



Apports de la technologie « Blockchain » pour les systèmes de paiements : Cadre Marocain

Najlaa Grain¹, Mohamed Amine Issami²

¹ Najlaa GRAIN, (Doctorante) Centre d'Études Doctorales en Gestion, Laboratoire de Recherche en Finance (LAREF) Groupe Institut Supérieur de Commerce et d'Administration des Entreprises (ISCAE), Maroc

² Mohamed Amine ISSAMI, (Professeur au Groupe ISCAE) Centre d'Études Doctorales en Gestion, Laboratoire de Recherche en Finance (LAREF) Groupe Institut Supérieur de Commerce et d'Administration des Entreprises (ISCAE), Maroc

Résumé : Cet article propose une revue exhaustive de la littérature relative à l'adoption de la technologie de la « Blockchain » dans les systèmes de paiement au Maroc. À travers une analyse critique des recherches existantes, nous examinons les avantages et les défis associés à l'application de la « Blockchain » dans le contexte financier marocain. L'article explore les implications de cette technologie sur la sécurité des transactions, l'efficacité opérationnelle, la transparence et l'inclusion financière. En mettant en lumière les initiatives et les projets pilotes en cours, nous évaluons également les perspectives futures de la « Blockchain » dans l'évolution des systèmes de paiement au Maroc. Cette revue offre ainsi une base solide pour comprendre les enjeux actuels et guider les futures recherches et mises en œuvre de la technologie « Blockchain » dans le secteur financier marocain.

Mots-clés: Blockchain ; Décentralisation ; Systèmes de paiement ; Réseaux de Blockchain.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.10602582>

Published in: Volume 3 Issue 1



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. Introduction

La technologie de la « **Blockchain** » a émergé comme un catalyseur transformateur dans divers secteurs à l'échelle mondiale, offrant des solutions innovantes pour des problèmes liés à la sécurité, à la transparence et à l'efficacité des processus. Au sein du paysage financier, son impact potentiel sur les systèmes de paiement est particulièrement intrigant. Le Maroc, en tant que centre économique dynamique de la région, est également attentif à cette révolution technologique. Cette revue de littérature vise à explorer les diverses facettes de l'intégration de la technologie « **Blockchain** » dans les systèmes de paiement marocains, mettant en lumière les avancées, les défis et les opportunités inhérents à cette transformation.

Alors que les paiements électroniques et les transactions numériques continuent de façonner l'économie mondiale, le Maroc se positionne pour tirer parti des innovations technologiques. La « **Blockchain** », en tant que protocole décentralisé de stockage et de transmission de l'information, offre un potentiel considérable pour améliorer la sécurité des transactions, rationaliser les processus et accroître la confiance au sein du système financier. Cependant, son adoption dans le contexte spécifique du Maroc soulève des questions cruciales quant à son applicabilité, ses implications réglementaires et ses avantages tangibles pour les acteurs du marché financier.

Au croisement des perspectives de recherche présentées ci-dessus, nous avons formulé notre problématique de recherche ainsi : **La technologie « Blockchain » contribue –t-elle à l'amélioration de la performance des systèmes de paiements ?**

Cette revue examine les études existantes, les projets pilotes en cours et les expériences internationales liées à l'utilisation de la « **Blockchain** » dans les systèmes de paiement. Elle cherche à dégager des enseignements pertinents pour éclairer les décideurs, les chercheurs et les acteurs du secteur financier marocain sur les meilleures pratiques, les obstacles potentiels et les opportunités à saisir dans cette ère de transformation numérique. En établissant une base solide de connaissances, cette revue de littérature aspire à contribuer de manière significative à la compréhension et à l'évolution des systèmes de paiement au Maroc à l'ère de la « **Blockchain** ».

2. Contexte, Caractéristiques et Expérimentations au tour de la technologie de la Blockchain

2.1 Les expérimentations autour de la Blockchain ont commencé dans des domaines d'activités très différents

La technologie Blockchain est testée par nombre de secteurs aujourd'hui pour déterminer de quelles façons il serait possible de tirer profit de cette technologie de grand livre distribué qui enregistre les transactions avec traçabilité.

Pour l'industrie bancaire, la Blockchain a permis d'apprécier le risque et la solvabilité des contreparties, ce qui a permis de conclure des transactions d'une manière plus aisée que de passer par une Banque centrale. Différents établissements expérimentent la technologie pour effectuer des paiements dans diverses devises et permettre de concurrencer les mécanismes de transfert interbancaires tels que les SWIFT. La technologie Blockchain a d'abord été développée en tant que grand livre distribué pour le bitcoin. De nombreux experts et chercheurs universitaires ont réalisé que les impacts de la Blockchain vont au-delà du Bitcoin et même au-delà de l'industrie financière pour entraîner des changements dans diverses structures organisationnelles (Ines et al., 2017).

La Blockchain est l'une des technologies de pointe les plus prometteuses des FinTech (Du et al., 2019). Bien qu'elle ait d'abord été conçue pour servir de grand livre distribué pour le suivi des transactions en Bitcoins, le potentiel de la Blockchain s'étend au-delà du Bitcoin pour impacter les transactions dans différents domaines, notamment financier et spécialement celui des systèmes de paiement (Kshetri, 2018 ; Underwood, 2016).

Une Blockchain est une chaîne de blocs de données générée pour enregistrer des transactions. La génération d'un nouveau bloc considère systématiquement un hachage cryptographique du bloc précédent, des données relatives à la transaction et un horodatage (Du et al., 2019).

Si la Blockchain joue aujourd'hui un rôle important dans les innovations financières et constitue la technologie de base à l'origine de la révolution Fintech, l'utilisation prédominante de la Blockchain a jusqu'à présent concerné le domaine des paiements. Les instruments et les systèmes de paiement se sont développés et ont évolué en fonction des nouvelles avancées technologiques et commerciales.

Le développement des monnaies numériques ou crypto-monnaies utilisant la technologie Blockchain est la dernière révolution dans le domaine du transfert d'argent. Les crypto-monnaies utilisent des réseaux peer-to-peer (P2P) décentralisés, des techniques de cryptage, la cryptographie et une infrastructure à clé publique (ICP) dans laquelle des paires de clés publiques et privées sont utilisées pour sécuriser le transfert de données (Abramova & Böhme, 2016).

Une autre application de la technologie Blockchain est celle de l'infrastructure autonome, autogérée et autorégulée qui est conçue pour faciliter une organisation autonome distribuée (Peters & Panayi, 2015 ; Beck et al., 2016 ; Chapron, 2017 ; Wörner et al., 2016). Une fois pleinement réalisées, ces organisations autonomes distribuées, l'archétype de l'organisation distribuée, sont censées être fluides et numériques par nature - sans bureaux, gestionnaires, contrats, politiques ou salaires, et sans programmes stratégiques centralisés (Barrett et al., 2016).

En ce qui concerne les aspects techniques et les lacunes de la technologie Blockchain, le sujet des monnaies décentralisées a déjà stimulé la recherche universitaire (Andrychowicz et al., 2015 ; Decker & Wattenhofer, 2013 ; Vasek et al., 2014).

Ces recherches ont donné lieu à des modifications et à une extension (Barber et al., 2012 ; Ben Sasson et al., 2014) du statut et des mesures réglementaires (Christopher, 2014 ; Stokes, 2012 ; Tu & Meredith 2015) et à une analyse économique (Becker et al., 2013 ; Hileman, 2015 ; Mai et al., 2015). Le concept de confiance décentralisée facilite une solution alternative à l'architecture client-serveur traditionnelle. Les données et les actions n'ont pas besoin d'être traitées par la médiation de l'autorité centrale, qui n'est donc pas nécessaire pour le système alternatif. Il en résulte que les transactions deviennent irréversibles et que leur coût est également réduit. En effet, la nécessité de disposer de gouvernements, d'entreprises privées, de médiateurs et de contreparties dignes de confiance est également éliminée, car la confiance est désormais placée dans les protocoles et l'infrastructure (Karafiloski & Mishev, 2017).

Les technologies de la Blockchain sont identifiées comme l'innovation technique significative dans la numérisation de la propriété des actifs. En plus de fournir une piste d'audit sécurisée qui ne peut être corrompue, la Blockchain a été décrite comme une plateforme programmable polyvalente pour la gestion de la propriété et des contrats (Mattila, 2016 ; Lindman et al., 2017).

La Blockchain peut être décrite comme une technologie de base de données transactionnelle décentralisée qui facilite les transactions validées, protégées contre la falsification et cohérentes entre un grand nombre de participants au réseau appelés nœuds (Glaser, 2017 ; Beck et al., 2018).

La Blockchain peut être caractérisée comme une classe de technologies (technologies de registres distribués) qui donnent aux utilisateurs l'assurance que les informations archivées (par exemple, un certificat) n'ont pas été modifiées accidentellement ou délibérément (Beck et al., 2018). La recherche suggère que la Blockchain a la capacité de réduire l'incertitude, l'insécurité et l'ambiguïté dans les transactions en fournissant une divulgation transactionnelle complète et en produisant une vérité unique pour tous les participants au réseau (Beck et al., 2016 ; Nærland et al., 2017).

Les dernières avancées en matière de transactions distribuées sont principalement facilitées par la Blockchain et la technologie des bases de données fondamentalement distribuées (Lindman et al., 2017). La technologie Blockchain peut construire des outils financiers tels que des paiements, des contrats intelligents et des registres commerciaux, et réduire les transactions indésirables et leur impact ultérieur (Queiroza & Wamba, 2019). En outre, les dossiers juridiques et publics, y compris les dossiers de vote ou de tribunal, sont également considérés comme des cas d'utilisation potentiels de cette technologie (Hughes et al., 2019).

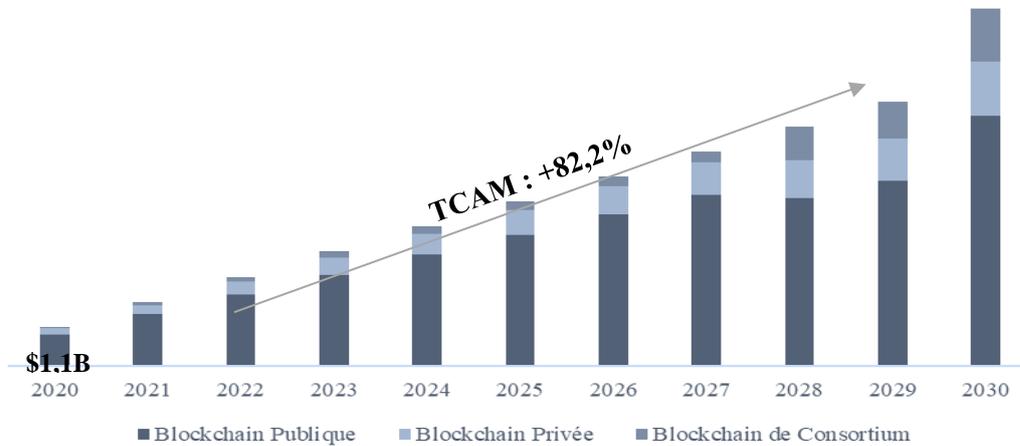
La Blockchain peut servir de mécanisme transactionnel pour les services « économiques de partage » (Mainelli & Smith, 2015), car elle résout le problème de l'enregistrement fiable des activités P2P à grande échelle. Les Blockchains devraient transformer fondamentalement les économies et les sociétés en abaissant les coûts de transaction et en réduisant le besoin de tiers de confiance (Clemons et al., 2017 ; Iansiti & Lakhani, 2017). L'importance d'un tel mécanisme transactionnel augmente avec l'émergence du « monde programmable », où un nombre croissant d'objets physiques (l'internet des objets) deviennent programmables et connectés à l'internet.

