

L'économie de la Blockchain en Afrique

Aaron Thegeya

Documents de travail DG-007

*Apporter de la rigueur et des éléments de preuve à
l'élaboration des politiques économiques en Afrique*

AFRICAN ECONOMIC RESEARCH CONSORTIUM
CONSORTIUM POUR LA RECHERCHE ÉCONOMIQUE EN AFRIQUE

L'économie de la Blockchain en Afrique

Par

Aaron Thegeya¹
Aliquot Ltd

CETTE ÉTUDE DE RECHERCHE a été rendue possible grâce à une subvention du Consortium pour la Recherche Economique en Afrique. Toutefois, les conclusions, opinions et recommandations sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les points de vue du Consortium, de ses membres individuels ou du Secrétariat du CREA.

Publié par : Le Consortium pour la Recherche Economique en Afrique
B.P. 62882 - City Square
Nairobi 00200, Kenya

© 2023, Consortium pour la Recherche Economique en Afrique.

Table des matières

Résumé

1.	Introduction	1
2.	Les innovations en matière de blockchain en Afrique	3
3.	L'économie de la blockchain : Une revue de la littérature	8
4.	Principes fondamentaux de l'économie des blockchains	11
5.	Une perspective africaine sur l'économie des blockchains	17
6.	Implications politiques	20
7.	Conclusion	23
	Remarques	24
	Références	26

Liste des graphiques

1. Innovations blockchain en Afrique par secteur

5

Résumé

La technologie blockchain offre la possibilité de transformer l'activité économique et d'améliorer le niveau de vie en Afrique en surmontant les problèmes d'asymétrie de l'information, les droits de propriété et les obstacles à la gouvernance. Les innovations blockchain ont la capacité de stimuler les niveaux de productivité et de débloquent les flux de capitaux vers des secteurs mal desservis, en plus de tirer parti des rendements croissants de l'information en tant qu'intrant de la production pour stimuler la croissance économique. Ce document de référence examine les récentes avancées de la technologie blockchain en Afrique et étudie les principes économiques sous-jacents des réseaux blockchain, tant au niveau universel que dans un contexte africain. Il examine les infrastructures et les technologies de soutien, notamment l'identité numérique. Enfin, il donne des recommandations politiques pour accroître l'adoption de la technologie blockchain sur le continent.

Mots-clés : *Blockchain, gouvernance des données, Afrique*

Éléments clés et implications politiques

Les applications blockchain ont le potentiel de surmonter les problèmes d'asymétrie de l'information et les obstacles liés aux droits de propriété et à la gouvernance, et les applications sur le continent ont déjà connu un certain succès à cet égard. Cependant, il reste de nombreux défis à relever dans l'utilisation de la technologie blockchain, tels que les problèmes de mise à l'échelle et de sécurité.

Malgré les taux élevés de possession de téléphones mobiles en Afrique, les niveaux d'accessibilité aux données sur le continent sont faibles. Il existe de grandes différences dans la connectivité Internet, tant au sein des pays qu'entre eux, et les coûts d'accès aux données sont élevés par rapport aux revenus. Les innovations en matière de blockchain ont connu une adoption hétérogène sur le continent, les taux d'adoption les plus élevés étant enregistrés au Kenya, au Nigeria et en Afrique du Sud. Les innovations les plus réussies ont été réalisées dans le secteur financier, et l'application la plus répandue dans le secteur financier est le commerce des crypto-monnaies, bien qu'il y ait également une adoption significative dans les paiements et les transactions transfrontalières.

Les réseaux publics de blockchain sont conçus pour être distribués et transparents, et la validité des données au sein de ces réseaux est établie en imposant un coût artificiel de preuve de validité, un mécanisme qui remplace le rôle d'un intermédiaire de confiance au sein d'un référentiel d'informations centralisé. Cependant, les coûts de vérification imposent une contrainte importante au sein des réseaux publics. À l'inverse, dans un système centralisé, un agent occupant une position privilégiée est chargé de vérifier et de maintenir la validité des données, et son statut dépend du maintien de cette confiance. Ce statut privilégié permet également à l'agent d'extraire des rentes. Les blockchains privées sont un cas intermédiaire où les informations sont partagées entre un nombre limité de nœuds pré-vérifiés, où les participants ne se joignent que sur invitation ou permission.

Dans un contexte africain, l'utilisation des blockchains peut potentiellement avoir un impact très important au sein des marchés du travail informels en fournissant un mécanisme pour accroître la transparence et sécuriser les droits de propriété, augmentant ainsi l'efficacité de l'allocation et surmontant les contraintes liées au rationnement du crédit. Il existe également un grand potentiel latent pour accroître l'adoption des blockchains dans les domaines liés à la gouvernance et à la transparence. Les contrats informels et les accords tacites sont courants dans les régions où il existe une incertitude quant au caractère exécutoire des contrats, et sont généralement fondés sur une base de réputation ou un cadre de gouvernance collective au niveau local. La blockchain peut créer un cadre permettant de renforcer la capacité à contracter, grâce à la transparence des obligations contractuelles antérieures envers les tiers, dans un format validé et non modifiable. Deuxièmement, la blockchain peut être utilisée pour créer des contrats intelligents en exécutant automatiquement des actions qui ont été convenues ex-ante une fois que certaines conditions préalables ont été remplies.

