

## **RAPPORT 2**

**Livrable n°2 :**

**Cas types d'utilisation de la chaîne de blocs dans un  
contexte gouvernemental et d'une administration fiscale**

## Introduction

Le recours à la technologie de la chaîne de blocs au sein des gouvernements assure la protection des données, la rationalisation des processus ainsi que la réduction de la fraude, du gaspillage des ressources et des abus, tout en augmentant simultanément la confiance et la responsabilité (Consensys, 2022). Ainsi, l'utilisation d'un modèle de gouvernance basé sur la chaîne de blocs permet aux particuliers (citoyens), aux entreprises et aux gouvernements de mieux partager les ressources sur un registre décentralisé et distribué, sécurisé par la cryptographie (Drucker, 2016). De plus, le caractère décentralisé du registre des données élimine le problème du point de défaillance unique et protège de manière inhérente les données sensibles des citoyens et des gouvernements (Murray, 2019).

Selon le rapport de Consensys (2022), les applications basées sur la chaîne de blocs dans le secteur public apportent plusieurs avantages qui sont, entre autres, (1) le stockage sécurisé des données du gouvernement, des citoyens et des entreprises, (2) la réduction des processus à forte intensité de main-d'œuvre, (3) la réduction des coûts excessifs liés à la gestion de la responsabilité, (4) la réduction des risques de corruption et d'abus, et enfin (4) l'augmentation de la confiance dans le gouvernement et les services offerts aux citoyens en ligne.

La technologie de la chaîne de blocs connaît plusieurs utilisations dans plusieurs secteurs d'activités (Zahed Benisi et al., 2020). Parmi les secteurs d'activités qui exploitent cette technologie, la santé, la chaîne d'approvisionnement, l'éducation et l'administration publique occupent une place importante (Chang and Chen, 2020, Grover et al., 2019). Dans ce rapport, nous focalisons notre étude sur les applications basées sur la chaîne de blocs dans le secteur public et en particulier dans l'administration publique. À travers notre étude, nous illustrons comment la chaîne de blocs est exploitée dans ce secteur et les avantages qu'elle offre aux différentes parties prenantes, à savoir les gouvernements et les citoyens.

Les sections suivantes du rapport présentent les cas d'utilisation de la chaîne de blocs dans le secteur public identifiés dans la littérature (scientifique et professionnelle) en précisant les objectifs atteints à l'issue de leur implémentation. À la fin du rapport, nous présentons un tableau qui résume les initiatives des projets en rapport avec l'implantation de la chaîne de blocs dans différents gouvernements.

## **1. Cas d'utilisation de la chaîne de blocs dans le secteur public**

Le secteur public, comme tous les autres secteurs d'activités, exploite la technologie de la chaîne de blocs dans le but d'offrir des services rapides et sécurisés aux citoyens (Tan et al., 2022). Ainsi, dans les sections suivantes, nous présentons les cas d'utilisation actuels et potentiels de la technologie de la chaîne de blocs dans ce secteur d'activités.

### **1.1. E-résidence numérique, le portefeuille électronique et identité numérique**

L'E-résidence numérique permet de vérifier la citoyenneté des individus et de l'utiliser dans les services de paiement (Tammpuu and Masso, 2019). Le premier projet de l'E-résidence, basé sur la chaîne de blocs, a été implémenté en Estonie (Sung and Park, 2021). L'Estonie utilise l'E-résidence pour améliorer des services publics tels que le portefeuille électronique et l'application de la preuve d'identité (Clare Sullivan et Eric Burger, 2017). Le portefeuille électronique, basé sur la chaîne de blocs, permet aux citoyens et aux E-résidents estoniens d'échanger la cryptomonnaie Ethereum dans des transactions financières (Cryptoast, 2022). Ces transactions sont signées à l'aide des clés privées, stockées dans les portefeuilles numériques des citoyens, ce qui garantit la traçabilité, la confidentialité et la non-répudiation des transactions financières réalisées par les citoyens estoniens (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). La mise en place de l'application de la preuve d'identité, basée sur la chaîne de blocs Ethereum, permet d'attribuer aux citoyens estoniens une identité numérique unique, sécurisée leur permettant un accès à plus de 2400 services en ligne, comme le paiement des impôts ou l'accès à leurs dossiers médicaux (LeSoleilNumérique, 2019). Toutes ces applications, basées sur l'identité numérique, permettent de prouver le statut de la citoyenneté des individus et l'authentification facile et rapide des citoyens aux différents services financiers et de paiement (Tammpuu and Masso, 2019).

L'identité numérique offre également aux citoyens estoniens une identité auto-souveraine leur permettant d'avoir un contrôle exclusif de l'accès à leurs informations personnelles (SettleMint, 2022). En effet, grâce aux contrats intelligents, les citoyens définissent les règles d'accès à leurs données personnelles et peuvent décider des informations à partager avec les services publics lors de la demande de certaines prestations. Ainsi, un citoyen qui interagit avec un service public en ligne pourra révéler à ce dernier uniquement les informations nécessaires pour le traitement de sa demande. Par exemple, un agent municipal qui scanne le code QR de la carte d'identité d'un citoyen n'aura accès qu'aux informations nécessaires pour le traitement de la demande du

citoyen, comme son nom, sa ville de résidence ou son numéro d'assurance sociale sans avoir accès aux autres informations personnelles du citoyen.

Les avantages de l'identité numérique basée sur la chaîne de blocs, dans un contexte gouvernemental, renvoient principalement au mode d'accès simplifié et rapide des citoyens aux services gouvernementaux à travers une identification unique et vérifiable (SettleMint, 2022). En effet, grâce à l'identité numérique sécurisée, basée sur la chaîne de blocs, les citoyens possèdent une seule identité qu'ils utilisent pour s'authentifier aux plateformes en ligne des services gouvernementaux et accéder rapidement et de manière sécurisée aux différents services publics.

