge les contrats intelligents. Cela garantit que les leçons et les cours peuvent être codés dans la blockchain et s'exécuter spontanément lorsque ces critères sont rencontrés. Un instructeur peut confier des missions à des étudiants. Les contrats intelligents sur la blockchain pourraient vérifier l'exécution de chaque mission automatiquement. Les enseignants pourraient être payés en crypto-jetons pour avoir terminé toutes les missions, et les étudiants pourraient obtenir des crédits. Cette méthode peut également être utilisée pour organiser des classes entières.

4.7. Protection de la propriété intellectuelle et édition

Les étudiants de premier et de deuxième cycle, les enseignants, les universitaires et les chercheurs produisent activement du contenu de haute qualité, mais il est difficile de le faire publier. Malgré l'augmentation de la quantité et des types de moyens de publier des travaux universitaires, des questions demeurent quant à l'exactitude de l'examen par les pairs, au plagiat, au manque de participation du public et des patients, aux préjugés en matière de publication, aux rapports prédateurs, au coût de la publication en libre accès et à l'opacité du "pedigree" de la recherche scientifique. La transparence académique, la reproductibilité et la prévention de la falsification et de la manipulation des preuves sont toutes au centre des débats visant à préserver l'intérêt du public pour la méthode scientifique. La blockchain peut résoudre ces problèmes.

4.8. Processus d'admission

La plupart des établissements d'enseignement fonctionnent selon un modèle dans lequel ils ont autorité sur les dossiers et les qualifications des étudiants. Par conséquent, il est possible que les données soient modifiées, perdues ou détruites. Les données peuvent être partagées en toute sécurité avec les parties intéressées à l'aide de technologies de grands livres distribués fonctionnant sur un réseau décentralisé. Cela permettra également

Shadab Alam, Huda Abdullah Yousef Ayoub, Rafan Abdulhaq Ahmed Alshaikh, Asmaa Hayawi Hussen d'éviter les vols. Il incitera les étudiants à adopter des modes d'apprentissage mobiles, car ils pourront remplir efficacement les conditions d'admission de diverses universités dans le monde [27].

4.9. Avantages de la technologie blockchain dans l'éducation

La technologie blockchain est un nouveau domaine innovant qui présente de nombreux potentiels pour transformer le secteur de l'éducation. Les avantages de la technologie blockchain dans l'éducation vont de la gestion des données à leur authentification sans compromettre la légitimité. Les données de la blockchain sont accessibles et vérifiables 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, avec une responsabilité totale. La technologie blockchain est couramment utilisée pour délivrer et authentifier des titres de formation tels que des diplômes, des relevés de notes, ainsi que les compétences, les qualifications et les capacités techniques des étudiants, que les employeurs peuvent vérifier dans le monde entier. Le processus de délivrance des titres est simplifié grâce aux technologies blockchain, et les employeurs peuvent consacrer moins de temps à la vérification des résultats scolaires. Elle soutient le secteur de l'éducation en offrant un forum sécurisé pour le partage des données sur les étudiants, ce qui accroît la confiance, réduit les coûts et augmente la responsabilité. La technologie blockchain contient un enregistrement complet du cours dans des blocs de données ordonnés par des horodatages dans une séquence chronologique. L'algorithme cryptographique évite les manipulations et les fraudes informatiques en empêchant la suppression des anciens et des nouveaux blocs de données. Il crée une infrastructure virtuelle pour la collecte du papier et conserve la trace des qualifications et des réalisations des étudiants tout au long de leur vie.