De plus, les innovations blockchain peuvent contribuer à améliorer la gouvernance institutionnelle en renforçant la transparence des processus juridiques et judiciaires, améliorant ainsi la redevabilité des agents publics. Cela peut contribuer à accélérer l'amélioration de la gouvernance sur le continent, où les indicateurs soulignent la nécessité d'améliorer la qualité des institutions et de faire respecter l'État de droit. Si les avantages du déploiement de la technologie blockchain dans ce domaine sont évidents, la mise en œuvre des solutions a été lente et fragmentée.

Rôle du Consortium pour la recherche économique en Afrique (CREA)

Le CREA a un rôle central à jouer notamment :

- i) Fournir des recommandations pour créer un cadre politique et réglementaire favorable et propice à la blockchain en Afrique. À l'heure actuelle, aucune autorité réglementaire au sein de l'Afrique n'a publié de réglementation sur l'utilisation de la technologie blockchain, bien que certaines aient créé des environnements de bac à sable réglementaire pour fournir aux innovateurs des institutions financières des licences leur permettant d'exercer.
- ii) Rechercher des mécanismes qui peuvent surmonter les contraintes critiques de compatibilité incitative et encourager l'adoption d'innovations blockchain dans le secteur public, en particulier celles qui améliorent la gouvernance et la transparence au sein des pays africains.
- iii) Effectuer des recherches et formuler des recommandations sur les questions réglementaires transcontinentales du point de vue des grands livres distribués de la blockchain qui stockent des données en de multiples endroits et dans de nombreux pays, ce qui soulève des questions de compétence et d'applicabilité concernant les données contenues dans les blockchains.
- iv) Effectuer des recherches et formuler des recommandations sur la réglementation des crypto-monnaies, et répondre aux préoccupations concernant les niveaux élevés de volatilité dans le commerce des actifs cryptographiques.

1. Introduction

L'avènement de la technologie blockchain offre un potentiel énorme d'innovations révolutionnaires qui répondent aux contraintes fondamentales et aux défaillances du marché dans un large éventail de secteurs en Afrique. Les applications blockchain ont le potentiel de surmonter les problèmes d'asymétrie de l'information et les obstacles liés aux droits de propriété et à la gouvernance, et des applications sur le continent ont déjà connu un certain succès à cet égard. À leur tour, ces innovations peuvent stimuler les niveaux de productivité et débloquer les flux de capitaux vers les secteurs mal desservis, en plus de tirer parti des rendements croissants de l'information en tant qu'intrant de la production pour stimuler la croissance économique.

L'adoption de Blockchain en Afrique est soutenue par des taux élevés d'adoption de la téléphonie mobile, mais est entravée par de faibles taux d'accès aux données, une faible qualité des connexions Internet et des coûts d'accès aux données élevés. L'accès aux données est donc inéquitable, avec des niveaux d'accès plus élevés parmi les ménages plus aisés. La pandémie de COVID-19 a contribué à une accélération de la numérisation sur le continent, avec le déplacement d'un plus grand nombre d'interactions sociales et de transactions commerciales en ligne. Cette évolution a à son tour accru le besoin de solutions permettant une activité économique sûre et transparente. La fermeture d'institutions importantes, notamment d'établissements d'enseignement, en plus de la nécessité de poursuivre l'activité économique, a mis en évidence des lacunes quant à la qualité de l'infrastructure Internet.

Les blockchains permettent la transparence au sein de réseaux décentralisés en éliminant le besoin d'un intermédiaire centralisé. Dans un contexte africain, l'utilisation des chaînes de blocs peut avoir un impact considérable sur les marchés du travail informels en fournissant un mécanisme permettant d'accroître la transparence et de sécuriser les droits de propriété, ce qui augmente l'efficacité de l'allocation et permet de surmonter les contraintes liées au rationnement du crédit. L'utilisation de contacts intelligents peut encore renforcer la portée de cet impact. Toutefois, l'utilisation des blockchains n'est pas sans coût. La mise en œuvre de réseaux décentralisés introduit la nécessité de coûts de vérification artificiels, ce qui crée de nouvelles contraintes.

Les implications politiques des blockchains, en particulier dans un contexte africain, touchent à certaines dimensions critiques. Un cadre politique et réglementaire propice et favorable est indispensable pour réaliser le potentiel inexploité des blockchains.