Comme illustration de la mise en place de l'identité numérique dans le secteur public, nous citons le cas de la France à travers son projet « DID4ALL » porté par l'imprimerie Nationale Groupe et UNICEF (Perrine de Coëtlogon et al., 2021). Il s'agit d'un projet pilote qui vise à expérimenter, dans des pays en voie de développement, une solution digitale simple et efficace qui utilise trois technologies combinées: la reconnaissance vocale, la chaîne de blocs et les systèmes de télécommunication afin de proposer à chaque enfant une preuve d'existence cryptographique, dématérialisée et légale tout au long de son enfance. En effet, le projet DID4ALL met en œuvre un système accessible, fiable et pérenne (basé sur la chaîne de blocs) d'enregistrement du parcours de vie des enfants qui ne bénéficient pas d'une existence juridique dans leur pays. Ainsi, toutes les informations liées à ces enfants concernant leur identité et leur parcours de vie sont cryptées et enregistrées de façon horodatée et distribuées sur une chaîne de blocs. Cette preuve d'existence est fiable, car elle repose sur l'identification d'un enfant particulier par la voix qui représente un facteur d'identification unique. En plus de la fiabilité, la preuve d'existence est également sécurisée, car les données sont stockées de façon distribuée puis horodatée sur une chaîne de blocs.

Un autre projet d'identité numérique implémenté en France concerne le développement, en 2020, d'une preuve de concept qui vise à doter l'agriculture française et européenne d'une infrastructure souveraine et mutualisée de consentement, d'hébergement, de standardisation et d'échanges de données issues des exploitations agricoles et des opérateurs de l'amont agricole (Perrine de Coëtlogon et al., 2021). À travers ce projet, la société Agdatahub, en partenariat avec Orange Business Services propose une identité auto-souveraine aux 450 000 exploitations agricoles françaises. Ce projet utilise une infrastructure technique interopérable avec l'infrastructure européenne de services de la chaîne de blocs. Il s'agit de l'interopérabilité d'infrastructures agricoles entre la France et la EBSI qui permet d'associer l'identité des

agriculteurs (personnes physiques) avec les exploitations (personnes morales) afin de répondre aux besoins de protection et d'échange des données au sein des filières agricoles et agroalimentaires européennes.

En dehors de la France, les États-Unis ont également développé un cas d'usage d'identité numérique basé sur la chaîne de blocs. En effet, l'État de l'Illinois utilise la chaîne de blocs dans la dématérialisation du registre des naissances d'Illinois en offrant une identité sécurisée et "auto-souveraine" à ses citoyens. De même, le rapport de Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi (2018) mentionne l'existence d'un projet d'identité numérique basé sur la chaîne de blocs porté par sept banques canadiennes, à savoir la Banque Nationale du Canada, BMO, CIBC, Desjardins, RBC, Scotiabank et TD. À travers ce projet, les sept banques visent à faciliter l'authentification de leurs clients au sein de leurs systèmes informatiques et ensuite faciliter leur authentification dans les autres banques partenaires (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018).

## **1.2. Intégrité, transparence et sécurité**

Aux États-Unis, le *Department of Homeland Security* utilise les systèmes basés sur la chaîne de blocs pour prouver l'intégrité des données capturées à partir des objets connectés des dispositifs frontaliers (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Ces systèmes permettent d'authentifier les appareils dans le but d'empêcher leur usurpation et d'assurer l'intégrité des données qu'ils transmettent. Ce qui limite la capacité des pirates informatiques à corrompre les données enregistrées et transmises par les appareils et rend l'usurpation plus difficile (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Dans la même lancée, la Direction des sciences et technologies (S&T) du département de la sécurité intérieure des États-Unis a accordé 1,3 million de dollars à 13 petites entreprises pour le développement de nouvelles technologies de cybersécurité basées sur la technologie de la chaîne de blocs (Homeland Security 2019). L'objectif de ce financement étant de permettre une meilleure gestion des identités et la protection de la vie privée des citoyens à travers des applications de cybersécurité basées sur la chaîne de blocs (Homeland Security 2019). Toujours aux États-Unis, *United States Department of Defense Transportation Command* utilise la technologie de la chaîne de blocs pour la sécurité des transactions dans les chaînes logistiques et de transport de certains produits dans le pays. En profitant de l'immuabilité de la chaîne de blocs, toutes les transactions de la chaîne logistique de tout produit sont transparentes et non modifiables permettant de garantir l'intégrité, et par conséquent, la traçabilité des données véhiculées dans le réseau.

Le Canada se retrouve également parmi les pays qui tirent profit des avantages de la chaîne de blocs dans l'offre des services publics avec plus de transparence (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Il s'agit de l'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion des contrats gouvernementaux en toute transparence. Le Conseil National de Recherches du Canada (CNRC) utilise, depuis 2016, la chaîne de blocs comme infrastructure de publication des subventions ou contributions financières de toute institution publique à une entreprise ou à un individu (ref). Ainsi, toutes les contributions du CNRC peuvent être affichées de manière publique et transparente. L'infrastructure technique de ce projet est l'explorateur de la chaîne de blocs de Catena. Catena Blockchain Suite est un ensemble de composants logiciels et de services d'intégration permettant aux organisations et aux gouvernements de communiquer avec des chaînes de blocs publiques ou privées. Le principe de fonctionnement de ce système est le suivant: (1) Une institution publique fournit une contribution financière ou une subvention à une entreprise ou à un individu; (2) L'institution publique soumet cette information à Catena dans un intérêt de divulgation publique; (3) Catena publie cette information sur la chaîne de blocs Ethereum en utilisant un contrat intelligent; (4) Catena utilise ses serveurs pour stocker toutes ces données, ce qui permet de rechercher et d'explorer l'archive de contributions de façon pratique.