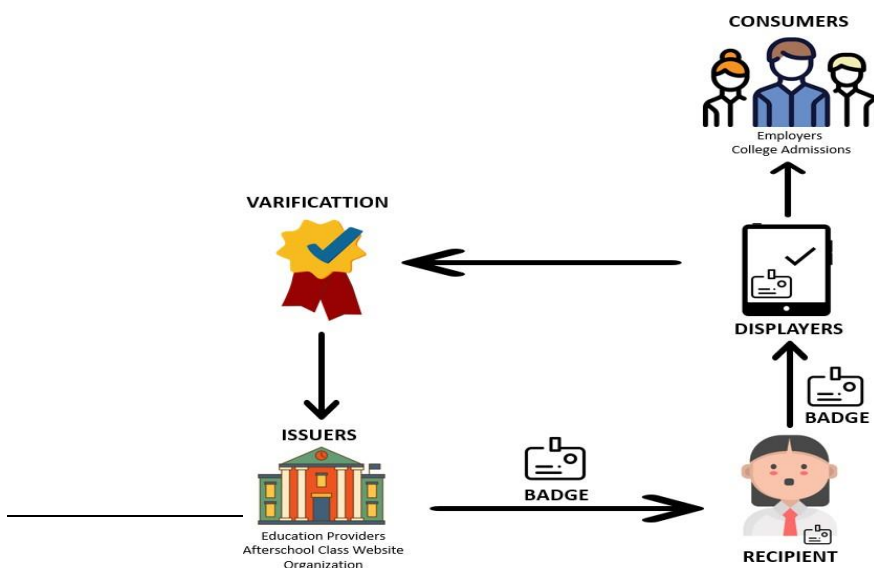
4.10. Enjeux de l'application de la technologie blockchain dans l'éducation

Il est indéniable que l'utilisation de la technologie blockchain dans l'éducation pourrait présenter des inconvénients. Les enseignants doivent évaluer subjectivement tous les schémas cognitifs et les résultats d'apprentissage, tels que les dissertations et les présentations pédagogiques, dans le cadre d'une structure complexe. Sans interaction humaine, un contrat intelligent préprogrammé ne peut pas tester ce type d'activités d'apprentissage. Si la technologie blockchain éducative était introduite dans les écoles, toutes les données académiques des étudiants seraient intégrées dans des grands livres blockchain. Il est indéniable que l'utilisation des technologies blockchain dans l'éducation pourrait avoir des conséquences négatives. Dans le cadre d'un système dynamique, les enseignants doivent analyser subjectivement à la fois les comportements de traitement et les résultats d'apprentissage, tels que les dissertations et les présentations pédagogiques. Un contrat intelligent préprogrammé ne peut pas mesurer ces types d'expériences d'apprentissage sans intervention humaine. Les données pédagogiques des élèves peuvent être intégrées dans des grands livres de blockchain si la technologie de blockchain éducative est mise en œuvre dans les salles de classe [28].

L'immutabilité des technologies blockchain aurait un effet à double tranchant. Elle réduit la possibilité de modifier le dossier scolaire d'un élève pour des raisons légitimes pour certains candidats. En outre, de nombreux obstacles ou blocages techniques à l'utilisation de Blockchain dans l'éducation n'ont pas été abordés. La méthode de consensus standard Proof of Work, par exemple, est une perte de temps. Elle présente un faible nombre de transactions par seconde, ce qui ajoute aux dépenses et empêche son utilisation dans les salles de classe [24].

5. Cadre basé sur la blockchain pour les titres de compétences numériques dans l'éducation

Les qualifications en ligne vont des badges numériques aux certificats numériques. Dans l'environnement en ligne, l'alternative aux qualifications, médailles et prix sur papier. Il est facile de donner, de maintenir et de vérifier des qualifications numériques. Les diplômes des établissements d'enseignement, la reconnaissance de l'achèvement d'un cours ou d'un sujet, et les récompenses pour l'acquisition d'une compétence personnelle ou technique sont quelques-uns des exemples les plus populaires [29].



Les certificats numériques indiquent et transmettent des informations précieuses sur les compétences du détenteur du certificat et sur l'organisme ou l'entité qui vérifie ces compétences. La figure 2 présente un schéma général de la vérification numérique des dossiers scolaires. La plupart des certificats comportent un symbole qui identifie la compétence et l'établissement qui l'a délivrée, comme ce badge de maîtrise des cours et des programmes du Colorado Community College System. Les certificats numériques rendront les relevés de notes universitaires de plus en plus obsolètes et inutiles [30]. Même si les employeurs continueront d'accorder de l'importance à l'obtention d'un diplôme, les notes de cours inscrites sur les relevés de notes ne seront pas prises en compte dans le processus de candidature. La délivrance de titres de compétences numériques présente des avantages en termes de suivi et de diffusion de l'ensemble des réalisations d'apprentissage.

5.1. Problèmes liés aux certificats numériques

Alors que les titres professionnels ont gagné en importance sur le marché au cours de la dernière décennie, la fabrication de faux titres universitaires est devenue un problème universel. L'augmentation des faux diplômes est souvent attribuée à la récession économique, des personnes désespérées falsifiant des titres afin d'obtenir des qualifications professionnelles. Des preuves récentes révèlent toutefois que la contrefaçon de diplômes ne touche pas seulement les employés de bas niveau, mais aussi les militants, les fonctionnaires et les candidats à l'université. Selon une étude récente, l'administration et la gestion de la délivrance des transcriptions sont confrontées à plusieurs défis [31].