Ces cadres doivent être compatibles avec les incitations, et donc internaliser les incitations des agents au sein des réseaux. Cela est particulièrement important dans le secteur public, où l'on risque sinon de ne pas mettre en œuvre des applications présentant des externalités positives potentiellement massives. En outre, les cadres réglementaires doivent tenir compte des préférences individuelles des agents en matière de confidentialité des données, l'attribution de droits et d'obligations sur les données étant un facteur déterminant de la croissance et de l'équité. L'attribution de droits aux consommateurs, complétée par le développement de marchés pour la vente de données, peut permettre d'obtenir un résultat efficace de type Pareto.

L'économie de la blockchain est encore un domaine très embryonnaire. Ce document présente les avancées récentes de la blockchain en Afrique, ainsi que les principes économiques sous-jacents aux réseaux blockchain, tant au niveau universel que dans un contexte africain. Il aborde également les politiques qui auraient un impact sur l'augmentation de l'utilisation de la blockchain pour améliorer la gouvernance et la transparence. Le document est structuré comme suit : la section deux donne un aperçu des innovations blockchain en Afrique, et la section trois donne une revue de la littérature existante sur l'économie de la blockchain. La section quatre traite de la théorie économique des blockchains, et la section cinq aborde les aspects économiques particulièrement pertinents dans un contexte africain. La section six évoque les implications politiques des réseaux blockchain, et la section sept tire la conclusion.

2. Les innovations en matière de blockchain en Afrique

La blockchain est une technologie relativement nouvelle qui a connu une croissance mondiale rapide depuis sa première mise en œuvre commerciale en 2008. Une blockchain est un registre numérique des transactions qui est dupliqué et distribué sur un réseau entier de nœuds informatiques. Chaque entrée dans le registre est appelée un bloc, et l'ajout de nouvelles entrées se fait en ajoutant un nouveau bloc à l'ensemble existant de blocs, ce qui donne une chaîne de blocs. Chaque bloc de la chaîne contient un certain nombre de transactions, et chaque fois qu'une nouvelle transaction a lieu, un enregistrement de cette transaction est ajouté au grand livre de chaque participant. Les nœuds d'un réseau de blockchain peuvent être anonymes, et donc non fiables pour les participants. Par conséquent, des mécanismes tels que la preuve de travail ou la preuve d'enjeu sont mis en œuvre pour établir la confiance entre les participants au réseau, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une autorité centrale de confiance ou une chambre de compensation au sein du réseau. Ces mécanismes fonctionnent en introduisant des coûts qui découragent les comportements malveillants entre les nœuds du réseau.

Les innovations blockchain en Afrique ont connu le plus de succès dans le secteur financier. L'application la plus répandue de la blockchain au sein du secteur financier se situe dans le commerce des crypto-monnaies, ainsi que dans les paiements et les transactions transfrontalières. La blockchain offre des solutions de paiement alternatives aux systèmes de paiement existants et permet les transferts de fonds transfrontaliers. 63 % de la population africaine n'est pas bancarisée², il existe un énorme potentiel inexploité pour une plus grande adoption des solutions basées sur la blockchain comme alternative aux options de paiement traditionnelles. En outre, l'adoption des paiements par argent mobile a abaissé les coûts et les barrières culturelles à l'entrée des solutions de paiement numériques. Les pays présentant un risque élevé de dépréciation de la monnaie et de contrôle des capitaux ont eu tendance à être les premiers à adopter les crypto-monnaies pour se protéger de l'inflation.³ Cette combinaison de facteurs a contribué à l'adoption rapide de la technologie blockchain au sein du secteur financier.

En particulier, on a assisté à une augmentation rapide du commerce des crypto-monnaies sur le continent, qui est désormais bien développé en Afrique. Les paiements de pair à pair avec des monnaies numériques ont commencé à devenir une alternative aux monnaies locales, avec un certain nombre croissant de jeunes

entreprises de blockchain dirigées par des Africains.⁴ La capitalisation du marché mondial des crypto-monnaies a atteint près de 2 000 milliards de dollars américains au premier trimestre de 2021. Malgré de nombreux échanges de devises, le marché des crypto-monnaies est très segmenté, les dix plus grandes crypto-monnaies au niveau mondial représentant environ 82,0 % du marché en volume. Le bitcoin est la plus grande bourse, représentant 46,4 % de la capitalisation du marché (750,5 milliards de dollars US), suivi par l'Ethereum, qui constitue 17,7 % de la capitalisation du marché.⁵

De surcroît, les banques centrales d'Afrique et du monde entier ont commencé à étudier la possibilité d'introduire des monnaies numériques de banque centrale (CBDC). Une CBDC est une forme de monnaie virtuelle qui est émise et soutenue par la banque centrale. À l'échelle mondiale, 76 pays étudient l'introduction d'une CBDC et cinq d'entre eux - Grenade, Saint-Kitts-et-Nevis, Antigua-et-Barbuda, Sainte-Lucie et les Bahamas - ont déjà lancé des monnaies numériques. Quatorze (14) autres pays en sont au stade pilote, tandis que trois pays d'Afrique (Nigeria, Afrique du Sud et Maurice) ont leur CBDC au stade du développement.⁶