Le potentiel des Blockchains à transformer les marchés et les sociétés a motivé les organisations publiques et privées à faire des investissements importants dans le développement d'applications qui utilisent la technologie des Blockchains (Rossi et al., 2019).

En outre, la technologie de la chaîne de blocs a des utilisations polyvalentes qui vont au-delà de l'enregistrement des transactions financières. Les Blockchains peuvent être utilisées pour stocker des dossiers médicaux, conclure des accords contraignants, suivre le flux de marchandises, stocker des dossiers de crédit personnels, suivre la provenance d'œuvres d'art, vérifier les paiements tout au long d'une chaîne d'approvisionnement, et bien d'autres choses encore (Milic, 2019).

De 2023 à 2030, le marché mondial de la technologie Blockchain devrait croître à un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 82,2%, après avoir été estimé à 10,02 milliards USD en 2022. La croissance du marché est stimulée par la demande croissante de transactions sécurisées et transparentes dans de nombreuses industries. La Blockchain est particulièrement attrayante pour des secteurs tels que la finance, les soins de santé et la gestion de la chaîne d'approvisionnement en raison de son système de

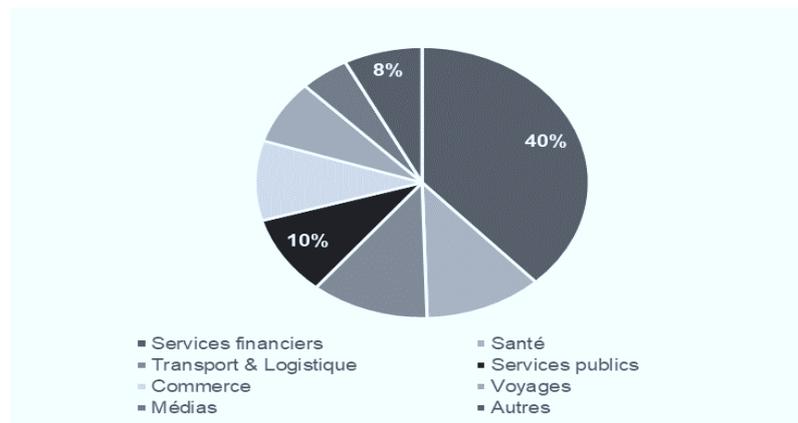
registre décentralisé et immuable qui garantit l'intégrité et la transparence des transactions. Les entreprises de ces secteurs utilisent de plus en plus les solutions Blockchains pour renforcer la sécurité et la transparence de leurs opérations.



Source : Grand View Research - Site web : www.grandviewresearch.com

Figure 1. Evolution du marché de la technologie Blockchain aux Etats-Unis entre 2020 et 2023

En 2022, plus de 37 % des recettes mondiales ont été générées par le secteur des services financiers. Les transactions financières des entreprises sont gérées par des services financiers qui utilisent la technologie Blockchain. Celle-ci augmente la demande dans les services financiers car elle rend les transactions efficaces et sécurisées. En raison de facteurs tels que l'augmentation des cryptocurrencies, la haute compatibilité avec l'écosystème de l'industrie, les transactions rapides, les Initial Coin Offerings (ICOs) et la réduction du coût total de possession, **la technologie devrait être largement adoptée dans cette verticale.**



Source : Grand View Research – Site web : www.grandviewresearch.com

Figure 2. Décomposition du marché 2022 de la technologie de la Blockchain aux Etats-Unis par secteur d'activité (en %)

Au cours de la période de prévision, le segment des soins de santé devrait avoir le taux de croissance annuel composé le plus élevé. L'adoption de la technologie Blockchain dans le secteur de la santé augmente en raison du nombre croissant de réglementations visant à protéger les données des consommateurs. En raison des incidents croissants de vol de données et de violations, les gouvernements du monde entier mettent en place des réglementations strictes pour protéger les informations des consommateurs. A ce titre d'exemple, l'Union européenne a introduit en mai 2018 une loi sur le règlement général sur la protection des données (RGPD). Le RGPD vise à protéger les citoyens de l'UE contre les violations de leur vie privée et de leurs données. Ces réglementations incitent les entreprises du monde entier à investir dans la sécurité de leurs données. De plus, la pandémie de COVID-19 a augmenté la demande de numérisation dans le secteur des soins de santé, ce qui a conduit au besoin de technologie Blockchain dans le secteur.

Il est fort de constater que différents secteurs d'activité explorent l'utilisation de la technologie Blockchain dans une large mesure (Budman et al., 2019). Selon les recherches menées par Pawczuk et al. (2018), la Blockchain est un investissement prioritaire pour de nombreuses entreprises. Ainsi, 39% des personnes interrogées ont déclaré que leur organisation investirait plus de 5 millions de dollars dans cette technologie au cours de l'année à venir.

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que la Blockchain pourrait avoir un impact sur de nombreux aspects de nos sociétés, notamment la durabilité environnementale (Chapron, 2017), les soins de santé (Gammon, 2018) et les réseaux sociaux (Ciriello et al., 2018). Zheng et al. (2016) et Casino et al. (2019) affirment que les fonctions de la Blockchain ne sont pas couvertes dans leur intégralité. Cependant, il existe des études axées sur les rôles spécifiques de la Blockchain, notamment le développement d'applications décentralisées et à forte intensité de données (Casino et al., 2019), et la gestion des données volumineuses de manière décentralisée (Karafiloski et Mishev, 2017).

D'autres études se concentrent sur les questions de sécurité de la Blockchain (Khan & Salah, 2017 ; Li et al., 2017 ; Meng et al., 2018) et sur son potentiel à permettre la confiance et la décentralisation dans les systèmes de services (Seebacher et al., 2017) et les plateformes P2P (Hawlitschek et al., 2018). Certains aspects techniques de la conception de la Blockchain, tels que son protocole de consensus (Sankar et al., 2017), et d'autres caractéristiques techniques telles que sa facilité d'utilisation, l'intégrité des données et l'évolutivité ont également été étudiés (Yli-Huumo, J. et al., 2016).

En outre, d'autres études se sont largement concentrées sur les aspects des applications monétaires des Blockchains et sur les défis connexes en matière de sécurité et de confidentialité (Bonneau et al., 2015 ; Mukhopadhyay et al., 2016 ; Khalilov & Levi, 2018 ; Conti et al., 2018). De toute évidence, de nombreux domaines ont le potentiel d'être étudiés et explorés plus avant, et un examen systématique des avantages, défis et fonctions de l'état de l'art actuel fondé sur la Blockchain (Beck et al., 2018), en particulier pour le secteur financier, permettra d'identifier ces lacunes.

Dans l'ensemble, on constate un manque d'études et de publications universitaires majeures dans ce domaine émergent, malgré les implications potentielles de cette technologie (Yli-Huumo, J. et al., 2016). Il est intéressant de noter que les trois quarts de ces articles ont été rédigés en 2016. En outre, étant donné que seuls 2,5 % de ces articles mettent l'accent sur un thème lié à la finance ou aux affaires, il est urgent de mener des recherches supplémentaires dans ce domaine (Yli-Huumo, J. et al., 2016).

Sur la base de notre examen de la littérature existante, il semble que les outils modernes associés à la technologie Blockchain présentent des lacunes en matière de recherche (Lindman et al., 2017). En d'autres termes, les points de vue pratiques et théoriques de la technologie de la chaîne de blocs doivent faire l'objet d'études supplémentaires (Du et al., 2019). La nature essentiellement décentralisée de ces systèmes et plateformes de paiement est liée à un certain nombre de défis critiques (Lindman et al., 2017). Par exemple, comment la confidentialité et la confiance peuvent-elles être assurées dans un tel réseau médiatisé par une plateforme, et comment déterminer et réduire les risques et les défis. Des services bénéfiques, fiables et plus efficaces pour les consommateurs ne peuvent être réalisés qu'avec une meilleure compréhension de ces défis et des avantages qui en découlent (Lindman et al., 2017).

Ce développement explore les expérimentations et l'utilisation de la technologie Blockchain dans des économies avancées (notamment la Chine et la Russie), et l'étude du contexte marocain et les impacts en particulier sur les systèmes de paiement.

2.2 Méthodologie de recherche

La méthodologie de recherche retenue, comme le suggèrent Tranfield, Denyer, D. and Smart, P. (2003), un protocole de recherche prédéfini est nécessaire pour réduire la possibilité d'une partialité du chercheur. Ce développement crée d'abord un protocole de recherche. Plus précisément, les chaînes de recherche utilisées pour Google scholar et la bibliothèque du CDUT pour trouver la littérature appropriée sont les suivantes (« Blockchain et systèmes de paiement », « Impact of Blockchain technology in Banking », « impact de la Blockchain », « Payment Transactions (Banking) in Block Chain Technology ») sans restriction de temps. D'autres recherches supplémentaires utilisent les travaux référencés des articles pertinents. Les articles se concentrant davantage sur l'architecture de la Blockchain sont exclus, et les articles résultants sont ensuite analysés respectivement.

Sur la base d'une lecture préliminaire, les sujets de recherche sur l'application de la Blockchain impliqués dans la littérature se concentrent sur la finance, le crédit, le commerce et les services se concentrent sur la finance, le crédit, la comptabilité, etc. Selon Crosby et al, l'utilisation d'applications basées sur la Blockchain dans le domaine de la finance est largement répandue.

Pour apprécier l'adaptabilité de l'utilisation de la technologie Blockchain pour les systèmes de paiements au contexte Marocain, nous avons eu recours aux travaux réalisés par (xxx), appuyés sur des entretiens semi-directifs, via un guide d'entretiens, qui a porté sur vingt personnes au niveau des banques ciblées au Maroc. Une population large composée de responsables et d'opérationnels dans le but d'avoir

l'opinion et l'avis des banquiers sur l'utilisation de la Blockchain et les perspectives d'avenir. Concernant la transcription des informations issues des entretiens semi directifs, elle a suivi la méthode du résumé synthèse (Benbachir. H., Med. Yassine ELH., 2023).

Dans les points suivants, nous illustrons les développements actuels de la Blockchain dans le secteur financier, puis nous nous concentrons sur l'impact de la Blockchain sur les systèmes de paiement, les caractéristiques et catégories de la Blockchain.

La deuxième section permettra de revenir sur les expériences de quelques économies à l'égard de la Technologie Blockchain et ses impacts sur les systèmes de paiement.

2.3 Contexte de la technologie *Blockchain*

La Blockchain est essentiellement un grand livre décentralisé qui conserve les enregistrements des transactions sur de nombreux ordinateurs simultanément.

La plupart des crypto-monnaies utilisent la technologie Blockchain pour enregistrer les transactions de paiement. Le réseau Bitcoin a été développé avec la technologie Blockchain comme infrastructure sous-jacente (Abramova & Böhme, 2016).