Une transcription est facile à exploiter et peu vérifiable dans sa nature physique. Les transcriptions, même si elles sont numérisées, sont difficiles à échanger entre les réseaux des organisations ou des employeurs et sont très vulnérables aux failles de sécurité. D'un point de vue financier, ces défis auront un coût élevé et n'auront aucune récompense pour ceux qui veulent les résoudre. De nombreux universitaires ont suggéré des technologies blockchain pour délivrer rapidement des certificats académiques et des authentications afin de résoudre le problème des travaux de secrétariat lourds et chronophages [25].

5.2. Proposition de cadre basé sur la blockchain pour les titres de compétences numériques dans l'éducation

La méthode chronophage de vérification manuelle des documents universitaires peut être numérisée dans les villes intelligentes pour la rendre plus facile et plus fiable. La figure 3 montre une architecture basée sur la blockchain pour la vérification numérique des documents universitaires. Les notes ou les compétences d'un étudiant sont insérées dans le schéma pour chaque unité de recherche dans cette architecture lorsqu'elles sont disponibles. Un institut d'enseignement peut définir une unité de recherche comme un semestre ou un module. Pour être fidèle au réseau blockchain, l'enseignant de cette unité d'étude envoie les notes en utilisant le mécanisme institutionnel d'approbation des notes. Toutes les notes de toutes les unités de recherche seront régulièrement enregistrées dans la blockchain de cette manière. Une fois qu'un étudiant aura terminé toutes les unités d'étude de son programme académique, un algorithme vérifiera si toutes les conditions requises pour l'obtention d'un diplôme ont été remplies et fournira au candidat un relevé de notes et un diplôme numériques. Les diplômés peuvent obtenir des titres universitaires numériques et une identité spécifique, telle qu'un identifiant de ressources uniformes (URI), qu'ils enverront à toute personne souhaitant vérifier leurs titres universitaires. Les titres de compétences de la blockchain peuvent être vérifiés par une personne externe, comme un employeur ou un fonctionnaire, à l'aide de l'identifiant. La figure 3 présente un processus étape par étape pour la gestion de la certification académique en utilisant la blockchain. Les titres de compétences de la blockchain peuvent être vérifiés par une personne externe, telle qu'un employeur ou un fonctionnaire, à l'aide de l'identifiant. Les documents affichés par la blockchain seraient légitimes et ne nécessiteraient plus de notariation puisque les enregistrements de la blockchain sont permanents.

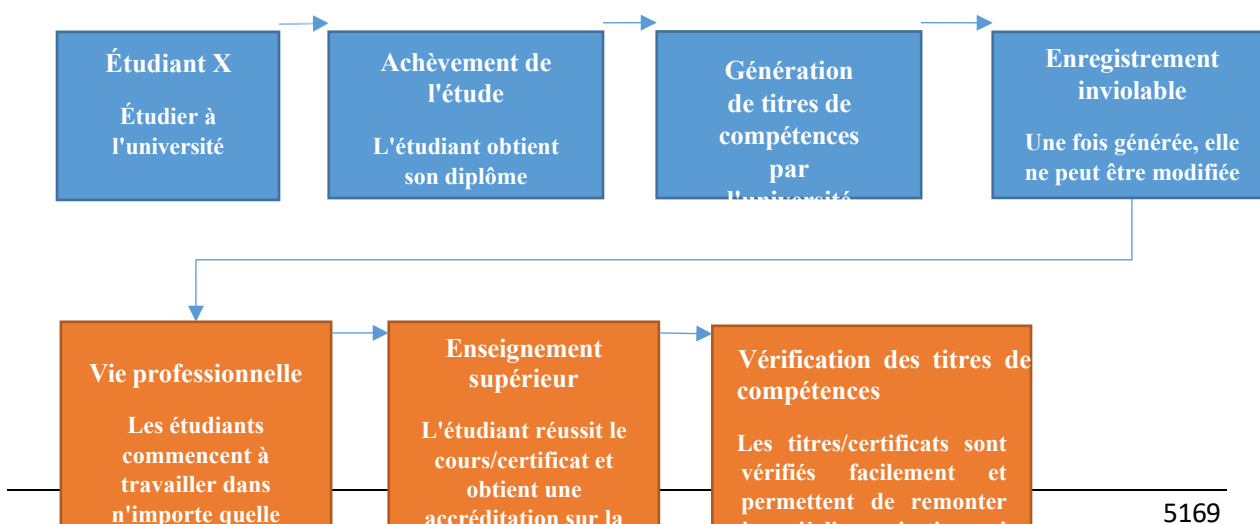


Figure 3 : Processus de gestion de la certification académique à l'aide
de Blockchain