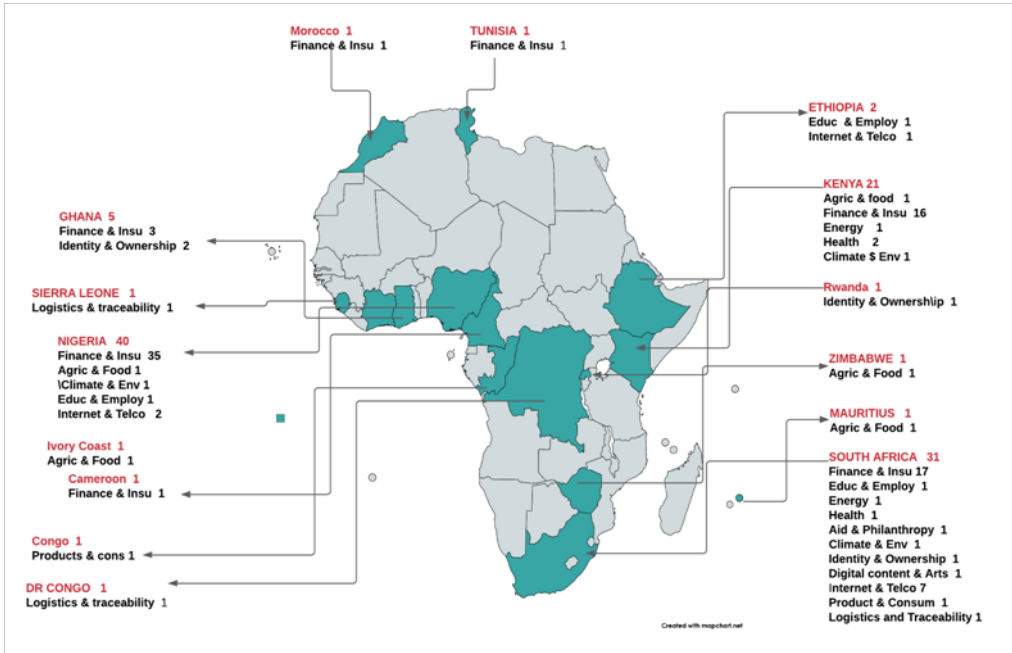
Les autres secteurs qui ont connu un nombre important d'innovations blockchain au sein du continent sont l'assurance, les télécommunications, l'agriculture et la sécurisation de l'identité et des droits de propriété. L'aspect traçabilité de la blockchain a atténué la complexité et l'opacité des processus au sein des chaînes d'approvisionnement et de valeur agricoles et a rendu plus facile la preuve de la propriété des actifs comme moyen de permettre l'accès aux ressources et de débloquer le rationnement du crédit, et de permettre un meilleur exercice des droits de propriété. La capacité de retracer l'origine des biens de consommation a également accru la visibilité des producteurs locaux le long des chaînes d'approvisionnement et amélioré l'efficacité de la logistique.

La traçabilité blockchain et l'identité numérique ont pris de l'ampleur en Afrique, comme en témoignent quelques grandes innovations blockchain en Afrique. Par exemple, un dispositif lancé en 2018 par la République démocratique du Congo utilise la technologie blockchain pour surveiller l'extraction du cobalt dans le pays. Ce processus implique des organisations tout au long de la chaîne d'approvisionnement, depuis les contrôleurs sur le terrain vérifiant que les sites n'ont pas recours au travail des enfants, jusqu'aux utilisateurs finaux, en passant par le processus de raffinage. Une autre innovation utilisant l'intelligence artificielle et la blockchain permet de tracer le café de l'Ouganda au Colorado et de l'Éthiopie à Amsterdam, tout en éliminant les intermédiaires de la chaîne d'approvisionnement du café. La plateforme blockchain assure également des paiements instantanés aux producteurs. En outre, la société sud-africaine De Beers imprime une empreinte digitale numérique sur ses diamants, qui est ensuite suivie par la blockchain lors de la vente des pierres précieuses, ce qui permet d'obtenir un enregistrement infalsifiable du parcours de la mine au tailleur et au polisseur, puis au bijoutier.

Les principaux innovateurs en matière de technologie blockchain sont le Nigeria, l'Afrique du Sud et le Kenya. Ces pays représentent plus de 80% des innovations blockchain. Au sein de ces pays, les principales innovations concernent la finance et

l'assurance, Internet et les télécommunications, ainsi que le secteur de la santé. Les principales innovations par secteur dans chaque pays sont indiquées dans la figure 1 ci-dessous.