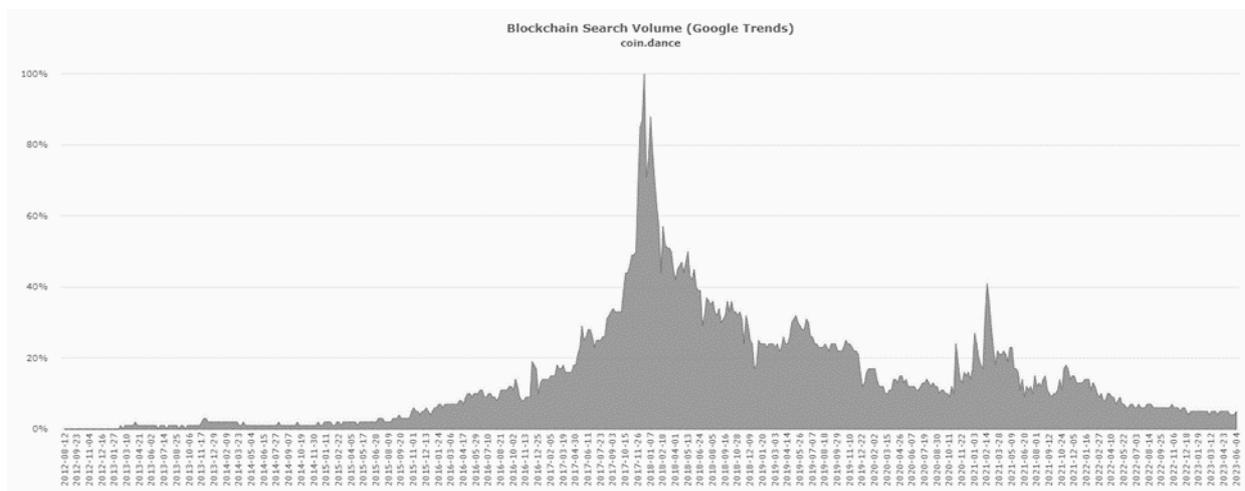
L'avènement de la Blockchain s'est accompagné d'un certain nombre de composants et de terminologies analogues qui embrouillent souvent la discussion autour de la technologie et de sa mise en œuvre. Parmi eux figurent les descriptions liées au regroupement et à la publication des transactions dans des structures de données distinctes appelées blocs qui sont cryptographiquement liées (enchaînées) et distribuées dans un réseau pair-à-pair pour empêcher la falsification des transactions précédemment publiées (Beck et al., 2018).

Les transactions qui sont ajoutées aux blocs doivent être validées par les nœuds (mineurs) avec des modèles de consensus déterminant quel nœud obtient le privilège de publier le bloc suivant. Les blocs peuvent également prendre en charge des capacités de contrats intelligents natifs très expressifs grâce à un ensemble de codes et de données déployés à l'aide de transactions signées cryptographiquement sur le réseau de la Blockchain (par exemple, les contrats intelligents d'Ethereum, le chaincode d'Hyperledger Fabric).

La première Blockchain a été décrite et mise en œuvre par le pseudonyme Satoshi Nakamoto (The Economist, 2015). Nakamoto a publié sa description de la Blockchain dans l'article "Bitcoin in 2008 : A Peer-to-Peer Electronic Cash System", qui présente l'architecture d'un système de paiement décentralisé et sans confiance. Bitcoin fonctionne sur la base de la technologie Blockchain (Seebacher & Schüritz, 2017), qui repose sur la technologie cryptographique (Pilkington, 2015). Cette technologie Blockchain est une base de données distribuée séquentielle dans laquelle un grand livre public est utilisé

pour stocker l'historique complet des transactions dans une chaîne (de blocs) (Van Alstyne, 2014 ; Böhme et al., 2015 ; Zhao et al., 2016 ; Tama et al., 2017).

La Blockchain de Bitcoin enregistre toutes les transactions de Bitcoin et toutes les informations connexes (Bradberry, 2015). En effet, la Blockchain est un grand livre public distribué comprenant un enregistrement complet et immuable de toutes les transactions exécutées (Karafiloski & Mishev, 2017). Alors que les Blockchains et les crypto-monnaies sont généralement associées l'une à l'autre, la technologie de la Blockchain a également suscité un vif intérêt de la part des chercheurs et est considérée comme un phénomène encore plus révolutionnaire que son utilisation dans le bitcoin (Zhao et al., 2016) (voir la figure 3).



Source : <https://coin.dance/stats/blockchain>

Figure 3. Volume de recherche tendanciel de Google pour la technologie Blockchain

Dans la Blockchain, la sécurité et la validité de toutes les transactions sont assurées par tous les nœuds du réseau P2P qui détiennent un enregistrement complet de la Blockchain. Par conséquent, toute attaque réussie visant à modifier frauduleusement la Blockchain doit cibler toutes les copies de la Blockchain dans l'ensemble du réseau, ce qui est considéré comme infaisable (Seebacher & Schüritz, 2017). Les nouveaux blocs contenant de nouvelles transactions ne sont acceptés dans la Blockchain que lorsque les protocoles de vérification convenus ont été suivis. Dans l'exemple du Bitcoin, ce protocole est appelé "preuve de travail" et c'est la seule façon d'ajouter de nouvelles transactions (Nakamoto, 2008 ; Seebacher & Schüritz, 2017).

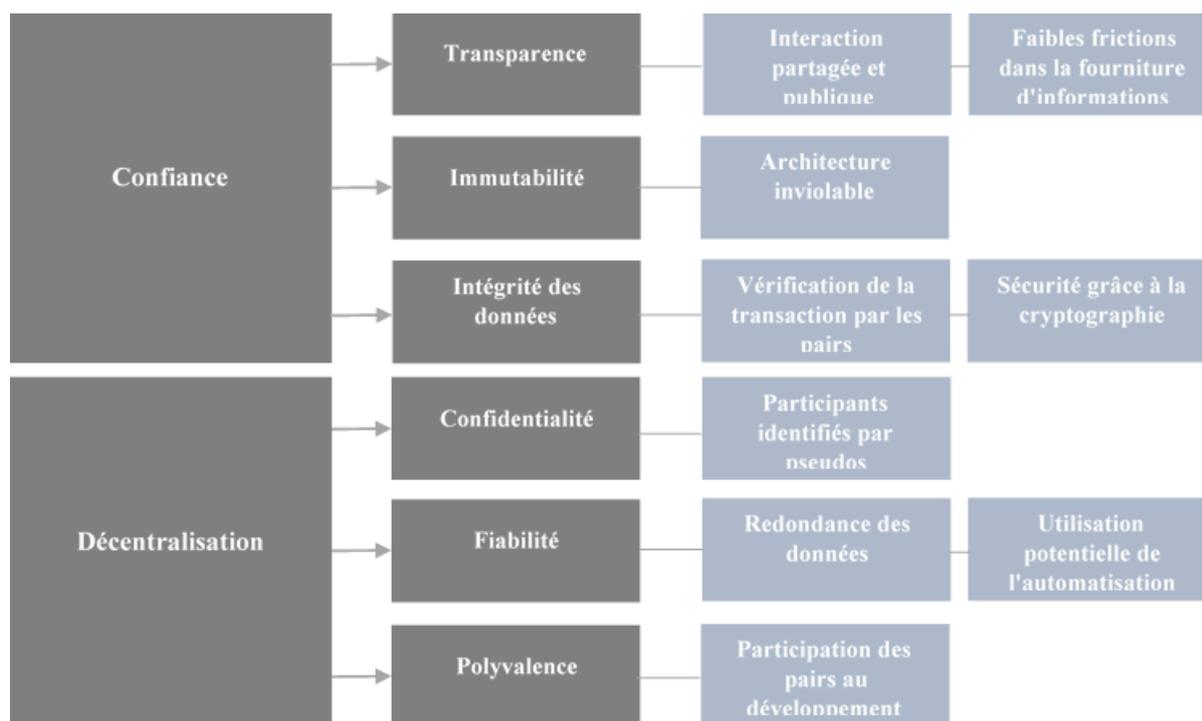
La Blockchain est une transformation à la fois économique et technique (Böhme et al., 2015 ; Zyskind et al., 2015 ; Liebenau & Elaluf Calderwood, 2016 ; Zhao, et al., 2016). En tant que transformation

technique, la Blockchain est une nouvelle forme de système de base de données - en particulier pour les environnements décentralisés où la confiance est insuffisante. En tant qu'innovation économique, la Blockchain offre des outils pour tout domaine où un enregistrement fiable des transactions est nécessaire et où les parties - qu'il s'agisse de machines ou d'humains - ne peuvent pas être totalement fiables (Lindman et al., 2017).

Sur la base de la discussion précédente, la définition suivante de la Blockchain est élaborée : Une Blockchain est un modèle de base de données distribuée reposant sur un réseau P2P. Elle comprend une séquence de blocs, avec des transactions horodatées qui sont confirmées par la communauté du réseau et sécurisées par une infrastructure à clé publique (PKI). Au sein de la Blockchain, un élément ne peut être modifié une fois qu'il en fait partie. Par conséquent, une Blockchain fournit un enregistrement incontestable des actions antérieures.

2.4 Caractéristiques de la technologie *Blockchain*

Les deux principales caractéristiques à identifier lors de l'examen de la technologie Blockchain sont la confiance et la décentralisation (Seebacher & Schürtiz, 2017 ; Tama et al., 2017) (voir figure 4).



Source : Repris et traduit par l'auteur à partir de (Seebacher & Schurtiz, 2017)

Figure 4. Caractéristiques de la technologie *Blockchain*

2.4.1 La confiance

La particularité de la Blockchain réside dans son approche décentralisée (Seebacher & Schüritz, 2017). Plus précisément, les utilisateurs ne dépendent pas d'un tiers pour sécuriser leurs transactions et leurs actifs puisque le réseau est protégé par le protocole de preuve de travail, ce qui élimine la nécessité de faire confiance à un intermédiaire pour vérifier et enregistrer les transactions (Böhme et al., 2015 ; Crosby et al., 2016). L'ensemble du code de la Blockchain est open source et peut être consulté par tous, ce qui élimine toute possibilité d'intégrer des portes dérobées dans le système. Ainsi, les particuliers peuvent agir comme leur propre banque et contrôler les décisions prises pour garantir la sécurité de leur capital. Cela contraste avec l'environnement bancaire traditionnel, dans lequel la banque est responsable des fonds de ses clients (Hull et al., 2016 ; Ølnes, 2016).

Quelques termes expliquent clairement la confiance dans la technologie Blockchain (figure 4), par exemple : l'interaction publique et partagée (Bonneau et al., 2015 ; Beck et al., 2016 ; Sun et al., 2016 ; Cai & Zhu, 2016), la vérification des transactions par les pairs (Garman et al., 2014 ; Tschorsch & Scheuermann, 2016 ; Kosba et al., 2016 ; Eyal et al., 2016), la faible friction dans la fourniture d'informations (Böhme et al., 2015 ; Beck et al., 2016 ; Sun et al., 2016), et la sécurité grâce à la cryptographie (Zyskind et al., 2015 ; Xu, 2016 ; Sun et al., 2016).

2.4.2 La décentralisation

L'un des principaux attributs de la technologie Blockchain est la décentralisation, grâce à laquelle la résistance à la censure et l'immutabilité sont réalisées (Seebacher & Schüritz, 2017).