Pour la maintenance des données académiques des étudiants, nous suggérons un système basé sur la blockchain. Ce projet comprendrait des documents étudiants immuables qui peuvent être vérifiés de manière indépendante à un moment donné du processus. Le système proposé protégerait les informations relatives aux étudiants, permettant ainsi à ces derniers de vérifier leurs diplômes même après un certain temps. Un faux diplôme ne peut être produit et il peut être confirmé de manière unique. La figure 4 présente le processus de délivrance d'un certificat numérique, et la figure 5 le processus de vérification à l'aide de la blockchain.

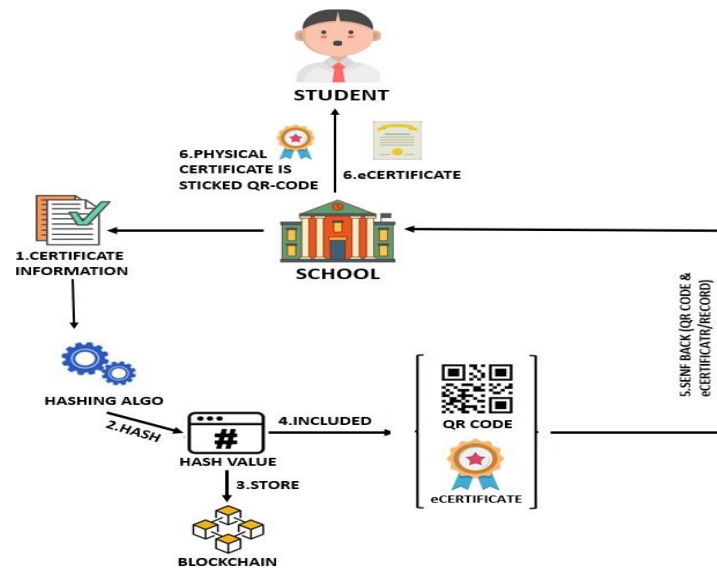


Figure 4 : Processus de délivrance d'un certificat numérique à l'aide de la blockchain

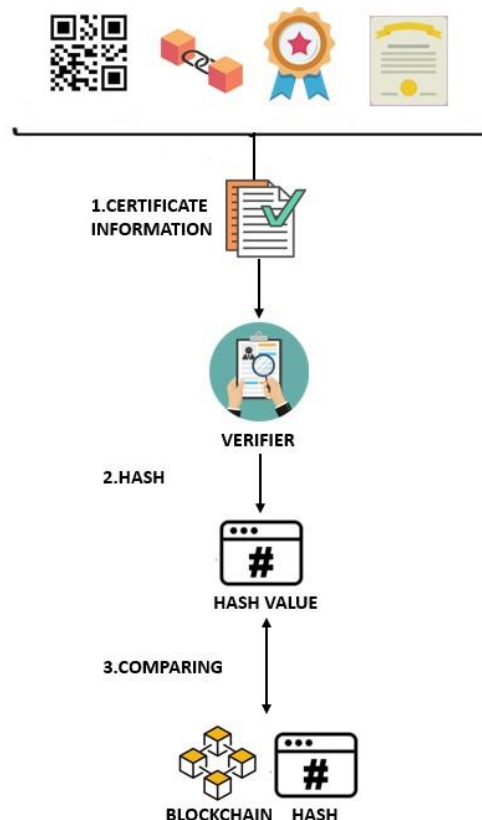


Figure 5 : Processus de vérification du certificat numérique à l'aide de la blockchain