Un autre projet basé sur la chaîne de blocs identifié au Canada est le projet KTDI (Known Traveller Digital Identity) qui vise à renforcer la sécurité aux frontières canadiennes (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Il s'agit d'un système utilisant la biométrie, l'intelligence artificielle et la chaîne de blocs pour collecter et stocker les données des voyageurs. Ce système vise à réduire la menace du cyberterrorisme et à faciliter les contrôles des identités des individus dans les voyages internationaux. En plus du projet KTDI, le Canada a également développé un projet basé sur la chaîne de blocs (sous forme de preuve de concept) pour rendre disponibles les données concernant les entreprises qui réalisent leurs activités sur le territoire canadien. Ce projet est piloté par Digital ID & Authentication Council of Canada et vise à expérimenter la transition et de tester la viabilité de la migration des registres d'entreprises sur la chaîne de blocs « *Hyperledger* » de Linux. Les porteurs de ce projet visent à développer un registre interprovincial partagé des interventions liées aux registres d'entreprise accessible par le personnel autorisé de façon sécurisée pour consulter les données des entreprises qui réalisent leurs activités au Canada.

### 1.3. Vote électronique

Parmi les services innovants qui utilisent la chaîne de blocs, le vote électronique occupe une place importante (Sung and Park, 2021). Le vote électronique est devenu une réalité dans plusieurs pays, comme la France, l'Estonie, la Finlande, l'Autriche, l'Allemagne et les USA (Sung and Park, 2021). À travers le vote électronique, les gouvernements assurent la confidentialité des électeurs, l'authentification du vote et la transparence du processus électoral (Sung and Park, 2021). Les applications du vote électronique basées sur la chaîne de blocs permettent une meilleure traçabilité de l'ensemble du processus en commençant par l'identification des électeurs (Daramola and Thebus, 2020). Ce qui permet aux parties prenantes du processus électoral d'avoir confiance aux résultats obtenus à la fin du processus (Taş and Tanrıöver, 2020).

Dans leur étude, Jafar et al. (2021) mentionnent que le vote électronique présente un grand potentiel pour réduire les coûts d'organisation et augmenter la participation électorale. En effet, dans le contexte de vote en ligne, il n'est plus nécessaire d'imprimer des bulletins de vote ou d'ouvrir des bureaux de vote et les électeurs peuvent voter partout où il y a une connexion Internet (Jafar et al., 2021). Ceci permet aux systèmes de vote en ligne de résoudre certains problèmes qui affectent les systèmes électoraux traditionnels, comme le faible taux de participation ou la non-traçabilité des résultats de vote (Taş and Tanrıöver, 2020). En plus de ces améliorations par rapport aux systèmes de vote traditionnels, les systèmes de vote électroniques basés sur la chaîne de blocs offrent un grand nombre d'avantages parmi lesquels nous citons la possibilité d'audit, d'anonymat, d'intégrité, d'accessibilité, et de vérifiabilité par les votants (Jafar et al., 2021). Le tableau 1 présente un résumé des plateformes de vote en ligne, basées sur la chaîne de blocs, identifiées dans la littérature.

Plateformes de vote en ligne	Infrastructure de support	Langage	Algorithmes cryptographiques	Protocoles de consensus
Follow My Vote	Bitcoin	C++/Python	Elliptic-Curve Cryptographique (ECC)	Proof of Work (PoW)
Voatz	Hyperledger Fabric	Go/JavaScript	Advanced Encryption Standard (AES)/Galois/Counter Mode (GCM)	Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)
Polyas	Private/local Blockchains	NumPy (NP)	Elliptic-Curve Cryptographic (ECC)	Proof of Elapsed Time

Luxoft	Hyperledger Fabric	Go/JavaScript	Elliptic-Curve Cryptographic (ECC)/ElGamal	Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)
Polys	Ethereum	Solidity	Shamir's Secret Sharing	Proof of Work
Agora	Bitcoin	Python	ElGamal	Byzantine Fault Tolerance-raft (BFT-r)

Tableau 1. Plateformes de vote en ligne basée sur la chaîne de blocs (Jafar et al., 2021)

#### 1.4. Gestion d'actifs

Dans la littérature, nous avons également identifié des applications de la chaîne de blocs dans la gestion d'actifs (Shang and Price, 2019). En effet, l'application de la chaîne de blocs dans ce secteur permet de mieux gérer les transactions d'actifs physiques (par exemple, les transactions immobilières, le cadastre) tout en réduisant les incertitudes (MoreThanDigital, 2022). Nous présentons ci-après des exemples d'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion des actifs.

Le Ghana s'est engagé, depuis juillet 2018, dans la mise en place d'une solution basée sur la chaîne de blocs devant permettre la gestion des titres fonciers agricoles (BitcoinExchangeGuide, 2022). En effet, la gestion foncière agricole au Ghana comprend plusieurs irrégularités lorsqu'on se réfère au nombre élevé de litiges devant les tribunaux directement liés au titre de propriété foncière (Berryhill et al., 2018). Ainsi, à travers le cadastre numérique basé sur la chaîne de blocs, le pays offre aux citoyens des services cadastraux plus sécuritaires et transparents (BitcoinExchangeGuide, 2022). Ce cadastre numérique utilise le principe de tokenisation (THE BORGEN PROJECT, 2020). En effet, les biens immobiliers et les fichiers qui les accompagnent sont transformés en jeton à la fois échangeable et traçable et qui est enregistré sur un registre plus complet et sécurisé grâce à la chaîne de blocs (transparent et impossible à falsifier). Ainsi, les citoyens et les entreprises utilisent ces jetons pour effectuer des transactions foncières telles que la location et l'achat ou la vente (THE BORGEN PROJECT, 2020). La traçabilité de ces jetons garantit la sécurité et la transparence des transactions entre les acheteurs, vendeurs et locataires potentiels.

Un autre exemple de gestion des actifs physiques à travers la chaîne de blocs est celui du Honduras (Lemieux, 2016). Le Honduras a passé des accords de partenariat pour le développement d'un système basé sur la chaîne de blocs de sécurisation des titres fonciers (Lemieux, 2016). Grâce à ce système de gestion des titres fonciers, le service du cadastre stocke



toutes les données foncières de ses habitants dans la chaîne de blocs permettant ainsi de prouver leurs validités (Lemieux, 2016).