Figure 1 : Innovations blockchain en Afrique par secteur



Source : Positive blockchain.io et recherches sur Internet

L'empreinte de la blockchain en Afrique est faible et ne représente qu'une petite partie du réseau blockchain mondial. Par exemple, si l'on considère le réseau Bitcoin, il y a 12 867 nœuds dans le monde, dont seulement 16 se trouvent en Afrique, ce qui représente moins de 1 % du total. La répartition des nœuds se fait entre l'Afrique du Sud, qui compte 14 nœuds, et le Nigeria et l'Égypte, qui comptent chacun un nœud.⁷ La plus grande part des nœuds de bitcoins se trouve en Europe, qui compte un total de 4 258 nœuds.

Si l'adoption de la blockchain a connu une croissance significative, il existe un grand potentiel latent dans un certain nombre de domaines liés à la gouvernance et à la transparence. Si les avantages du déploiement de la technologie blockchain sont clairs, la mise en œuvre des solutions a été lente et fragmentée. Dans le domaine des dépenses publiques et de la gouvernance, les outils de gestion des flux de travail basés sur la blockchain permettent une mise en œuvre efficace des projets en permettant le suivi des dépenses de manière collaborative et transparente. Le déploiement de la technologie blockchain a également accru la transparence des droits de propriété et des transferts de propriété d'actifs, notamment en ce qui concerne l'enregistrement des terres. Cela permet de relever les défis dans de nombreux pays en développement où une grande partie des propriétaires fonciers

ne disposent pas de documents précis sur la propriété des biens. En outre, pour accroître la confiance dans les certificats d'études, des systèmes basés sur la blockchain sont déployés pour la vérification des documents numériques. Cela permet d'établir la confiance sur les marchés du travail.

L'identité numérique est une innovation clé sur laquelle repose le succès de certaines innovations critiques de la blockchain. Parmi les technologies numériques, la technologie biométrique est le moyen le plus courant d'authentification de l'identité. Dans le secteur public, les gouvernements de près de 50 pays africains ont délivré des passeports électroniques.⁸ Cependant, certains pays envisagent de déployer cette technologie dans d'autres secteurs, notamment la santé et la sécurité. L'industrie africaine de la biométrie est estimée à 1,6 milliard de dollars US.⁹ tandis qu'au niveau mondial, il est estimé à 24,1 milliards de dollars, le marché de la biométrie en Afrique et au Moyen-Orient devant croître à un taux annuel de 21 %.¹⁰ Les innovations en matière d'identité numérique ont été mises en œuvre pour fournir des identités de confiance aux personnes économiquement exclues et aux petites entreprises, et pour renforcer la sécurité des transactions grâce à l'authentification numérique.

La Banque mondiale estime qu'un milliard de personnes dans le monde n'ont pas les moyens de prouver leur identité, et qu'environ 51 % de cette population vit en Afrique (GSMA).¹¹ Sur le continent africain, 33 % de la population n'a pas de preuve d'identité légale, et plus de la moitié de la population de neuf pays africains n'est pas enregistrée.¹² Par conséquent, l'exploitation de la technologie mobile, en particulier dans les pays en développement, est considérée comme un catalyseur de l'identité numérique et des services connexes, étant donné qu'un grand pourcentage de pays dans le monde exige l'enregistrement obligatoire des cartes SIM prépayées.

L'infrastructure habilitante est également déterminante pour la mise en œuvre et l'utilisation des innovations blockchain. Fin 2019, 651 millions de personnes étaient connectées à des services mobiles en Afrique, dont 477 millions en Afrique subsaharienne (45 % de la population) et 176 millions en Afrique du Nord (70 % de la population). La moitié des connexions totales se font à travers des smartphones, car des appareils moins chers sont devenus disponibles, le nombre de connexions par smartphone devant atteindre 67 % de la population africaine d'ici la fin de 2025 (65 % de la population en Afrique subsaharienne et 75 % de la population en Afrique du Nord, respectivement).

Malgré les taux élevés de possession de téléphones mobiles, les niveaux d'accessibilité aux données sont faibles sur le continent. En outre, il existe de grandes différences dans la connectivité à l'Internet, tant entre les pays d'Afrique qu'à l'intérieur des pays. En moyenne, seuls 24 % des individus sont connectés à l'internet en Afrique, soit 60 points de pourcentage de moins que la proportion d'individus connectés en Europe, qui présente le plus haut niveau de connectivité à l'internet. Le Maroc présente les taux de connectivité les plus élevés en Afrique, avec un taux de connectivité de 62%. À l'inverse, 11 pays au total ont des taux de connectivité inférieurs à 10 %. Les taux de connectivité les plus faibles du continent se trouvent au Burundi, en Somalie et en Érythrée, où moins de 3 % de la population est connectée à l'internet.