Parmi ses principales caractéristiques, la Blockchain fournit une plateforme où il n'est plus nécessaire de s'en remettre à un tiers centralisé pour assurer la sécurité de ses actifs (Tama et al., 2017). Un gouvernement ou un pirate informatique ne peut pas infiltrer le grand livre centralisé à des fins personnelles en raison de la nature distribuée et décentralisée de la Blockchain. La preuve de travail permet de résoudre des problèmes mathématiques complexes à l'aide de la puissance de calcul. En outre, la preuve de travail est le système de consensus bien connu actuellement utilisé pour harmoniser des centaines de milliers de nœuds décentralisés.

Par conséquent, la sécurité des actifs est garantie et toute dilution arbitraire de la masse monétaire est évitée (Seebacher & Schüritz, 2017). Quelques termes significatifs expliquent clairement la décentralisation dans la technologie Blockchain, par exemple :

- Le pseudonymat des participants (Garman et al., 2014 ; Bonneau et al., 2015 ; Zyskind et al., 2015) ;
- L'utilisation potentielle de l'automatisation (Guo & Liang, 2016 ; Xu, 2016) ; la redondance des données (Beck et al., 2016 ; Hull et al., 2016) ;

- Et, la participation des pairs au développement de la « polyvalence » (Xu, 2016 ; Zhao et al., 2016).

2.5 Caractéristiques de la technologie *Blockchain*

La technologie Blockchain se compose de deux ingrédients majeurs à savoir : le réseau et le registre. Si le premier peut être classé comme public ou privé, le second est consulté sans ou avec autorisation. Ainsi, cette technologie peut être cartographiée selon le caractère public ou privé, ou encore sous consortium. Ainsi, trois classifications générales des Blockchains peuvent être retenues à ce stade, notamment : publique, consortium et privée (Mattila, 2016 ; Xu et al., 2016 ; Sankar et al., 2017).

Dans la Blockchain publique, comme son nom l'indique, les Blockchains publiques sont justement ouvertes au public où chaque partie a les mêmes droits et privilèges, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'autorité centralisée (Guo & Liang, 2016 ; Xu et al., 2016 ; Sankar et al., 2017).

Tout le monde est invité à devenir un utilisateur du réseau et à participer aux principales activités. Elle est souvent désignée comme étant une technologie Blockchain « sans autorisation », car celle-ci n'exige aucune autorisation pour interagir avec le protocole, sans pour autant compromettre la sécurité des utilisateurs. En effet, seules les informations relatives à la transaction (numéro du portefeuille, la date et le montant de la transaction) sont accessibles, protégeant ainsi l'identité de l'utilisateur de cette catégorie de technologie Blockchain.

En effet, à ce stade, chacun a le pouvoir d'entrer ou de sortir, d'écrire et d'auditer activement le code de la Blockchain. Cette catégorie particulière est libre pour tous et une transaction peut être validée par n'importe qui, par exemple, Bitcoin (Guo & Liang, 2016).

Parmi les avantages des Blockchains publiques est qu'elles sont totalement indépendantes des organisations. Ainsi, si l'organisation qui l'a lancée cesse d'exister, la Blockchain publique pourra toujours fonctionner, tant qu'il y aura des ordinateurs qui y sont encore connectés (Campbell, 2023). Également, tout le monde peut rejoindre la blockchain publique, cela apporte de la confiance à l'ensemble de la communauté des utilisateurs (Iredale, 2021), sans aucune intermédiation pour pouvoir fonctionner, et en toute sécurité en fonction du nombre de nœuds participants. Enfin, le cas d'utilisation le plus courant des Blockchains publiques est l'échange de crypto-monnaies telles que le Bitcoin. Cependant, elle peut également être utilisée pour créer un enregistrement fixe avec une chaîne de contrôle vérifiable, comme la notariation électronique des affidavits et des registres de propriété publique (Diego G., 2021).

La Blockchain privée suit une configuration centralisée (Guo & Liang, 2016). Une seule entité est autorisée à prendre des décisions pour commander et contrôler le processus de validation (Xu et al., 2016). La tête centralisée s'assurera que le consensus suivi est bien celui proposé (Zheng et al., 2016). Elle peut être définie au mieux comme la Blockchain qui fonctionne dans un environnement fermé. Il

s'agit également d'une Blockchain autorisée qui est sous le contrôle d'une entité. Les Blockchains privées sont mieux adaptées au monde de l'entreprise, où dans une organisation qui veut profiter des propriétés de la Blockchain sans rendre son réseau accessible par l'extérieur. Cela s'apparente à l'existence d'un organe centralisé tel que les gouvernements des différentes nations.

Parmi ses avantages, on note la rapidité. En effet, il y a peu de participants par rapport à la Blockchain publique. En effet, le réseau met moins de temps à atteindre un consensus, ce qui accélère les transactions.

Par conséquent, la Blockchain privée est plus évolutive. Étant donné que seuls quelques nœuds peuvent valider les transactions dans une Blockchain privée, l'évolutivité est possible. Cela signifie que la Blockchain privée continuera à fonctionner à la même vitesse et efficacité qu'auparavant, quelle que soit la croissance du réseau. L'aspect de la prise de décision centralisée est crucial pour cette catégorie. L'utilisation de la Blockchain privée peut être adaptée à différents secteurs, notamment : i) la gestion efficace d'un vote interne à une organisation, ii) la gestion de la propriété des actifs qui peuvent suivis et vérifiées, iii) et, la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Dans la Blockchain du consortium, les transactions ne peuvent pas être validées par tout le monde (Guo & Liang, 2016 ; Xu et al., 2016). La validation des transactions est limitée à quelques membres clés (Zheng et al., 2016). A l'instar des Blockchains privées, le réseau est centralisé, avec un point de dysfonctionnement en cas de piratage. Afin d'améliorer la vérifiabilité et la sécurité, les Blockchains de consortium utilisent un degré plus élevé de cryptographie. Le contrôle d'une Blockchain de consortium est exercé par un groupe d'utilisateurs approuvés plutôt qu'une autorité centrale.

Partant d'une source centralisée, la technologie de Blockchain de consortium permet un contrôle beaucoup plus important de quelques nœuds spécifiques. Elle offre ainsi, la transparence, la confidentialité et l'efficacité d'une Blockchain privée sans qu'une organisation ou une partie ait le pouvoir de la consolider.

Grâce à leur meilleure évolutivité, les Blockchains de consortium permettent une meilleure personnalisation et un meilleur contrôle des ressources et des accès, ce qui permet un meilleur fonctionnement des structures de gouvernance. En raison de ces avantages, elle est plus efficace que les réseaux de Blockchains publiques. Par conséquent, ce type de Blockchain peut s'avérer pertinent lorsqu'il est utilisé pour les paiements et les services bancaires. Différentes banques auraient la possibilité de former un consortium pour déterminer les nœuds utilisés pour valider les transactions. Un modèle similaire peut être créé par des organismes de recherche, tout comme par des organisations qui souhaitent suivre la traçabilité et fiabiliser l'origine des matières premières utilisés dans les chaînes d'approvisionnement, et particulièrement pour les applications alimentaires et médicales.

Le tableau ci-après, synthétise les différences entre les trois classifications retenues.

Table 1. Classifications générales de la technologie Blockchain (Publique, Consortium et Privée)

Propriété	Blockchain Publique	Blockchain de Consortium	Blockchain Privée
Degré de centralisation	Décentralisé	Multi-centralisé	Décentralisé
Participants	Tout le monde peut librement participer et quitter	Groupe spécifique de personnes qui acceptent de conclure une alliance	Le contrôleur central décide des membres qui peuvent participer
Mécanisme	Preuve de travail	Approbation collective	Auto-approbation
Teneur de livres	Tous les participants	Les participants décident lors de la négociation	Autodétermination
Mécanisme d'incitation	Nécessaire	Optionnel	Non nécessaire
Avantage prépondérant	Auto-établi	Efficacité et optimisation des coûts	Transparence et traçabilité
Scénario d'application typique	Bitcoin	Compensation	Audits
Capacité de charge	3-20 fois / seconde	1000-10000 fois par seconde	-
Processus de consensus	Sans autorisation	Autorisé	Autorisé
Efficacité	Faible	Elevé	Elevé

Source : Traduit par l'auteur à partir de Guo & Liang, 2016 ; Zheng et al., 2016 ; Xu et al., 2016 ; Poon & Dryja, 2016

3. Expériences de la Technologie *Blockchain* de quelques économies et impacts sur les systèmes de paiement

3.1 Une technologie qui devient progressivement incontournable

Le secteur des paiements dans le monde est en constante évolution et prend de l'ampleur en volume. Ce type d'évolution est rythmé par un calendrier précis et imposé. En parallèle de ces évolutions réglementaires parfois subies, les établissements financiers ont dû amorcer de grandes mutations de leur systèmes informatiques pour rester compétitifs face aux transformations du marché.

Plusieurs acteurs de l'industrie financière ont participé au bouleversement du paysage des paiements. Banques, sociétés de services et éditeurs ont travaillé ensemble vers de nouvelles trajectoires technologiques telles que la migration EBICS1 (Electronic Banking Internet Communication Standard)

¹ Un nouveau protocole de communication bancaire standardisé et sécurisé permettant l'échange de fichiers entre des clients et des établissements bancaires. Depuis le 1er Janvier 2017, les banques n'acceptent plus les confirmations de paiement par

et le passage au SEPA2 (Single Euro Payments Area). Les moyens de paiement dématérialisés et sans contact ont gagné du terrain. La migration ISO 200223 et la DSP24 sont d'actualité.

Les transformations impliquent principalement la mise en place de projets réglementaires. En parallèle, la Blockchain gagne en popularité. Ils doivent également s'adapter et repenser leur modèle en raison de l'arrivée de nouveaux entrants Fintech et TechFin ainsi que de la demande des clients de services ouverts, partagés et instantanés.

Le secteur financier enregistre une volonté notable pour transformer les contraintes en opportunités que la technologie de la Blockchain rend désormais possible.

3.2 L'expérience de quelques économies avancées : application aux systèmes de paiement

Le premier exemple d'utilisation de la Blockchain à l'échelle internationale a été le bitcoin. Pendant les dernières décennies, cette cryptomonnaie, créée par Satoshi Nakamoto⁵ en 2008, a connu une augmentation significative.

Certes la Blockchain est considérée comme une technologie sous-jacente à la Bitcoin, mais de nombreuses autres applications peuvent être envisagées afin de bénéficier du fort potentiel de cette technologie prometteuse. La transformation digitale que nous vivons ne concerne pas uniquement le monde financier, elle touche surtout les problématiques de la sécurité ou plus concrètement l'accès sécurisé d'un certain nombre de prestations comme les échanges et les transactions entre humains. C'est à ce niveau que la Blockchain trouve sa place dans ce monde digitalisé étant donné qu'elle assure la décentralisation de la gestion de la sécurité ce qui réduit le risque de la falsification de toute opération effectuée car son intégration est chronologique, indélébile et infalsifiable.

A son début, le gouvernement chinois était encore sceptique à l'égard de la technologie Blockchain, pour encourager officiellement l'utilisation des Blockchains dans les institutions et les industries chinoises et aurait le deuxième plus grand nombre d'entreprises Blockchain au monde après les États-Unis.