Le cadastre numérique basé sur la chaîne de blocs est également exploité aux États-Unis dans l'État de l'Illinois. C'est le cas du comté de Cook qui a piloté, en 2017, un programme visant à enregistrer le registre foncier du comté sur une chaîne de blocs publique. Ce projet a permis d'améliorer l'accès des citoyens aux titres de propriété et à d'autres données de propriété foncières sécurisées par la chaîne de blocs.

L'état du Delaware recourt également aux applications de la chaîne de blocs dans la gestion des actifs (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Il s'agit de l'automatisation de la conservation de documents officiels, leur destruction et leur rétention dans le respect des lois. Ceci permet une traçabilité et un partage sécurisé des documents entre l'État et ses parties prenantes, comme les citoyens ou toute autre entité voulant accéder aux données conservées.

Le projet de l'e-apostille constitue un autre exemple des projets basés sur la chaîne de blocs en rapport avec la gestion d'actifs porté par le gouvernement français (Perrine de Coëtlogon et al., 2021). Ce projet est réalisé pour les bénéficiaires des citoyens, des entreprises, des professionnels libéraux, des institutions et des administrations. Il s'agit d'une preuve de concept conduit par Davron Digital, filiale numérique de Davron translations, et qui utilise la chaîne de blocs comme infrastructure de support à l'authentification, à la portabilité et à la reconnaissance d'actes publics ou privés au sein de différents systèmes administratifs. À travers ce projet, les citoyens de certains pays de l'Europe pourront utiliser des actes notariés dans les pays membres du projet.

L'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion d'actifs a été également identifiée à Dubaï. C'est le cas de Dubaï Electricity and Water Authority (DEWA) qui se sert des applications de chaîne de blocs pour compléter le parcours de location des maisons en activant les comptes d'approvisionnement en eau et électricité pour les utilisateurs (Alketbi et al., 2020). En effet, après avoir observé toutes les étapes respectives liées au processus de bail, allant de la connexion du locataire sur le site Web du gestionnaire d'immobilier via l'UAE Pass (une solution nationale d'identité et de signature numérique pour les Emirats Arabes Unis), jusqu'à l'émission dudit contrat avec le département foncier de Dubaï, DEWA pour activer l'électricité et l'approvisionnement en eau du locataire, n'a pas besoin que ce dernier crée un nouveau compte. DEWA obtient toutes ces informations à partir de la chaîne de blocs étant donné que toutes les étapes relatives au bail sont inscrites sur la chaîne de blocs. Par la suite, la

confirmation de création de compte est envoyée au locataire après activation (Alketbi et al., 2020).

D'autres cas d'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion d'actifs ont été également identifiés au Canada (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Par exemple, le projet Jasper (dans sa troisième phase) réalisé en 2017 par Payments Canada (organisme de compensation et de règlement), la Banque du Canada et le TMX Group (opérateur boursier canadien), Accenture et R3. Dans cette collaboration, ces cinq entreprises ont voulu expérimenter l'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion d'actifs financiers et voir comment elle pourrait transformer l'avenir de l'univers de paiement et des opérations sur les titres au Canada (TMX, 2017). À travers ce projet, elles ont développé une plate-forme intégrée (sous forme de preuve de concept), basée sur la chaîne de blocs, permettant d'automatiser le processus de règlement des titres et des paiements selon le modèle de comptabilité de caisse de la banque centrale canadienne. Après déploiement et utilisation de la plateforme (preuve de concept), il a été constaté que cette dernière apporte plus de sécurité et d'efficacité dans le processus de règlement des titres (TMX, 2017).

## **1.5. Énergie**

La littérature sur les applications de la chaîne de blocs fait également état des cas d'utilisation dans le secteur de l'énergie (Hou et al., 2018, Andoni et al., 2019). Les pays comme l'Allemagne et le Royaume-Uni exploitent les applications basées sur la chaîne de blocs pour la gestion des appareils IoT et des ressources énergétiques tout en délivrant des certificats d'origine (Sung and Park, 2021). Selon l'étude de Andoni et al. (2019), la technologie de la chaîne de blocs permet de satisfaire les exigences relatives aux futurs systèmes énergétiques, à savoir la décarbonisation, la décentralisation et la numérisation, avec une évolution vers la responsabilisation des consommateurs. Dans leur étude, Andoni et al. (2019) proposent un classement des systèmes énergétiques basés sur la chaîne de blocs en fonction de leurs objectifs et de leur domaine d'activité: (1) comptage/facturation et sécurité ; (2) crypto-monnaies, jetons et investissement ; (3) commerce décentralisé de l'énergie ; (4) certificats verts et commerce du carbone ; (5) gestion du réseau ; (6) IoT, appareils intelligents, automatisation et gestion des actifs ; (7) e-mobilité électrique ; (8) et initiatives et consortiums à vocation générale.

A New York, la firme LO3 Energy mène le projet Transactive Grids qui utilise la chaîne de blocs pour l'échange d'énergie pair à pair entre les membres des mini communautés énergétiques (Andoni et al., 2019). Il s'agit d'un projet pilote qui permet la réappropriation par

les citoyens de leur production énergétique par l'établissement de mini communautés énergétiques autonomes. Ce projet utilise des capteurs qui enregistrent l'historique de la création énergétique à un point précis, et l'enregistre sur la chaîne de blocs Ethereum. L'utilisation de cette énergie est régie par des règles figées dans des contrats intelligents (Blockchain France, 2016). Ainsi, certaines mini communautés peuvent vendre leur surplus d'énergie directement à leurs voisins en utilisant des contrats intelligents basés sur Ethereum (Andoni et al., 2019).

## **1.6. Éducation**

Les applications de la chaîne de blocs dans le secteur de l'éducation permettent une meilleure gestion des documents officiels et des certificats (Alammary et al., 2019, Clavin et al., 2020). Exploitées au Japon et à Malte, ces applications ont permis à ces deux pays de gérer, à travers un registre distribué, les diplômes universitaires tout en garantissant une grande accessibilité ainsi que la sécurité des informations personnelles (Alammary et al., 2019). Une des applications de la chaîne de blocs dans le secteur de l'éducation est le système proposé par Roshani and Mehare (2021). Ces auteurs ont proposé un système de certificats numériques basé sur la technologie de la chaîne de blocs, à travers lequel, les documents universitaires (diplômes et attestations) sont authentifiés sur la chaîne de blocs évitant, ainsi, leur contrefaçon (Roshani and Mehare, 2021).