Par ailleurs, il existe de grandes différences dans les coûts d'accès aux données sur le continent. Une mesure standard pour évaluer le coût relatif de l'accès aux données est le prix moyen d'un gigaoctet de données. L'Afrique a le deuxième coût d'accès aux données le plus élevé au monde, juste derrière l'Amérique du Nord, avec un coût de 5,80 USD par gigaoctet de données mobiles. À titre de comparaison, le prix d'un gigaoctet de données est de 8,21 USD en Amérique du Nord et de 1,79 USD en Asie, où le coût moyen est le plus bas. Les coûts de l'accès au haut débit sont encore plus élevés. En Afrique, le prix moyen d'une connexion Internet à large bande est de 77 USD, à l'exception de la Mauritanie, qui fait figure d'exception avec un coût moyen de 695 USD.¹³ À titre de comparaison, le coût moyen de l'accès au haut débit aux États-Unis est de 60 USD, tandis que le coût de l'accès en Europe, le plus bas au niveau mondial, est de 30 USD.

3. L'économie de la blockchain : Une revue de la littérature

Une littérature embryonnaire mais croissante sur l'économie de la blockchain commence à voir le jour. Les réseaux blockchain ont attiré l'attention sur certains domaines de l'économie qui font l'objet de recherches depuis longtemps. Il s'agit notamment de l'économie de l'information et, plus récemment, de l'économie des données, qui a été favorisée par les progrès de la puissance de traitement, de l'apprentissage automatique et du stockage. En outre, l'économie de la confidentialité est un sujet pertinent dans le contexte des blockchains.

Catalini et Gans (2016) examinent comment la technologie blockchain peut façonner l'innovation et la concurrence dans les plateformes numériques. Dans leur discussion, deux coûts clés impactés par la technologie sont pris en compte : le coût de la vérification et le coût de la mise en réseau. En réduisant les coûts de fonctionnement des réseaux d'échange décentralisés, la technologie blockchain permet la création d'écosystèmes où les bénéfices des effets de réseau et de l'infrastructure numérique partagée ne se font pas au prix d'un pouvoir de marché accru et d'un accès restreint aux données par les opérateurs de plateformes. La réduction du coût de la mise en réseau permet aux projets à source ouverte et aux jeunes entreprises de concurrencer directement les opérateurs historiques bien établis par la conception de plateformes.

Abadi et Brunnermeier (2018) notent que bien que les blockchains gardent une trace des transferts de propriété, une tenue d'archives centralisée complète mieux l'application des droits de possession. Ils notent que les qualités idéales de toute tenue de registre seraient l'exactitude, la décentralisation et l'efficacité des coûts. Cependant, la blockchain ne parvient pas à satisfaire ces trois propriétés simultanément. Contrairement aux conservateurs d'enregistrements centralisés qui extraient des rentes en raison de leur pouvoir de monopole basé sur l'accès restreint à leurs registres, les blockchains permettent l'entrée libre des conservateurs d'enregistrements et font ainsi baisser les rentes. Les blockchains fournissent des incitations statiques à l'exactitude grâce à des algorithmes coûteux de preuve de travail et en autorisant les conservateurs d'enregistrements à annuler les rapports frauduleux en revenant en arrière.

Jones (2020) aborde la propriété non rivale des données, et soutient qu'en raison de leur caractère utilisable à l'infini, il y a de grands gains sociaux aux allocations dans lesquelles les mêmes données sont utilisées par plusieurs firms simultanément. Cependant, les firms sont incités à conserver les données pour éviter la concurrence,

ce qui entraîne des inefficiences et une baisse de la productivité. L'article indique que le fait d'accorder des droits de propriété sur les données aux consommateurs peut conduire à des allocations proches de l'optimum, et est plus efficace que les restrictions imposées par le gouvernement sur la vente des données.

Gans et Gandal (2019) étudient les limites économiques de la blockchain et constatent qu'un réseau économiquement viable impliquera le même coût de fonctionnement, qu'il s'agisse de preuve de travail ou de preuve d'enjeu. En outre, les auteurs constatent que la réglementation du nombre de nœuds autorisés au sein d'un réseau n'entraîne pas d'économies supplémentaires par rapport aux réseaux dans lesquels l'entrée est libre.

Chen et al. (2021) étudient les recherches récentes sur l'économie des blockchains. Ils estiment qu'une approche fondée sur la théorie des jeux pour comprendre les défis du consensus est la plus prometteuse. De plus, les auteurs constatent que les solutions aux défis des blockchains qui impliquent un consensus local, une centralisation locale ou une mise à l'échelle locale sont les plus prometteuses. Les auteurs constatent également que les innovations en matière de blockchain sont susceptibles d'émaner d'approches de conception de mécanismes pour les protocoles de consensus qui ont des objectifs clairs pour des applications spécifiques. Selon l'article, les questions relatives aux agents et aux incitations sont au cœur de l'économie des blockchains, et les principaux problèmes sont donc susceptibles de découler de l'asymétrie de l'information.