Le National Standardization Committee (NSC), le Ministère de l'industrie et l'information technologique (MIIT - Ministry of Industry and Information Technology), et le Chinese Blockchain Technology and Industrial Development Forum ont co-produit un Livre Blanc intitulé *The Blockchain Technology and*

fax. Le nouveau protocole EBICS TS (Transport et Signature) garanti ainsi une norme commune pour toutes les banques et clients avec un protocole de sécurité élevé.

² Projet initié en 2002 par les établissements bancaires pour rendre les paiements entre pays européens aussi faciles et aussi sûrs que les paiements nationaux, grâce à la mise en place de trois moyens de paiements européens : virement, prélèvement et paiement par carte. (Lien accessible : <https://www.economie.gouv.fr/cedef/espace-unique-de-paiement-en-euros-sepa>).

³ Un standard international basé sur les messages XML (extensible markup langage) utilisé pour les échanges de données financières (paiements, prélèvements...) entre les entreprises et les banques, et aussi entre les institutions financières.

⁴ La directive sur les services de paiement (DSP2) a pour objectif de favoriser l'innovation, la concurrence et l'efficacité. Elle instaure notamment des normes de sécurité plus strictes pour les paiements en ligne. Et cela afin de renforcer la confiance des consommateurs dans les achats en ligne.

⁵ Concepteur de la première base de données construite avec une chaîne de blocs ou blockchain. Il est également le premier à résoudre le problème de la double dépense pour une monnaie numérique en utilisant un réseau pair-à-pair.

Application Development en date du 18 octobre 2016. Ce Livre Blanc explique les utilisations potentielles de cette technologie, en particulier dans l'industrie financière, domaine de prédilection de la Chine, mais aussi dans des domaines tels que les chaînes de production, la fabrication intelligente ou l'éducation.

La première conférence d'envergure a été organisée en octobre 2016 à Changsha dans la province de Hunan. Elle a enregistré la participation de plusieurs représentants du gouvernement et de l'industrie chinoise, notamment de l'industrie financière, ont été invités par le MIIT.

La publication du Livre Blanc et la First World Blockchain Conference témoignent de l'intérêt et de la priorité porté par le gouvernement chinois à cette technologie, de sorte à l'intégrer parmi les plans quinquennaux du gouvernement avec l'Intelligence Artificielle, le Cloud Computing et le Big Data.

Plusieurs alliances entre des institutions et des entreprises chinoises sont nées en 2016 dans le but d'explorer ensemble les applications potentielles de la Blockchain. En septembre 2016, plus de 20 partenaires chinois opérant dans différents secteurs d'activité (la finance, la logistique, la sécurité et la santé) ont donné naissance à la Shanghai Blockchain Enterprise Development Alliance.

La création de la China Ledger Union à Pékin en avril 2016 et du Financial Blockchain Shenzhen Consortium, créé lors d'un événement à Shenzhen le 31 mai 2016, ont suivi cette alliance.

Comme pour la plupart des secteurs scientifiques, Pékin et Shanghai sont les plus grands centres de développement de la technologie Blockchain en Chine. Cependant, la Chine a fait également de la ville de Hangzhou dans la province du Zhejiang un lieu de choix en Chine pour ce domaine. D'autres événements phares en suivis, notamment au regard de l'organisation en 2017 du Global Blockchain Financial Summit. Une autre annonce du gouvernement a porté sur la construction du premier parc industriel spécialisé dans la Blockchain proposé avec des politiques attractives et promesses fiscales (sous forme de déductions de taxes et de subventions).

Même si le gouvernement chinois et les entreprises considèrent la Blockchain comme une technologie très jeune, elle n'a pas encore fait ses preuves. Le manque de standardisation de cette technologie est souligné dans le Livre Blanc du MIIT publié en octobre 2016. Il est également possible de se poser la question de savoir si le mode de décentralisation qui caractérise la Blockchain peut réellement être compatible avec les pratiques chinoises qui sont souvent très centralisées en Chine.

En France, l'une des banques les plus actives dans ce domaine est la Société Générale, avec la mise en place de projets tels que (We Trade), première plateforme Blockchain dédiée au financement du commerce international qui permet de réduire considérablement le temps de traitement des services tout en disposant d'une excellente qualité. Par ailleurs, Komgo SA propose en ayant recours à la technologie Blockchain de digitaliser le financement du commerce de matières premières.

Aux États-Unis, plusieurs banques s'intéressent de près à cette technologie bouleversante comme Goldman Sachs, JP Morgan et Bank of America Merrill Lynch, qui ont aussi investi lourdement dans cette technologie, notamment Goldman Sachs qui met à disposition sur son site internet une page expliquant clairement les avantages de la technologie Blockchain : « un moyen simple et sécurisé d'établir la confiance, pour pratiquement tout type de transaction, contribuant à simplifier le mouvement d'argent, de produits ou d'informations sensibles dans le monde entier ». JPMorgan s'est, en plus, associée avec 3827 autres banques pour lancer une initiative connue sous le nom d'Interbank Information Network (IIN). Ce projet a pour objectif de minimiser les frictions dans le processus de paiement transfrontalier afin de permettre au bénéficiaire de recevoir son paiement en toute sécurité, le plus rapidement possible, avec moins d'étapes et aussi pour relever les défis de longue date du partage d'informations interbancaires.

La China CITIC Bank (l'un des principaux prêteurs du pays), la China Minsheng Bank (spécialisée dans le financement des petites et moyennes entreprises) et la Bank of China (l'une des quatre grandes banques commerciales d'État chinoises) ont conclu un accord avec la Banque centrale chinoise⁶ afin de proposer une solution financière d'affacturage (cession de créances par l'intermédiaire de tiers) à des délais et tarifs réduits.

3.3 Etat des lieux et perspectives de développement de la *Blockchain* au Maroc : Le cas des banques

Au début des années 2000, la place marocaine a développé des infrastructures de marché de paiement qui facilitent le traitement des opérations de compensation et de règlement. Ces infrastructures incluent la numérisation du traitement des chèques, l'amélioration des délais de paiement par virement et la compensation place réglée au niveau d'un système de paiement central, le Système des Règlements Brut du Maroc, qui est supervisé et géré par la Banque Centrale⁷.

En 2006, La Banque Centrale⁸ a standardisé la formule du chèque. Cela a permis de prendre en compte les nouvelles exigences concernant la scannérisation et l'échange d'images de chèques. De nouvelles spécifications techniques ont également été ajoutées pour s'assurer que les images des chèques scannés sont de haute qualité, telles que la qualité du papier chèque, les motifs, les trames de fond et les teintes de couleur. Il a également été demandé aux établissements de crédit de mettre en place les mesures de sécurité nécessaires pour prévenir la contrefaçon des chèques.

En 2007, la lettre de change a également été normalisée et les règles de sa codification ont été précisées, une étape préalable à la dématérialisation de l'échange de lettres de change via le Système Interbancaire

⁶ China National Clearing Center (CNCC).

⁷ A noter que tous les systèmes de paiement demeurent soumis à la supervision de Bank Al Mahrib.

⁸ Banque centrale du Maroc, créée par dahir le 30 juin 1959. Publié au bulletin officiel n° 2436 du 03/07/1959

Marocain de Télé-compensation (SIMT9). A l'exclusion des transactions sur cartes bancaires, ce système a permis le traitement automatisé des instruments de masse relatifs à l'ensemble des moyens de paiement scripturaux.

Bank Al-Maghrib a continué à travailler à mettre en conformité les systèmes monétiques des établissements bancaires avec les normes internationales dans le domaine de la monétique.

Avant 2016, le chèque représentait le moyen de paiement le plus couramment utilisé au Maroc, avec 28,5 millions d'opérations pour une valeur de près de 976 milliards de dirhams, soit 43% du nombre des échanges effectués et 59% du volume des échanges interbancaires. Suivie d'une décélération de l'utilisation du chèque au cours des cinq dernières années. Le chèque s'est vu perdre des positions en termes d'échanges au détriment de l'utilisation des virements et des cartes bancaires. Depuis 2016, le virement bancaire a connu une évolution considérable qui s'est manifestée depuis 2018 par le dépassement des échanges par virement en valeur et volume ceux réalisés par chèque. Dès lors, le virement bancaire étant le principal moyen de paiement dans les échanges scripturaux.

Au fil des années, des règles progressives ont été mises en place par la Banque centrale pour une intégration continue des moyens de paiement dans le système de télécompensation électronique.

En référence au rapport sur l'activité monétaire au titre de l'exercice 2021, le Centre monétique interbancaire¹⁰ (CMI) note une progression notable et continue des transactions par carte bancaire (TPE et paiement en ligne) ayant enregistré une hausse de 15,3% au premier trimestre 2021 et de 11,7% à 8,98 milliards de dirhams. Les Marocains ont commencé à utiliser la carte bancaire nationale comme principale alternative au paiement en espèces (près en moyenne du tiers des marocains utilisent mensuellement une carte bancaire). En ce qui concerne le paiement par chèque, seuls 8 % l'utilisent, soit 4 % par mois. Les paiements en ligne et à travers les terminaux de paiement électroniques (TPE) ont augmenté respectivement de 29% et 45%.

Le paiement mobile (également connu sous le nom de M-Wallet) a commencé à se faire une place timide dans le comportement des consommateurs en 2021. En 2021, 19 produits M-Wallets sont disponibles, dont 13 sont émis par des établissements de paiement au Maroc. Selon le rapport de la banque centrale, l'encours total des M-Wallets émis par les institutions a augmenté de plus de 102% en 2021, passant de 3,1 millions à fin 2020 à 6,3 millions à fin 2021.

Les M-Wallets émis par l'établissement de paiement demeurent majoritaire et représentent près de 75% de l'encours total des M-Wallets, soit près de 4,8 millions de dirhams à fin 2021 contre 2,1 millions de

⁹ Il s'agit d'une infrastructure de marché qui s'est substituée au système d'échange physique des moyens de paiement scripturaux par le canal des chambres de compensation.

¹⁰ Organisation marocaine responsable du traitement des transactions financières et de la gestion des paiements au niveau national.

dirhams en 2020. Par ailleurs, la Banque Centrale a noté une nette progression du stock des M-Wallets porté principalement par les établissements de paiement à l'égard des établissements bancaires.

Au Maroc, comme dans de nombreux autres pays, le moyen de paiement le plus courant est encore l'argent liquide. Selon une étude publiée en 2022 par la plateforme de recherche britannique Merchant Machine sur l'utilisation des paiements en espèces au Maroc¹¹.

Enfin, le virement bancaire instantané s'est vu intégrer à l'offre bancaire depuis août 2023. Ce système de virement bancaire instantané modernise le système de compensation nationale et permettrait de réduire le temps d'un virement ou d'un paiement actuel de près de 2 jours (jours de banque) à quelques secondes. Il permettra également aux établissements de crédit d'offrir aux clients de nouveaux services bancaires.