Au-delà des recherches académiques qui restent encore théoriques, la France a lancé en avril 2018 un projet pilote basé sur la chaîne de blocs dans le secteur de l'éducation (Perrine de Coëtlogon et al., 2021). Ce projet est conduit par cinq partenaires dont l'université de Lille, France Education International, CRI Paris, emlyon business school, Réseau Canopé. Ce projet vise à mettre en œuvre, dans le cadre du partenariat européen sur la chaîne de blocs, une première expérimentation du cas d'usage « Diplôme » sur le service européen de la blockchain Infrastructure (EBSI). Les porteurs de ce projet visent à expérimenter un service d'émission et de gestion de certificats numériques émis sur l'infrastructure EBSI à l'aide de la plateforme BCdiploma.

## **1.7. Dossiers de santé électroniques**

Le secteur de la santé comporte un nombre important de cas d'utilisation des applications de la chaîne de blocs (Yli-Huumo et al., 2016). L'intérêt de la chaîne de blocs dans ce secteur se justifie par les besoins de sécurité et de transparence qu'exige la gestion des données de ce

secteur à cause de son degré de sensibilité (Esposito et al., 2018). Ainsi, les applications de la chaîne de blocs dans le secteur de la santé permettent de sécuriser les dossiers médicaux des patients et assurer la transparence des services de santé. Plusieurs pays exploitent déjà les applications de la chaîne de blocs dans le secteur de la santé, comme la Suisse, les États-Unis, la Chine et Singapour (Sung and Park, 2021).

L'étude de Mettler (2016) présente les différentes utilisations de la chaîne de blocs dans le domaine de la santé pour la conception de systèmes pouvant offrir une gestion intelligente des dossiers patients. Il s'agit de systèmes comme Gem Health Network, développé aux USA et basé sur la chaîne de blocs Ethereum, donnant la possibilité aux différents professionnels de santé de partager certaines informations en toute sécurité (Mettler, 2016). Ce système permet également aux médecins de suivre en temps réel l'historique médical d'un patient en minimisant le temps consacré au diagnostic de ce dernier.

Le système healthbank basé également sur la chaîne de blocs offre une plateforme sécurisée aux patients pour le stockage de leurs informations de santé avec la possibilité de les rendre disponibles pour les recherches médicales (Mettler, 2016). L'importance de ce système se trouve également dans la possibilité offerte aux patients de mettre à jour leurs données sanitaires avec des informations comme la tension artérielle, les malaises éprouvés ou la pression sanguine. Ceci permet à leurs médecins traitants de suivre leur état de santé et d'appliquer les actions requises en cas de nécessité en consultant le dossier du patient.

Enfin, le projet Heperledger regroupant les industries comme Accenture, Cisco, Intel, IBM, Block Stream et Bloomberg propose l'utilisation de la chaîne de blocs pour lutter contre la contrefaçon des médicaments dans l'industrie pharmaceutique (Mettler, 2016). Ce projet mémorise, dans une chaîne de blocs, toutes les étapes du processus de fabrication des produits pharmaceutiques. Ceci permet de vérifier l'origine, les composants et les différentes transactions des produits pharmaceutiques en évitant ainsi de grosses dépenses relatives au suivi et à la lutte contre la contrefaçon des médicaments dans le secteur de la santé.

Les États-Unis exploitent également la technologie de la chaîne de blocs dans le secteur de la santé (Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi, 2018). Le système basé sur la chaîne de blocs a été développé à travers une collaboration entre le *Food and Drug Administration* (FDA) et le *Department of Homeland Security*. Le but de cette collaboration était de créer un réseau sécurisé basé sur la chaîne de blocs pour le partage d'informations concernant les patients atteints de la grippe entre le FDA et le *United States Critical Illness and Injury Trails Group*.

De même, l'État de l'Illinois expérimente la chaîne de blocs dans le secteur de la santé et précisément dans le partage des données médicales entre différents partenaires du secteur de la santé à l'intérieur du pays. De plus, cet État exploite les contrats intelligents pour automatiser le processus d'homologation des licences médicales entre États fédérés.

## **1.8. Santé publique**

L'implémentation de la chaîne de blocs dans la santé permet aux hôpitaux, aux industries pharmaceutiques et compagnies d'assurance de réaliser des économies de coûts (Radanović and Likić, 2018). En effet, les sociétés pharmaceutiques (publiques ou privées) pourraient utiliser les données médicales anonymes et cryptées disponibles dans la chaîne de blocs pour optimiser et stimuler le développement de médicaments personnalisés, réduisant ainsi le temps de développement des médicaments (Radanović and Likić, 2018). Plus encore, les grandes bases de données anonymisées des patients pourraient être utilisées pour guider les politiques de santé du gouvernement pour les populations entières et permettre d'allouer facilement les ressources là où elles sont les plus nécessaires (Radanović and Likić, 2018).

Plusieurs projets de la chaîne de blocs sont en cours de développement dans le secteur de la santé publique. À titre d'exemple, le Center for Disease Control and Prevention (CDCP), le principal institut national de santé publique des États-Unis, étudie déjà comment la chaîne de blocs pourrait être utilisée pour partager efficacement des données médicales entre différentes organisations de l'écosystème de la santé (Evan Sweeney, 2017).

Dans le cas d'une pandémie ou d'une crise sanitaire, les applications de soins de santé basées sur la chaîne de blocs permettent également de partager rapidement et de manière sécurisée les données des patients liées à la pandémie entre plusieurs institutions pour des interventions appropriées (Radanović and Likić, 2018). Ceci permet aux gouvernements de gagner considérablement le temps de réaction contre la pandémie ou la crise sanitaire (Radanović and Likić, 2018). En Chine, par exemple, le système ORIGINCHAIN, basé sur la technologie de la chaîne de blocs, permet la traçabilité des produits importés dans le pays (Xu et al., 2019). En utilisant ce système, plusieurs fournisseurs de produits pharmaceutiques et détaillants ont la possibilité de gérer leurs produits à travers le registre distribué de la chaîne de blocs. Ce qui permet aux consommateurs d'avoir accès aux informations de traçabilité des produits consommés (Xu et al., 2019).