Il existe une littérature importante sur les crypto-monnaies en tant que sous-ensemble des applications blockchain. Chiu et Koepl (2017) examinent la conception optimale des crypto-monnaies pour évaluer si elles peuvent soutenir le commerce bilatéral et constatent que l'adoption d'une conception optimale basée sur la croissance monétaire au lieu des frais de transaction pour financer les récompenses de la mine pourrait réduire la perte de bien-être causée par la mine de crypto-monnaies. Zimmerman (2020) analyse le modèle de fixation des prix des crypto-monnaies et conclut que la spéculation pourrait évincer l'utilisation monétaire, limitant ainsi la capacité des crypto-monnaies à servir de moyen de paiement. Halaburda et al. (2020) ont effectué une analyse documentaire d'études couvrant différentes disciplines, en se concentrant sur l'émergence des crypto-monnaies, leur demande, leur offre, leur prix d'échange et leur concurrence.

L'économie de la blockchain s'appuie sur la vaste littérature consacrée à l'économie de l'information. Dans cette littérature, les agents interagissent dans des environnements économiques caractérisés par une information parfaite ou imparfaite. Dans leur célèbre article, Rothschild et Stiglitz (1978) ont montré que l'information imparfaite provoquait un déséquilibre du marché de l'assurance. En outre, l'article fondamental d'Akerlof (1978) sur l'incertitude de la qualité et les mécanismes du marché a exploré la sélection défavorable sur les marchés où les vendeurs sont mieux informés que les acheteurs de la qualité des biens.

La dimension de la confidentialité est un élément clé à prendre en considération au sein des réseaux blockchain. Acquisti et al. (2016) mettent en évidence trois thèmes

qui relie divers points de vue sur l'économie de la confidentialité : premièrement, ils soulignent qu'il existe des situations où la protection de la confidentialité peut à la fois améliorer et nuire au bien-être individuel et sociétal. Deuxièmement, la capacité des consommateurs à prendre des décisions éclairées concernant leur vie privée est entravée par une information imparfaite ou asymétrique, en particulier dans les économies numériques. Enfin, ils notent qu'étant donné que les questions de protection de la vie privée présentant un intérêt économique se posent dans des contextes très divers, il est difficile de définir une seule théorie économique unifiée sur la protection de la vie privée.

Cecere et al. (2017) ont passé en revue la littérature sur l'importance des données personnelles sur les marchés. Les auteurs soulignent le casse-tête auquel les individus sont confrontés lorsqu'ils partagent des données pour permettre l'accès à des produits et des informations personnalisés, tout en protégeant leurs informations personnelles d'une utilisation abusive. En outre, Cecere et al. (2017) expliquent que les données personnelles peuvent stimuler la croissance dans de nouvelles industries, mais soulignent qu'il existe des conflits dans les cadres réglementaires qui visent à protéger les données personnelles sans entraver la capacité des entreprises à innover.

Chellappa et Sin (2005) soulignent que l'intention d'un consommateur d'utiliser des services de personnalisation est positivement influencée par sa confiance dans le vendeur. Cependant, ils notent que même si les vendeurs en ligne offrent des produits de personnalisation utiles sur le Web, ces produits augmentent les coûts de changement et constituent un moyen important d'acquérir des renseignements précieux sur les clients. Ils notent que les investissements dans le cadre de la personnalisation en ligne peuvent être gravement compromis par les problèmes de confidentialité.

4. Principes fondamentaux de l'économie des blockchains

Les blockchains sont des enregistrements non modifiables d'informations qui codent une certaine forme d'activité économique, comme la valeur d'un actif ou la preuve d'une transaction. Par conséquent, l'économie des blockchains repose sur les fondements de l'économie de l'information. Les données peuvent être définies comme un ensemble de symboles qui codent les propriétés des observables ou la représentation des faits, tandis que l'information peut être définie comme les données dans un contexte donné.¹⁴ Les idées, quant à elles, peuvent être définies comme de nouveaux processus qui génèrent une valeur économique à partir des données.

Bien qu'il existe une riche littérature économique sur l'économie de l'information et, plus récemment, une littérature en pleine évolution sur l'économie des données, stimulée par les progrès réalisés dans le stockage des données qui génèrent des données volumineuses et l'apprentissage automatique qui permet d'exploiter les données volumineuses de manière productive, une distinction est rarement faite entre les données et l'information. Pour notre propos, nous définissons l'information comme la somme totale des données et des idées, et nous nous concentrons sur la dynamique de l'information au sein des blockchains.