3.4 Adaptabilité de l'utilisation de la technologie Blockchain pour les systèmes de paiements au contexte Marocain

La Blockchain est devenue un atout et un facteur de compétitivité pour bon nombre des secteurs d'activité économique et financière. En Afrique, à titre d'exemple, la technologie de la Blockchain, de par ses multiples atouts, peut servir à une meilleure mise en œuvre de la zone de libre-échange continentale africaine (ZLECAf) car elle est en mesure de booster le commerce transfrontalier, en simplifiant les procédures douanières, et d'améliorer le financement des chaînes d'approvisionnement. A défaut, d'une monnaie d'échange dédiée pour le continent, les cryptomonnaies représentent des alternatives intéressantes et des moyens de paiement universels pour tous les acteurs. Par conséquent, ces éléments ont été opportuns à la résurgence de l'idée d'instaurer une monnaie digitale de la banque centrale du Maroc fonctionnant sur le protocole de la Blockchain. Ceci entraînera une mutation profonde pour accompagner ces changements économiques et géostratégiques. La technologie de la Blockchain et ses applications au sein du système bancaire marocain est l'un des défis majeurs à relever par nos banques dans les années à venir.

Afin d'améliorer les connaissances sur l'état des lieux de l'utilisation de la Blockchain par le système bancaire marocain et de dresser une étude prospective, dans le but d'éclaircir l'avenir de la Blockchain au sein de la banque marocaine et d'élaborer quelques clés de succès qui permettraient de viser la banque du futur, nous avons mené une étude de terrain effectuée sur le secteur bancaire marocain. Mais étant donné que la Blockchain est une technologie émergente, nous avons ciblé les banques marocaines

¹¹ Cette étude précise que 74% des paiements au Maroc se font en espèces, 71% de la population n'ayant pas son propre compte bancaire et seulement 2% possédant une carte de crédit, ce qui indique que la majorité des citoyens marocains dépendent toujours de l'argent liquide pour effectuer leurs transactions.

digitalisées le plus sur le marché qui, selon une étude menée par l'agence D-rating¹², sont CFG Bank¹³, Al Barid Bank¹⁴ et CIH Bank¹⁵.

3.4.1 État des lieux de la Blockchain et ses applications dans les institutions bancaires marocaines

En se référant aux entretiens semi-directifs, il a été constaté que toutes les banques interrogées disposent d'un service de technologie, d'innovation et de transformation tout en assurant que c'est un service qui joue un rôle primordial au niveau du développement de la banque. Pour le taux d'automatisation des opérations dans les banques, il s'est avéré élevé dans la mesure où les banques connaissent une forte digitalisation avec la crise sanitaire de la Covid 19 (Benbachir. H., Med. Yassine ELH., 2023).

D'un côté, nous avons retenu que tous les répondants sont conscients que l'utilisation de la Blockchain est une source de performance dans la mesure où elle permet des avantages énormes aux services bancaires comme la réduction du risque de la fraude dans le financement de l'e-commerce, la rapidité d'exécution des transactions avec un moindre cout ainsi que la fiabilité et la précision dans le travail, ce qui permet d'améliorer le niveau de satisfaction de la clientèle. D'un autre côté, les banquiers interviewés ont confirmé qu'il y a des années, la Blockchain a été liée juste au bitcoin et la cryptomonnaie or, celle-ci est avant tout un outil sécurisé qui garantit la pérennité des opérations ainsi que la sécurité des données.

S'agissant de la désintermédiation financière, que permettrait la Blockchain, les répondants ont confirmé que la banque commerciale trouve toujours sa place au sein de la vie quotidienne du marocain. Certes, les gens ne se déplacent plus comme avant, pour effectuer les opérations simples et courantes, mais la banque commerciale a d'autres missions pour lesquelles le client se déplace encore pour avoir le service désiré vu que nous sommes un peuple qui fait plus confiance au contact humain.

Pour conclure, la Blockchain est une technologie puissante qui peut aider le secteur bancaire marocain à remplir pleinement son rôle dans l'économie nationale de manière efficace. Cette technologie fournira une capacité technique suffisante pour faire de la banque marocaine une banque innovante, digitalisée et adaptée aux dernières technologies. Toutefois cette conscience n'est pas généralisée sur les banques interrogées pour plusieurs raisons : La taille de la banque, les stratégies adoptées, la culture des dirigeants, etc.

¹² En tant que pionnier et leader européen de la notation numérique de la performance.

¹³ Banque marocaine fondée en 1992. Première banque d'affaires du Maroc, elle devient en 2015 une banque universelle qui offre des services au grand public et s'introduit en bourse en décembre 2023.

¹⁴ Banque postale marocaine basée à Casablanca née en 2010 de la transformation des services financiers de Poste Maroc Al Barid Bank possède un réseau de près de deux mille agences avec mille guichets automatiques, relayées par une flotte de plus de vingt agences mobiles

¹⁵ Le Crédit Immobilier et Hôtelier ou CIH Bank, plus souvent appelé CIH est une banque marocaine. Historiquement active dans le secteur de l'immobilier, elle propose désormais des services bancaires variés.

3.4.1.1 Système bancaire marocain et perspectives de développement de la Blockchain

L'ample potentiel de la Blockchain ouvre des perspectives intéressantes pour les acteurs de l'industrie financière et spécialement les établissements de crédit. (Benbachir. H., Med. Yassine ELH., 2023). Ils considèrent la Blockchain comme un outil hautement sécurisé de la nouvelle finance permettant, entre autres, de combattre plusieurs problèmes auxquels le secteur bancaire est confronté tels que la bureaucratie (lourdeur et lenteur), le système de paiement, généralement complexe, les coûts élevés des transactions et les transferts transfrontaliers moins rapides et moins fluides. Elle permettrait, dans ce sens d'inciter l'innovation financière vers les Smart Contrats (le contrat sera honoré avec zéro possibilité de fraude, de mauvaise foi ou d'interférence avec une tierce partie) (Benbachir. H., Med. Yassine ELH., 2023).

Si la Blockchain offre la promesse de réduction des coûts, de la complexité et d'amélioration de l'efficacité bancaire, elle va permettre, certainement, une croissance des gains grâce à des services de qualité supérieure entraînant, par-là même, une performance de la firme bancaire. Une telle mission ne pourrait réussir sans la prise en compte de certains éléments décisifs :

- Mettre en place la technologie de la Blockchain n'est pas du tout un effet de mode mais plutôt un projet qui doit créer de la valeur pour la banque marocaine.
- La technologie, en tant que telle, n'améliore pas la performance de la banque. Ce sont les modes de son utilisation qui créent la différence. En effet, elle pourrait contribuer au développement de la banque, chose qui ne peut être réalisée sans l'appropriation de cette technologie pour réaliser les objectifs visés.
- Le domaine de la Blockchain enregistre des évolutions permanentes, la recherche joue un rôle très important pour son déploiement afin de créer de nouveaux services et de nouvelles solutions aux défis techniques. A cet effet, le personnel bancaire doit bénéficier d'une formation solide dans ce domaine.
- La mise en place d'un groupe de projet qui veillera à dessiner la feuille de route digitale pour la Blockchain afin de bénéficier amplement des avantages de cette technologie.
- Utilisation de la Blockchain dans la banque doit se faire dans une logique de performance organisationnelle adaptée à certaines opérations, notamment, les opérations d'authentications des actes et les signatures de contrats.

3.4.1.2 Principaux impacts de la Blockchain dans le secteur bancaire

L'ère de la « digitalisation » des activités financières s'inscrit en continuité dans l'industrie des services financiers, car les progrès technologiques ont toujours conduit ce secteur. Le secteur financier a été marqué par l'introduction des communications codées, des cartes bancaires, des guichets automatiques

et de la télématique bancaire. L'émergence d'un nouveau type d'acteurs bancaires et l'arrivée d'acteurs non bancaires a profondément bousculé l'industrie financière ces dernières années.

a. Création de la valeur grâce à la *Blockchain*

Le potentiel disruptif offert par la technologie Blockchain rend les Banques, en tant que structures de taille, hiérarchisées et centralisées avec des coûts d'intermédiation des services souvent élevés de profiter pleinement des solutions moins coûteuses offertes par la Blockchain (quelques centimes seulement sont prélevés sur chaque transaction) et plus rapide (entre 10 mn à 1h, contre parfois plusieurs jours pour les transferts à l'étranger) pour la réalisation des services financiers susceptibles à la désintermédiation.

Les banques peuvent utiliser la Blockchain pour réduire les coûts, protéger les paiements à distance, éviter les piratages et organiser leur business en combinant les principaux systèmes opérationnels, de gestion des risques et financiers en plateformes de données partagées. Les efforts des banques pour se rassembler démontrent clairement leur désir de prendre le contrôle de cette technologie en l'expérimentant en interne et en travaillant avec la concurrence.

b. Création de nouveaux modèles de valeur

L'introduction de la technologie de la Blockchain au milieu bancaire et systèmes de paiement permet aux acteurs bancaires d'innover afin d'améliorer leurs produits (nouvelles offres autour des paiements, du crédit et de l'épargne) et d'offrir de nouveaux services bancaires. Par ailleurs, l'analyse du Big Data permet aux institutions bancaires de mieux comprendre les besoins et attentes des consommateurs et d'offrir des services personnalisés.

c. Développement de l'open Banking

L'open Banking est une nouvelle révolution technologique permettant de mettre en lien les banques avec un large écosystème des services financiers pour partager des données collectées sur leurs clients (virements, opérations bancaires quotidiennes, etc...). Ce nouveau modèle bancaire permettra d'exploiter les produits et services proposés par l'ensemble des acteurs (banques traditionnelles, banques en ligne, Fintech ou néo-banques) dans une seule interface bancaire.

d. Apparition de nouveaux acteurs et services financiers

L'arrivée des néo-banques opérant avec un business model différent des banques classiques (notamment à l'égard de l'absence d'agences physiques) a bouleversé le secteur des services financiers. Ces banques en ligne offrent une large gamme de services et de tarifs bancaires adaptés à une clientèle cible. Certains maillons de la chaîne de valeur de la banque de détail ont vu l'arrivée d'acteurs non bancaires (sites de comparaison, compilateurs de services bancaires, acteurs spécialisés, GAFA) qui innovent et proposent

des services disruptifs au même titre que le paiement mobile, la gestion de l'épargne, et le financement participatif, etc.

Ces nouveaux services bancaires sont repensés et développés par les Fintech à l'affut d'opportunités dans la sphère bancaire et financière. Ainsi, les nouveaux entrants (FinTech, GAFA) cibleraient à se procurer de plus en plus des parts de marché des banques traditionnelles. Ils cibleraient à terme à s'approprier certains segments de marchés jusqu'ici exclusivement réservés aux banques traditionnelles (gestion des investissements, paiements, etc.).

3.5 Contraintes de la *Blockchain* pour l'industrie financière

La Blockchain va bien au-delà de son utilisation comme une simple technologie de registre distribué (DLT ou Distributed Ledger Technology). Les apports fonctionnels des Blockchains créent des contraintes difficilement supportables par l'infrastructure actuelle du marché bancaire.

Comme le soutiennent Iansiti et Lakhani (2017), la Blockchain publique reste une technologie prématurée et disruptive pour l'organisation actuelle. Elle présente des défis variés aussi bien monétaires, financiers, sécuritaires, économiques, gouvernementaux que techniques et juridiques.