Récemment, la Chine a exploité la technologie de la chaîne de blocs dans la lutte contre la pandémie de coronavirus pour mieux suivre la fourniture de matériel de prévention des virus,

tels que les blouses de protection et les masques utilisés dans l'épidémie de SRAS CoV-2, gérer les données médicales et obtenir l'opinion publique en rapport avec la pandémie (Kingsley, 2022).

### **1.9. Gestion des identités agroalimentaires**

Dans la littérature portant sur les applications de la chaîne de blocs, nous avons identifié certains cas d'usage de la chaîne de blocs dans le secteur de l'agroalimentaire dans certains pays d'Europe et d'Asie (Liu et al., 2020, SettleMint, 2022). Il s'agit, entre autres, de la Corée du Sud, de l'Estonie, de la Suisse, de la Chine, du Danemark, de la Corée du Sud et du Royaume-Uni. Dans ces pays, les applications de la chaîne de blocs permettent d'améliorer la traçabilité, la transparence et l'efficacité des informations en rapport avec l'agroalimentaire (Sung and Park, 2021). De même, elle permet aux utilisateurs de ces applications d'avoir le contrôle de leur propre identité dans le partage d'informations entre les différents partenaires de l'agroalimentaire (Liu et al., 2020).

Une des applications de la chaîne de blocs dans l'agroalimentaire est le système de traçabilité de la chaîne de valeur agroalimentaire basé sur la technologie RFID (Radio-Frequency IDentification) et la technologie de la chaîne de blocs proposée par Feng (2016). Ce système est utilisé dans les marchés agroalimentaires chinois pour améliorer leur sécurité alimentaire et la qualité des aliments tout au long du processus logistique (Zhao et al., 2019). Dans ce système, la technologie RFID est utilisée pour collecter et partager les données dans la chaîne de valeur agroalimentaire. La technologie de la chaîne de blocs, quant à elle, stocke les données collectées par les capteurs RFID. Ceci garantit que les données partagées et publiées dans ce système de traçabilité sont fiables et authentiques (Zhao et al., 2019).

### **1.10. Impôts**

Le secteur fiscal comprend moins de cas d'usage des applications basées sur la chaîne de blocs. La majorité des projets en rapport avec la chaîne de blocs dans ce secteur sont encore dans les phases d'étude (conception) ou de preuve de concept (Kim, 2021). Dans l'administration fiscale, la technologie de la chaîne de blocs offre une solution satisfaisante à l'asymétrie d'information qui existe actuellement entre les gouvernements fédéraux, étatiques et locaux (Kim, 2021). En effet, cette asymétrie d'information s'explique par l'absence du partage d'informations fiscales entre le gouvernement fédéral, les États et les collectivités locales. Cette situation cause des hésitations et de la méfiance chez les contribuables ou les gouvernements

dans leur processus de déclarations et de partage volontaires d'informations fiscales avec d'autres pays (Kim, 2021). Ainsi, l'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion d'impôts permettrait, à travers les contrats intelligents, la rationalisation et la transparence du processus de collecte de l'impôt en faisant correspondre les données fiscales aux transactions de revenus et en calculant les déductions fiscales et sociales (Consensys, 2022). Le secteur fiscal comprend moins de cas d'usage des applications basées sur la chaîne de blocs. La majorité des projets en rapport avec la chaîne de blocs dans ce secteur sont encore dans les phases d'étude (conception) ou de preuve de concept (Kim, 2021).

Dans l'administration fiscale, la technologie de la chaîne de blocs offre une solution satisfaisante à l'asymétrie d'information qui existe actuellement entre les gouvernements fédéraux, étatiques et locaux (Kim, 2021). En effet, cette asymétrie d'information s'explique par l'absence du partage d'informations fiscales entre le gouvernement fédéral, les États et les collectivités locales. Cette situation cause des hésitations et de la méfiance chez les contribuables ou les gouvernements dans leur processus de déclarations et de partage volontaires d'informations fiscales avec d'autres pays (Kim, 2021). Ainsi, l'utilisation de la chaîne de blocs dans la gestion des impôts permettrait, à travers les contrats intelligents, la transparence et la rationalisation du processus de collecte de l'impôt en faisant correspondre les données fiscales aux transactions de revenus et en calculant les déductions fiscales et sociales (Consensys, 2022). Par exemple, dans le cas de l'application Azure Blockchain Workbench, Søggaard (2021) fait savoir que le mécanisme de paiement fractionné permet au contrat intelligent de calculer le montant de la TVA et d'automatiser le règlement de la TVA dans chaque transaction, contrairement au paradigme courant de règlement de la TVA qui s'observe soit mensuellement, soit trimestriellement ou alors annuellement. Donc chaque fois qu'un acheteur et un vendeur conviennent d'une transaction, le contrat intelligent effectue le paiement fractionné de l'acheteur au vendeur et aux autorités. Ce faisant, le contrat intelligent supprime la charge administrative pour les parties à la transaction de déclarer la TVA tout en offrant une meilleure base aux autorités pour assurer le flux des recettes de TVA. De plus, si on prend le cas d'une rémunération, on se rend également compte qu'à l'aide d'un système de retenue à la source, basé sur la chaîne de blocs, il est possible aux administrations fiscales de calculer et de transférer automatiquement le salaire net, les paiements d'impôts et la sécurité sociale à partir des salaires des employés vers leurs différents destinataires. À cet égard, Kim (2021) décrit le processus de déclaration d'impôt, basé sur la chaîne de blocs, de la manière suivante :

- L'employeur saisit le montant brut de la rémunération dans le système de la chaîne de blocs du consortium, comprenant les autorités fiscales, les agences gouvernementales, les institutions financières et les autres parties nécessaires.
- Au sein du système de la chaîne de blocs, les contrats intelligents correspondent aux données de l'employé et calculent les montants corrects de l'impôt et de la sécurité sociale.
- Le salaire net est automatiquement transféré sur le compte de l'employé et l'impôt calculé est envoyé au trésor fédéral et étatique, aux agences gouvernementales et à d'autres organisations. En définitive, un système de gestion d'impôts basé sur la chaîne de blocs apporte l'efficacité, la rapidité et la sécurité dans la collecte et le traitement d'impôts (Consensus, 2022).