6. Conclusion et travaux futurs

Blockchain est un système révolutionnaire qui permet aux gens d'enregistrer des transactions sur un grand livre public décentralisé sans avoir besoin d'une autorité centrale. Le système éducatif bénéficiera de Blockchain de diverses manières. La technologie est idéale pour stocker, échanger et mettre en réseau des données sensibles en toute sécurité. De nombreux systèmes peuvent être rendus plus rapides, plus simples et meilleurs à l'aide de ce dispositif avancé. Il fait la différence entre l'accréditation, les droits d'auteur et la connectivité rapide. Ces systèmes traditionnels bénéficieront très certainement de Blockchain dans un avenir proche. De nouvelles innovations sont introduites dans nos vies, et nous devons les utiliser de manière responsable pour que le changement aille dans la bonne direction. Les étudiants actuels vont vivre dans un tout nouveau monde ! Nous devons les encourager, accepter les réformes et apprendre à améliorer les choses. La blockchain est une technologie qui se répand rapidement, et elle sera un pilier pour de nombreuses applications dans les prochaines années. Une suggestion pour les travaux futurs est de poursuivre ce travail en menant davantage d'entretiens afin d'identifier certaines caractéristiques supplémentaires pour les domaines d'application actuels de Blockchain. En particulier, le domaine de l'éducation en détail. Faire des cours éducatifs qui expliquent la technologie blockchain à un coût raisonnable afin que de nombreuses personnes puissent y adhérer et examiner les smart contracts plus en détail et étudier les risques potentiels dans ce domaine.

Références

- [1] P. Fraga-Lamas et T. M. Fernandez-Carames, " A Review on Blockchain Technologies for an Advanced and Cyber-Resilient Automotive Industry ", *IEEE Access*, vol. 7, p. 17578-17598, 2019, doi : 10.1109/ACCESS.2019.2895302.
- [2] S. Nakamoto, "Bitcoin : un système de monnaie électronique de pair à pair", 2008.
- [3] I. T. Imam, Y. Arafat, K. S. Alam, et S. Aki, "DOC-BLOCK : A Blockchain Based Authentication System for Digital Documents," in *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 2021, pp. 1262-1267.
- [4] A. Alammery, S. Alhazmi, M. Almasri, et S. Gillani, "Blockchain-based applications in education : A systematic review ", *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 12, p. 2400, 2019.
- [5] M. U. Bokhari, S. Alam, et S. H. Hasan, "A Detailed Analysis of Grain family of Stream Ciphers", *Int. J. Comput. Netw. Inf. Secur.* vol. 6, no. 6, 2014.
- [6] M. U. Bokhari et S. Alam, "BSF-128 : a new synchronous stream cipher design," in *Proceeding of international conference on emerging trends in engineering and technology*, 2013, pp. 541-545.
- [7] M. Aamir, R. Qureshi, F. A. Khan, et M. Huzaifa, "Blockchain based academic records verification in smart cities," *Wirel. Pers. Commun.*, pp. 1-10, 2020.
- [8] S. T. Siddiqui, R. Ahmad, M. Shuaib et S. Alam, "Blockchain Security Threats, Attacks and Countermeasures", dans *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, vol. 1097, pp. 51-62, doi : 10.1007/978-981-15-1518-7_5.
- [9] A. Gorkhali, L. Li, et A. Shrestha, "Blockchain : a literature review", *J. Manag. Anal.*, vol. 7, no. 3, pp. 321-343, 2020, doi : 10.1080/23270012.2020.1801529.
- [10] M. Shuaib, S. Alam et S. M. Daud, "Improving the Authenticity of Real Estate Land Transaction Data Using Blockchain-Based Security Scheme", Springer, Singapour, 2021, pp. 3-10.
- [11] M. Salimitari et M. Chatterjee, " A survey on consensus protocols in blockchain for IoT networks ", *arXiv*. Sep. 2018.
- [12] J. Abou Jaoude et R. George Saade, " Blockchain Applications - Usage in Different Domains ", *IEEE Access*, vol. 7, pp. 45360-45381, 2019, doi : 10.1109/ACCESS.2019.2902501.
- [13] S. Alam, M. Shuaib et A. Samad, "A Collaborative Study of Intrusion Detection and Prevention Techniques in Cloud Computing", in *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 55, 2019, pp. 231-240.
- [14] M. Shuaib, S. Alam, S. Mohd et S. Ahmad, "Blockchain-Based Initiatives in Social Security Sector", dans *EAI 2nd International Conference on ICT for Digital, Smart, and Sustainable Development (ICIDSSD)*, 2020, p. 8.
- [15] M. A. Khan, M. T. Quasim, F. Algarni, et A. Alharthi, *Decentralized Internet of Things : A blockchain perspective*, vol. 71. Springer Nature, 2020.
- [16] S. Abdus, A. Shadab, S. Mohammed, et B. Mohammad Ubaidullah, "Internet of Vehicles (IoV) Requirements, Attacks and Countermeasures," *5 Int. Conf. "Co mputing Sustain. Glob. Dev.*, no. mars, pp. 4037-4040, 2018.
- [17] A. Raghuvanshi, U. Kumar Singh, M. Shuaib et S. Alam, "An investigation of various applications and related security challenges of Internet of things", *Mater. Today Proc.*, mars 2021, doi : 10.1016/j.matpr.2021.01.821.
- [18] M. Shuaib, S. Alam, M. Shabbir Alam, et M. Shahnawaz Nasir, "Compliance with HIPAA and GDPR in blockchain-based electronic health record," *Mater. Today Proc.*, 2021, doi :