3.5.1 Défis financiers et sécuritaires

Les crypto-monnaies sont classées comme des vecteurs de risque majeurs. Cela signifie que le cœur de la Blockchain publique basée sur l'émission de crypto-monnaies met en péril le marché financier pour deux raisons principales. La première raison est liée au risque de perte financière en cas de défaillance et/ou de piratage des investisseurs. La deuxième raison est liée à la propriété anonyme des crypto-monnaies (au niveau d'émission, de stockage et de transfert) favorise les activités de blanchiment des capitaux, le financement du terrorisme et les activités illicites. Afin de prévenir un risque d'instabilité financière et sécuritaire, plusieurs banques centrales ont alerté les banques commerciales sur les risques associés aux dépôts, aux prêts ainsi qu'à la commercialisation des produits financiers (titres, contrats) en crypto-monnaies. Ceci a poussé les banques commerciales à développer des solutions alternatives au même titre que des monnaies électroniques stables pour éviter les risques liés aux crypto-monnaies.

3.5.2 Défis économiques et de gouvernance

Selon l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR), les idées ouvertes liées à la Blockchain présentent des défis économiques pour l'infrastructure bancaire. Selon Catalini et Gans (2017), les fondements de la Blockchain publique s'opposent directement au cœur de la finance intermédiée centralisée qui est fondée sur la responsabilité des acteurs, l'indépendance des fonctions, la confidentialité des activités et la reconnaissance juridique des opérations.

Yermack (2017) démontre que le pouvoir relatif des parties prenantes qui interagissent dans la gouvernance d'entreprise est profondément modifié par les propriétés de la Blockchain publique. L'idée d'ouvrir le réseau bancaire à de nouveaux concurrents pour valider les transactions s'oppose au principe du secret bancaire et pourrait mettre en péril la confidentialité des informations financières.

3.5.3 Défis monétaires

La Banque de France (BdF) a exprimé une critique envers les crypto-monnaies qu'elle qualifie de cryptoactifs ne remplissant pas les fonctions d'une monnaie légale. Différents arguments ont été avancés dans ce sens, notamment :

Une volatilité des crypto-monnaies sur le plan monétaire, ne permet pas d'en faire des moyens de paiement ;

Les plateformes dédiées ne proposent aucune garantie de remboursement en cas de piratage des portefeuilles électroniques stockés sur ces plateformes. Dans ce cas, la détention des crypto-monnaies est exposée à des cyber-risques majeurs.

Enfin, ils sont qualifiés d'actifs spéculatifs au regard de l'absence de liens avec un sous-jacent réel stable.

3.5.4 Défis techniques et externalités environnementales

Gramoli et Staples (2018) ont démontré qu'une analyse minutieuse des références croisées avec d'autres informations stockées sur le réseau pourrait permettre d'identifier certains utilisateurs, en contradiction avec la perspective du comité technique ISO/TC 307, qui considère le Bitcoin comme un système de paiement électronique parfaitement anonyme.

Pour Reid et Harrigan (2013), les mineurs peuvent également trouver des informations privées sur les utilisateurs à partir de leur adresse IP d'origine. Ces effets contredisent l'idée que les utilisateurs peuvent être identifiés uniquement par leurs pseudonymes et mettent en cause la garantie absolue de l'anonymat.

Selon Pavel (2017), les protocoles de consensus en particulier le Bitcoin souffrent de la possibilité de passer à grande échelle et d'un temps de latence (au titre du temps de propagation d'un bloc des transactions à l'ensemble du réseau) par rapport aux systèmes de paiement mondiaux déployés par carte comme PayPal, Visa ou MasterCard.

Les opérations de minage de crypto-monnaies et l'augmentation du nombre de mineurs sur le réseau entraînent une consommation d'électricité annuelle de 46.5 TWh par an. L'impact de cette consommation énergétique (x7 supérieure à la production moyenne d'un réacteur nucléaire) est extrêmement préjudiciable à l'environnement.

3.5.5 Défis juridiques

La CNIL a mentionné dans ses premières analyses que la Blockchain publique est non-compatible avec le RGPD. De Filippi et Raymond (2016), la CNIL insiste aussi sur différentes exigences de conformité comme l'identification d'un responsable du traitement, le droit à la rectification, le droit à l'oubli ou à l'effacement des données. Notons que ces aspects sont par nature en contradiction frontale avec la Blockchain publique. Enfin, il paraît difficile d'appliquer sur un protocole décentralisé et fonctionnant sous pseudonyme des codes juridiques taillées pour des institutions centralisées (Bonneau et Renard, 2017).

Par ailleurs, la Banque de France et l'ACPR ont décidé d'imposer un statut de prestataires de services en crypto-monnaies aux plateformes convertissant des bitcoins en monnaie légale en raison de la réalisation de transactions sous une couverture anonyme, de la possibilité d'insertion de données illégales et de l'exercice d'activités frauduleuses ou criminelles.

4. Conclusion

La Blockchain est très appréciée et approuvée pour son infrastructure décentralisée et sa nature pair-à-pair. Cependant, de nombreuses recherches sur la Blockchain sont sous l'ombre du bitcoin. Or, la Blockchain pourrait être appliquée à toute une série de domaines, bien au-delà du bitcoin. La Blockchain a montré son potentiel de transformation de l'industrie traditionnelle grâce à ses caractéristiques clés : décentralisation, persistance, anonymat et auditabilité.

En ce qui est des perspectives de cette revue de littérature, cette étude envisage une approche méthodologique rigoureuse au sein du domaine de la recherche scientifique. La composante empirique prendra la forme d'une étude de recherche séquentielle explicative, fusionnant les méthodes qualitatives et quantitatives selon une approche mixte. La portion qualitative sera réalisée à travers des études de cas, avec un échantillon d'entreprises sélectionnées respectant les règles de saturation en termes de volume de transactions de paiements traitées.

Quant à la partie quantitative, elle proposera la construction d'un modèle de régression visant à examiner l'impact des variables indépendantes telles que la sécurité, la traçabilité, et le coût des transactions sur la performance d'un système de paiement. Cette approche permettra d'expliquer la transition d'un système de paiement conventionnel à un système de paiement de type réseau Blockchain. Les expériences des entreprises dotées de cas d'utilisation développés serviront de fondement pour la transposition et la généralisation des conclusions dans le contexte financier marocain.

Il convient de souligner que ce travail de recherche revêt une importance particulière pour le paysage financier marocain, tant pour les praticiens, les chercheurs que pour les prestataires de services de paiement. En effet, il offre des perspectives enrichissantes qui contribueront à éclairer les acteurs clés sur les implications et les avantages potentiels liés à l'adoption de systèmes de paiement basés sur la technologie Blockchain dans le contexte financier du Maroc.

Bibliographic

- [1] Abramova, S., and Böhme, R. (2016). Perceived Benefit and Risk as Multidimensional Determinants of Bitcoin Use: A Quantitative Exploratory Study. The 37th International Conference on Information Systems, pp. 1-20.
- [2] Andrychowicz, M., Dziembowski, S., Malinowski, D. and Mazurek, L. (2015). On the Malleability of Bitcoin Transactions. Financial Cryptography and Data Security, Berlin Heidelberg: Springer, pp. 1-18.
- [3] Avinash Kaur, Anand Nayyar, Parminder Singh. (2020). Blockchain: a path to the future. p.18. A part the book: Cryptocurrencies and Blockchain Technology Applications. Book Editor(s): Gulshan Shrivastava, Dac-Nhuong Le, Kavita Sharma
- [4] Barber, S., Boyen, X., Shi, E. and Uzun, E. (2012). Bitter to Better - How to Make Bitcoin a Better Currency. Financial Cryptography and Data Security. Berlin Heidelberg: Springer. 2012, pp. 399-414.
- [5] Barrett, M., Oborn, E. and Orlikowski, W. J. (2016). Creating value in online communities: The socio-material configuring of strategy, platform, and stakeholder engagement. Information Systems Research 27(4), 704-723.
- [6] Beaudemoulin, N., Warzée, D. & Bedoin, T. (2017). “Les enjeux de la Blockchain pour la Banque de France et l’Autorité de Contrôle prudentiel et de Résolution (ACPR)”. Annales des Mines Réalités industrielles, Vol. 3, p. 29-33.
- [7] Beck, R., Czepluch, J.S., Lollike, N. and Malone, S. (2016). Blockchain - the Gateway to Trust-free Cryptographic Transactions. Twenty-Fourth European Conference on Information Systems (ECIS). 2016, pp. 1-14.
- [8] Beck, R., Müller-Bloch, C. and King, J.L. (2018). Governance in the Blockchain Economy: A Framework and Research Agenda. Journal of the Association for Information Systems 19 (10): 1020-1034. <https://doi.org/10.17705/1jais.00518>.
- [9] Becker, J., Breuker, D., Heide, T., Holler, J., Rauer, H.P. and Böhme, R. (2013). Can we Afford Integrity by Proof-of-work? Scenarios Inspired by the Bitcoin Currency. The Economics of Information Security and Privacy. Berlin Heidelberg: Springer. 2013, pp. 135-156.
- [10] Ben Sasson, E., Chiesa, A., Garman, C., Green, M., Miers, I., Tromer, E. and Virza, M. (2014). Zero Cash: Decentralized Anonymous Payments from Bitcoin. IEEE Symposium on Security and Privacy. San Jose, CA. 2014, pp. 459-474.
- [11] Böhme, R., Christin, N., Edelman, B. and Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, and Governance. Journal of Economic Perspectives 29(2): 213-238.
- [12] Bonneau, J., Miller, A., Clark, J., Narayanan, A., Kroll, J.A. and Felten, E.W. (2015). Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies. IEEE Symposium on Security and Privacy. 2015, pp. 104-121.
- [13] Bradberry, D. (2015). Blocks, Engineering and Technology Magazine. Accessed on July 16, 2017, available at: www.EandTmagazine.com.
- [14] Budman, M., Hurley, B., Khan, A. and Gangopadhyay, N. (2019). Deloitte’s Blockchain Global Survey. Deloitte Insights. Available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf.
- [15] Cai, Y. and Zhu, D. (2016). Fraud Detections for Online Businesses: A Perspective from Blockchain Technology. Financial Innovation 2(20): 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0039-4>.
- [16] Campbell, C. (2023). What are the 4 different types of blockchain technology? . Récupéré sur www.techtarget.com:<https://www.techtarget.com/searchcio/feature/What-are-the-4-different-types-of-blockchain-technology>
- [17] Casino, F., Dasaklisb, T.K. and Patsakisa, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. Telematics and Informatics 36, 55-81.
- [18] Catalini, C., Gans, J., (2017): “Some Simple Economics of the Blockchain.” Rotman School of Management, Working Paper, No. 2874598; MIT Sloan Research Paper No. 5191-16.