### **1.11. Télécommunications**

Le service "Blockchain des fréquences" est une application basée sur la chaîne de blocs privée Ethereum qui permet à l'Agence Nationale de Fréquences (ANFR) de coordonner l'utilisation de fréquences audios libres lors de grands événements (tournois sportifs, salons professionnels, etc.) afin d'y éviter les brouillages. En effet, cette application stocke trois types de registres sur la chaîne de blocs : un registre des fréquences libres de droit utilisables en fonction de la localisation des événements, un registre des événements créés et un registre des fréquences déclarées utilisées pour chaque événement. Pour chaque événement, le choix d'une fréquence audio libre par un utilisateur est une transaction consignée dans la chaîne de blocs, plus précisément dans le registre des fréquences audios libres utilisées. La consultation de ce registre permet d'identifier les fréquences audios libres déjà en cours d'utilisation sans la possibilité de les réaffecter à d'autres utilisateurs grâce à l'immuabilité de la chaîne de blocs. Ainsi, l'utilisation du service "Blockchain des fréquences" assure l'autorégulation des bandes de fréquences audios libres et garantit l'intégrité, l'audibilité ainsi que la traçabilité des actions réalisées par les utilisateurs du service (Perrine de Coëtlogon et al.,2021).

### **Conclusion**

En somme, la chaîne de blocs est une technologie qui attire l'intérêt à la fois des chercheurs et des praticiens étant donné les nombreuses opportunités qu'elle offre dans la gestion des données, peu importe le secteur d'activités. À travers ce rapport, nous avons identifié plusieurs cas d'utilisation de la chaîne de blocs dans des domaines variés du secteur public. Ces cas d'utilisation visent à garantir le stockage et le partage sécurisés des données tout en garantissant



leur intégrité. Ce rapport fait également état de l'intérêt que plusieurs gouvernements accordent à la technologie de la chaîne de blocs. Ceci s'observe à travers les initiatives des projets d'implémentation de la chaîne de blocs dans plusieurs gouvernements que nous résumons dans le tableau 2.

<b>Cas d'utilisation de la chaîne de blocs</b>	<b>Pays/Etats</b>
- E-résidence numérique - Portefeuille électronique - Application de preuve d'identité	Estonie
- Preuve d'intégrité - Dossiers de santé électronique - Chaîne d'approvisionnement et logistique	USA
- Dossiers de santé électronique - Gestion des registres de naissance - Gestion des titres fonciers	Illinois
- Gestion électronique des documents - Gestion d'actifs (titres fonciers)	Delaware
- Gestion des actifs (titres) - L'identité numérique - Cybersécurité	Canada
- Vote électronique	Royaume-Uni, Estonie, Finlande, Royaume-Uni, Royaume-Uni, USA, etc.
- Gestion des identités agroalimentaires	Corée du Sud, Estonie, Suisse, Chine, Danemark, Corée du Sud, Royaume-Uni, France
- Soins de santé	Suisse, États-Unis, Chine, Singapour, etc.
- Energie	Royaume-Uni et Royaume-Uni
- Gestion des diplômes et certificats	Japon, Malte, France
- Gestion d'actifs (titres fonciers et gestion immobilière)	Géorgie, Pays-Bas, Suède, Suisse, Ghana, Dubaï
- Notarisation - Preuve d'existence pour les enfants sans identités - Coordination de l'utilisation de fréquences libres	France

Tableau 2. Initiatives des projets en rapport avec la chaîne de blocs dans les pays

## Références

- Alammary, A., Alhazmi, S., Almasri, M. & Gillani, S. (2019) Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review. *Applied sciences*, 9 (12), 2400.
- Alketbi, A., Nasir, Q. & Abu Talib, M. (2020) Novel blockchain reference model for government services: Dubai government case study. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11 (6), 1170-1191.

- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., McCallum, P. & Peacock, A. (2019) Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100, 143-174.
- Berryhill, J., Bourgery, T. & Hanson, A. (2018) *Blockchains Unchained: Blockchains Unchained : Blockchain Technology and its Use in the Public Sector Documents de travail de l'OCDE sur la gouvernance publique*. Paris, OCDE.
- BitcoinExchangeGuide. (2022) Ghana Land Administration To be Powered by Blockchain Thanks to IBM. Available <https://bitcoinexchangeguide.com/ghana-land-administration-to-be-powered-by-blockchain-thanks-to-ibm/>. (accessed 21/06/2022 2022).
- Blockchain France. (2016) La blockchain pour l'énergie. Available <https://blockchainfrance.net/2016/07/07/la-blockchain-pour-lenergie/>. (accessed 27/06/2022 2022).
- Chang, S. E. & Chen, Y. C. A. (2020) Blockchain in Health Care Innovation: Literature Review and Case Study From a Business Ecosystem Perspective. *Journal of Medical Internet Research*, 22 (8).
- Clare Sullivan et Eric Burger (2017) E-Residency and Blockchain. IN Department of Computer Science, G. U. (Ed. Washington DC, USA
- Clavin, J., Duan, S., Zhang, H., Janeja, V. P., Joshi, K. P., Yesha, Y., Erickson, L. C. & Li, J. D. (2020) Blockchains for Government. *Digital Government: Research and Practice*, 1 (3), 1-21.
- Consensus. (2022) Blockchain in Government and the Public Sector. Available <https://consensus.net/blockchain-use-cases/government-and-the-public-sector/#smartcities>. (accessed.
- Cryptoast. (2022) Régulation des cryptomonnaies : pas d'interdiction en vue pour l'Estonie. Available <https://cryptoast.fr/regulation-cryptomonnaies-pas-interdiction-estonie/>. (accessed 30/06/2022).
- Daramola, O. & Thebus, D. (2020) Architecture-Centric Evaluation of Blockchain-Based Smart Contract E-Voting for National Elections. *Informatics*, 7 (2), 1-22.
- Drucker, P. (2016) Blockchain applications in the public sector. Deloitte.
- Erwan Jonchères et Sarit Mizrahi (2018) Panorama des expérimentations blockchain dans le secteur public, menées en Australie, Estonie, États-Unis et Canada. Laboratoire de CyberJustice.
- Esposito, C., De Santis, A., Tortora, G., Chang, H. & Choo, K. K. R. (2018) Blockchain: A Panacea for Healthcare Cloud-Based Data Security and Privacy? *Ieee Cloud Computing*, 5 (1), 31-37.
- Evan Sweeney. (2017) CDC eyes blockchain for public health surveillance. Available <https://www.fiercehealthcare.com/mobile/cdc-blockchain-public-health-surveillance-data-sharing>. (accessed 21/06/2022).
- Feng, T. (2016) An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM).
- Grover, P., Kar, A. K. & Janssen, M. (2019) Diffusion of blockchain technology: Insights from academic literature and social media analytics. *Journal of Enterprise Information Management*, 32 (5), 735-757.
- Hou, J., Wang, H. & Liu, P. (2018) Applying the blockchain technology to promote the development of distributed photovoltaic in China. *International Journal of Energy Research*, 42, 2050 - 2069.
- Holger Waedt (2017) 10 Use Cases: Blockchain for the Government.