- <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.059>.
- [19] M. T. Quasim, A. A. E. Radwan, G. M. M. Alshmrani, et M. Meraj, "A Blockchain Framework for Secure Electronic Health Records in Healthcare Industry," in *2020 International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE)*, 2020, pp. 605-609.
 - [20] S. T. Siddiqui, S. Alam, R. Ahmad et M. Shuaib, "Security Threats, Attacks, and Possible Countermeasures in Internet of Things", in *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 94, 2020, pp. 35-46.
 - [21] D. Dann, C. Peukert, C. Martin, C. Weinhardt et F. Hawlitschek, "Blockchain et confiance dans l'économie de plateforme : The Case of Peer-to-Peer Sharing ", dans *WI2020 Zentrale Tracks*, n° 2018, Mannheim, Allemagne 2018 : GITO Verlag, 2020, pp. 1459-1473.
 - [22] P. Gonczol, P. Katsikouli, L. Herskind et N. Dragoni, "Blockchain Implementations and Use Cases for Supply Chains-A Survey", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 11856-11871, 2020, doi : 10.1109/ACCESS.2020.2964880.
 - [23] A. Samad, M. Shuaib, et M. Rizwan Beg, "Monitoring of Military Base Station using Flooding and ACO Technique : An Efficient Approach", *Int. J. Comput. Netw. Inf. Secur.* , vol. 9, no. 12, pp. 36-44, déc. 2017, doi : 10.5815/ijcnis.2017.12.05.
 - [24] F. Casino, T. K. Dasaklis, et C. Patsakis, "Une revue systématique de la littérature sur les applications basées sur la blockchain : Current status, classification and open issues ", *Telematics and Informatics*, vol. 36, pp. 55- 81, mars 2019, doi : 10.1016/j.tele.2018.11.006.
 - [25] L. Liu, M. Han, Y. Zhou, R. M. Parizi et M. Korayem, "Blockchain-based certification for education, employment, and skill with incentive mechanism", in *Blockchain Cybersecurity, Trust and Privacy*, Springer, 2020, pp. 269-290.
 - [26] A. Averin, D. Snegireva et A. Ladejshchikov, "Model of a Monitoring System for Academic Performance and the Issuance of Diplomas Using Blockchain Technology", in *2020 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)*, 2020, pp. 88-91.
 - [27] P. Bhaskar, C. K. Tiwari et A. Joshi, "Blockchain dans la gestion de l'éducation : applications actuelles et futures ", *Interact. Technol. Smart Educ.* , 2020.
 - [28] A. Nabil, K. Nafil, et F. Mounir, "Blockchain Security and Privacy in Education : A Systematic Mapping Study ", dans *World Conference on Information Systems and Technologies*, 2020, pp. 253-262.
 - [29] R. A. Mishra, A. Kalla, A. Braeken, et M. Liyanage, "Privacy Protected Blockchain Based Architecture and Implementation for Sharing of Students' Credentials," *Inf. Process. Manag.* , vol. 58, no. 3, p. 102512, 2021.
 - [30] S. Mahankali et S. Chaudhary, "Blockchain in education : a comprehensive approach-utility, use cases, and implementation in a university", in *Blockchain Technology Applications in Education*, IGI Global, 2020, pp. 267-293.
 - [31] G. Caldarelli et J. Ellul, "Trusted Academic Transcripts on the Blockchain : A Systematic Literature Review", *Appl. Sci.* , vol. 11, no. 4, p. 1842, 2021.