- [19] Chapron, G. (2017). The environment needs crypt-governance. *Nature* 545, 403-405.
- [20] Christopher, C.M. (2014). Whack-a-Mole: Why Prosecuting Digital Currency Exchanges Won't Stop Online Laundering. *Lewis & Clark Law Review* 18(1): 1-36
- [21] Ciriello, R.F., Beck, R., and Thatcher, J. (2018). The paradoxical effects of blockchain technology on social networking practices. *The 39th International Conference on Information Systems*. San Francisco, pp. 1-19
- [22] Clemons E.K., Dewan, R.M., Kauffman, R.J. and Weber, T.A. (2017). Understanding the information-based transformation of strategy and society. *Journal of Management Information Systems* 34(2): 425-456.
- [23] Conti, M.E., Lal, C. and Ruj, S. (2018). A survey on security and privacy issues of bitcoin. *IEEE Communication. Surveys Tutorials* 1-1.
- [24] Crosby, M., Nachiappan, P., Pattanayak, S., Verma, S. and Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Innovation Review* 2, 6-19.
- [25] Decker, C. and Wattenhofer, R. (2013). Information Propagation in the Bitcoin Network. *The IEEE Thirteenth International Conference on Peer-to-Peer Computing*. Trento, Italy. DOI: 10.1109/P2P.2013.6688704.
- [26] Diego G. (2021). What is a Public Blockchain ? Fonctionnement et atouts de la blockchain. (2021, Nov 16).
- [27] Du, W., Pan, S.L., Dorothy E. Leidner, D.E. and Yinga, W. (2019). Affordances, experimentation and actualization of FinTech: A Blockchain implementation study. *Journal of Strategic Information Systems* 28, 50-65.
- [28] Eyal, I., Gencer, A.E., Sirer, E.G. and van Renesse, R. (2016). Bitcoin-NG: A Scalable Blockchain Protocol. *The 13th USENIX Symposium Networked Systems Design and Implementation*. 2016, pp. 45-59.
- [29] Garman, C., Green, M. and Miers, I. (2014). Decentralized Anonymous Credentials. *Network and Distributed System Security Symposium*, pp. 23-26.
- [30] Glaser, F. (2017). Pervasive decentralisation of digital infrastructures: A framework for blockchain enabled system and use case analysis. Paper presented at the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, Hawaii, USA.
- [31] Guo, Y. and Liang, C. (2016). Blockchain Application and Outlook in the Banking Industry. *Financial Innovation* 2(24): 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0034-9>.
- [32] Hileman, G. (2015). *The Bitcoin Market Potential Index*. *Financial Cryptography and Data Security*. Berlin Heidelberg: Springer. 2015, pp. 92-93.
- [33] Hughes, L., Yogesh, Y.K., Misra, S.K., Rana, N.P., Raghavan, V. and Akella, V. (2019). Blockchain Research, Practice and Policy: Applications, Benefits, Limitations, Emerging Research Themes and Research Agenda. *International Journal of Information Management* 49, 114-129.
- [34] Hull, R., Batra, V.S., Chen, Y.M., Deutsch, A., Heath, F.F.T. and Vianu, V. (2016). Towards a Shared Ledger Business Collaboration Language Based on Data-aware Processes," In: Sheng, Q. Z., Stroulia, E., Tata, S., Bhiri, S. (eds.) *ICSOC 2016*. LNCS, 9936, pp. 18-36. DOI:10.1007/978-3-319-46295-0_2.
- [35] Iansiti, M. and Lakhani, K.R. (2017). The truth about blockchain. *Harvard Business Review* 95(1): 118-127.
- [36] Iredale, G. (2021). What Are The Different Types of Blockchain Technology? [. Récupéré sur 101blockchains.com : <https://101blockchains.com/types-of-blockchain/>
- [37] JOUALI F. & BENTHAMI A. (2020) « Paysage des paiements au Maroc : Evolution et Perspectives », *Revue Française d'Economie et de Gestion* « Volume 1 : Numéro 5 » pp : 351 – 373.
- [38] Karafiloski, E. and Mishev, A. (2017). Blockchain Solutions for Big Data Challenges: A Literature Review. *The 17th International Conference on Smart Technologies (The IEEE EUROCON)*. pp. 763-768.
- [39] Khalilov, M.C.K. and Levi, A. (2018). A survey on anonymity and privacy in bitcoin-like digital cash systems. *IEEE Communication. Surveys Tutorials* 1– 1.

- [40] Khan, M.A. and Salah, K. (2017). IoT security: review, blockchain solutions, and open challenges. *Future Generation Computer Systems* 82, 395-411.
- [41] Kosba, A., Miller, A., Shi, E., Wen, Z. and Papamanthou, C. (2016). Hawk: The Blockchain Model of Cryptography and Privacy-preserving Smart Contracts. *The IEEE Symposium on Security and Privacy*. 2016, pp. 839-858.
- [42] Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives. *International Journal of Information Management* 39, 80- 89.
- [43] Liebenau, J. and Elaluf-Calderwood, S.M. (2016). Blockchain Innovation Beyond Bitcoin and Banking. SSRN. Available at: <https://ssrn.com/abstract=2749890>. Accessed on April 11, 2017.
- [44] Lindman, J., Rossi, M. and Tuunainen, V.K. (2017). Opportunities and Risks of Blockchain Technologies in Payments: A Research Agenda. *The 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2017, pp. 1533-1542.
- [45] Ines, S., Ubacht, J. and Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly* 34(4): 355–364.
- [46] Mai, F., Bai, Q., Shan, Z., Wang, X. and Chiang, R. (2015). The Impacts of Social Media on Bitcoin Performance. *Proceedings of the thirty sixth International Conference on Information Systems*, Fort Worth, TX.
- [47] Mainelli, M. and Smith, M. (2015). Sharing Ledgers for Sharing Economies: An Exploration of Mutual Distributed Ledgers (aka blockchain technology). *The Journal of Financial Perspectives* 3(3): 38-69.
- [48] Mattila, J. (2016). The Blockchain Phenomenon. In *Book: The Blockchain Phenomenon. Berkeley Roundtable of the International Economy*. Available at: <https://ideas.repec.org/p/rif/wpaper/38.html>.
- [49] Meng, W., Tischhauser, E.W., Wang, Q., Wang, Y. and Han, J. (2018). When intrusion detection meets blockchain technology: A review. *IEEE Access*, pp. 10179–10188.
- [50] Milic, I. (2019). Blockchain statistics and facts that will make you think: The dawn of hyper capitalism. Available at: <https://fortunly.com/statistics/blockchain-statistics/#gref>.
- [51] Möser, M. and Böhme, R. (2015). Trends, Tips, Tolls: A Longitudinal Study of Bitcoin Transaction Fees. *Financial Cryptography and Data Security, the 2nd Workshop on Bitcoin Research*. M. Brenner, N. Christin, B. Johnson, and K. Rohloff (eds.), *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin Heidelberg: Springer, 8976, 19-33.
- [52] Mukhopadhyay, U., Skjellum, A., Hambolu, O., Oakley, J., Yu, L. and Brooks, R. (2016). A brief survey of cryptocurrency systems. *The 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust*, IEEE, pp. 745-752.
- [53] Nærland, K., Müller-Bloch, C., Beck, R. and Palmund, S. (2017). Blockchain to rule the waves: Nascent design principles for reducing risk and uncertainty in decentralized environments. *The 38th International Conference on Information Systems*, Seoul, South Korea, pp. 1-16.
- [54] Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Available at: <http://www.bitcoin.org>. Accessed on April 11, 2017.
- [55] Peters, G.W. and Panayi, E. (2015). Understanding Modern Banking Ledgers through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money, *Social Science Research Network*.
- [56] Pilkington, M. (2015). *Blockchain Technology: Principles and Applications*. *Research Handbook on Digital Transformations*, edited by F. Xavier Ollerros and Majlinda Zhegu. Edward Elgar.
- [57] Queiroza, M.M. and Wamba, S.F. (2019). Blockchain Adoption Challenges in Supply Chain: An Empirical Investigation of the Main Drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management* 46, 70-82.
- [58] Sankar, L.S., Sindhu, M. and Sethumadhavan, M. (2017). Survey of Consensus Protocols on Blockchain Applications. *International Conference on Advanced Computing and Communication Systems*. 2017, pp. 1-5.

- [59] Seebacher, S. and Schüritz, R. (2017). Blockchain Technology as an Enabler of Service Systems: A Structured Literature Review. The 8th International Conference on Exploring Service Science. 2017, pp. 12-23.
- [60] Stokes, R. (2012). Virtual Money Laundering: The Case of Bitcoin and the Linden Dollar. *Information and Communications Technology Law* 21(3): 221- 236.
- [61] Sun, J., Yan, J. and Zhang, K.Z.K. (2016). Blockchain-based Sharing Services: What Blockchain Technology can Contribute to Smart Cities. *Financial Innovation* 2(26): 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0040-y>.
- [62] Tama, B.A., Kweka, B.J., Park, Y. and Rhee, K.H. (2017). A Critical Review of Blockchain and its Current Applications. *International Conference on Electrical Engineering and Computer Science*. 2017, pp. 109-113.
- [63] Tanai Khiaonarong and Terry Goh., (2020). Fintech and Payments Regulation: Analytical Framework, International Monetary Fund. WP/20/75. Monetary and Capital Markets Department. Authorized for distribution by Jihad Alwazir, JEL Classification Numbers: E42 E58 E59 G28 K20 O38.
- [64] The Economist (2015). The Great Chain of Being Sure about Thing. The Economist. Available at: <https://www.economist.com/news/briefing/21677228-technology-behind-bitcoin-lets-people-who-do-not-know-or-trust-each-other-build-dependable>. Accessed on March, 01 2018.
- [65] Tranfield, D., Denyer, D. and Smart, P. (2003) ‘Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review’, *British Journal of Management*, 14(3), pp. 207–222. doi: 10.1111/1467-8551.00375.
- [66] Tschorsch, F. and Scheuermann, B. (2016). Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies. *The IEEE Communications Survey and Tutorials* 18, 2084-2123.
- [67] Tu, K.V. and Meredith, M.W. (2015). Rethinking Virtual Currency Regulation in the Bitcoin Age. *Washington Law Review* 90(1): 271-347.
- [68] Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin. *Communication ACM* 59(11): 15–17.
- [69] Van Alstyne, M. (2014). Why Bitcoin has Value. *Communications of the ACM* 57(5): 30-32.
- [70] Vasek, M., Thornton, M. and Moore, T. (2014). Empirical Analysis of Denial-of-Service Attacks in the Bitcoin Ecosystem. *Financial Cryptography and Data Security*, Berlin Heidelberg: Springer. 2014, pp. 57-71.
- [71] Wörner, D., von Bomhard, T., Schreier, Y.P. and Bilgeri, D. (2016). The Bitcoin ecosystem: Disruption beyond financial services? *The Twenty-Fourth European Conference on Information Systems*, pp. 1-16.
- [72] Xu, J.J. (2016). Are Blockchains Immune to all Malicious Attacks? *Financial Innovation* 2(25): 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0046-5>.
- [73] Yermack, D. (2017). “Corporate governance and blockchains”. Working Paper, *Review of Finance*, Vol. 21, No. 1, p. 7-31.
- [74] Yli-Huumo, J. et al. (2016) ‘Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review’, *PLOS ONE*. Edited by H. Song, 11(10), pp. 1–27. doi:10.1371/journal.pone.0163477.
- [75] Zhao, J.L., Fan, S. and Jiaqi Yan, Y.J. (2016). Overview of Business Innovations and Research Opportunities in Blockchain and Introduction to the Special Issue. *Financial Innovation* 2(28): 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0049-2>.
- [76] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. and Wang, H. (2016). Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey. *International Journal of Web and Grid Services*, pp. 1-25.
- [77] Zyskind, G., Nathan, O. and Pentland, A. (2015). Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data. *The IEEE Symposium on Security and Privacy Workshops*, IEEE Computer Society, pp. 180-184.