- Jafar, U., Aziz, M. J. A. & Shukur, Z. (2021) Blockchain for Electronic Voting System-Review and Open Research Challenges. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21 (17), 1-22.
- Kim, Y. R. (2021) Blockchain Initiatives for Tax Administration. *SSRN Electronic Journal*.
- Kingsley, A. (2022) Blockchain Increasingly Leveraged by China to Combat Coronavirus Outbreak. *blockchain.news*.
- Lemieux, V. L. (2016) Trusting records: is Blockchain technology the answer? *Records Management Journal*, 26 (2), 110-139.
- LeSoleilNumérique. (2019) Pour une identité numérique: le modèle estonien. Available <https://www.lesoleil.com/2019/11/24/pour-une-identite-numerique-le-modele-estonien-38aae0bcb27320ffabe25286a7d39007>. (accessed 30/06/2022).
- Liu, Y., He, D., Obaidat, M. S., Kumar, N., Khan, M. K. & Raymond Choo, K.-K. (2020) Blockchain-based identity management systems: A review. *Journal of Network and Computer Applications*, 166 (2020), 1-11.
- Mettler, M. (2016) Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom).
- MoreThanDigital. (2022) 28 Blockchain Use Cases – Applications possibles de la technologie des grands livres distribués (DLT). Available <https://morethandigital.info/fr/blockchain-possibilites-applications-et-cas-dutilisation-de-la-technologie/>. (accessed 20/06/2022).
- Murray, M. C. (2019) Tutorial: A Descriptive Introduction to the Blockchain. *Communications of the Association for Information Systems*, 45 (1), 464-487.
- Perrine de Coëtlogon, Marc Durand, M. J., Claire Génin, R. & Ramon, P. B. (2021) Les technologies blockchain au service du secteur public. Université de Lille.
- Radanović, I. & Likić, R. (2018) Opportunities for use of blockchain technology in medicine. *Applied Health Economics and Health Policy*, 16 (5), 583-590.
- Roshani & Mehare, J. P. (2021) Blockchain Technology and Academic Certificate Authenticity-Review. *International Journal of creative research toughouts*, 9 (2), 5150-5156.
- SettleMint. (2022) Blockchain use cases: Government and public services. Available <https://www.settlemint.com/government-blockchain-use-cases/>. (accessed 21/06/2022).
- Shang, Q. & Price, A. (2019) A Blockchain-Based Land Titling Project in the Republic of Georgia: Rebuilding Public Trust and Lessons for Future Pilot Projects. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 12 (3-4), 72-78.
- Stephan Tual (2017) Slock.it secures \$2 million USD seed funding to build next-generation Sharing Economy Platform.
- Sung, C. S. & Park, J. Y. (2021) Understanding of blockchain-based identity management system adoption in the public sector. *Journal of Enterprise Information Management*, 34 (5), 1481-1505.
- Tamppuu, P. & Masso, A. (2019) Transnational Digital Identity as an Instrument for Global Digital Citizenship: The Case of Estonia's E-Residency. *Information Systems Frontiers*, 21 (3), 621-634.
- Tan, E., Mahula, S., & Cromptvoets, J. (2022). Blockchain governance in the public sector: A conceptual framework for public management. *Government Information Quarterly*, 39(1), 101625. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101625>
- Taş, R. & Tanrıöver, Ö. Ö. (2020) A Systematic Review of Challenges and Opportunities of Blockchain for E-Voting. *Symmetry*, 12 (8), 1-24.
- THE BORGES PROJECT (2020) BITLAND: PROPERTY RIGHTS FOR THE WORLD'S POOR.

- TMX. (2017) Paiements Canada, la Banque du Canada et le Groupe TMX annoncent une plateforme intégrée de valeurs mobilières et de paiement dans le cadre de la prochaine phase du projet Jasper. Available <https://www.tmx.com/newsroom/press-releases?id=615&year=2017>. (accessed 29/06/2022).
- Xu, X., Lu, Q., Liu, Y., Zhu, L., Yao, H. & Vasilakos, A. V. (2019) Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability. *Future Generation Computer Systems*, 92 (2019), 399-406.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S. & Smolander, K. (2016) Where Is Current Research on Blockchain Technology? —A Systematic Review. *Plos One*, 11 (10), e0163477.
- Zahed Benisi, N., Aminian, M. & Javadi, B. (2020) Blockchain-based decentralized storage networks: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 162, 102656.
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & Boshkoska, B. M. (2019) Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83-99.