L'information est un intrant de la production, en plus du capital et du travail, qui entraîne généralement une augmentation de la productivité. Les rendements de l'information sont enregistrés comme des gains de productivité totale des facteurs et, en pratique, comme un résidu dans une décomposition de la croissance. Étant donné que l'information s'appuie sur l'information existante, il est probable que les rendements de l'information soient croissants en échelle (Romer, 1990). Par exemple, la représentation binaire de l'information conduit à la création d'un langage de programmation, qui à son tour conduit à la création de bibliothèques de programmation qui augmentent considérablement l'efficacité du codage et, par conséquent, de la production. Il est donc possible que les gains de productivité liés à l'information ne soient pas linéaires mais exponentiels. La mesure de la contribution de l'information à la croissance est difficile en raison de la difficulté à quantifier l'information en termes de niveau et d'augmentation, contrairement à d'autres facteurs de production. Par exemple, contrairement à l'information, le facteur travail peut être mesuré en termes d'heures travaillées et le capital peut être mesuré par la valeur des actifs.

Les gains de productivité provenant de l'information sont fonction de la capacité à générer et à utiliser des idées, qui est déterminée par la qualité du capital humain. La maximisation des gains provenant de l'information est donc intersectorielle et doit être intégrée à d'autres fonctions sociales clés. Par exemple, cela souligne la nécessité de protéger la capacité d'apprentissage de l'homme, par l'accès à des systèmes de soins de santé qui protègent la capacité d'apprentissage tout au long de la conception, avec une nutrition maternelle appropriée, au développement de la petite enfance qui empêche le retard de croissance et le développement du cerveau, à l'accès à des systèmes éducatifs de qualité qui développent la capacité du capital humain à créer et à utiliser des idées. Les infrastructures de réseau sont ensuite fondamentales pour assurer la diffusion de l'information.

L'information est non rivale et partiellement externalisable. Par conséquent, il existe des externalités positives massives au partage de l'information, car l'information est utilisable à l'infini au même moment et sans épuisement dans le temps. Le caractère inaliénable de l'information est fonction de la sécurité du stockage et de la transmission, et de la capacité des autres à générer la même information de manière indépendante. Ainsi, l'information n'est que partiellement exclue en fonction de la probabilité de contourner les systèmes de sécurité des réseaux, de garder les données en sécurité sur des systèmes autonomes protégés par un mot de passe, ou de la capacité d'autres agents à générer la même information à partir des premiers principes. Les coûts de l'information varient entre les données et les idées. Alors que le coût des données ne concerne que leur stockage, le coût de la production d'idées comprend l'investissement nécessaire à l'acquisition de connaissances, de compétences et de savoir-faire.

L'exclusivité de l'information incite ceux qui collectent des données volumineuses à surinvestir dans la collecte de données et à conserver leurs données, tout en incitant à sous-investir dans la confidentialité des données, générant ainsi des externalités négatives. En vertu des gains de productivité qui découlent de l'utilisation de l'information, les agents ayant accès à l'information bénéficient d'un avantage concurrentiel sur ceux qui n'y ont pas accès. En outre, les informations ont une valeur de revente. Ces caractéristiques permettent à ceux qui contrôlent de grands ensembles de données de générer des rentes économiques, et les incitent donc non seulement à surinvestir dans la collecte de grands ensembles de données, mais aussi à thésauriser leurs données. Inversement, cette dynamique incite également à sous-investir dans la confidentialité des données, car ceux qui collectent les données n'internalisent pas les coûts de la confidentialité auxquels les personnes concernées peuvent accorder une grande valeur.

La possibilité d'exclure des informations au sein des réseaux blockchain dépend du type de réseau. Les réseaux publics de blockchains sont totalement transparents de par leur conception, et les données qu'ils contiennent ne peuvent donc pas être exclues. La transparence est rendue possible en imposant un coût artificiel pour prouver la validité des données au sein d'un réseau distribué, par des méthodes telles que la preuve de travail, et remplace le mécanisme de confiance dans un référentiel

d'informations centralisé. Dans un système centralisé, on fait confiance à un agent occupant une position privilégiée pour vérifier et maintenir la validité des données, et le statut de l'agent dépend du maintien de cette confiance. Ce statut privilégié permet également à l'agent d'extraire des rentes.

Les blockchains privées sont un cas intermédiaire où les informations sont partagées entre un nombre limité de nœuds pré-vérifiés, où les participants ne se joignent que sur invitation ou permission. Par conséquent, une certaine confiance est inhérente à ces réseaux. Les informations ne peuvent pas être exclues pour les participants du réseau, mais elles peuvent être exclues pour ceux qui ne font pas partie du réseau.

En raison de leur transparence, les blockchains publiques réduisent les coûts de vérification sans avoir besoin d'un intermédiaire central et améliorent l'efficacité de l'allocation. En outre, ces réseaux réduisent la capacité de ceux qui ont un statut privilégié dans les réseaux centralisés à extraire des rentes, ou de ceux qui sont incités à thésauriser des données à extraire des rentes en excluant les autres de l'accès aux données. Cependant, les incitations à la collecte et à la thésaurisation des données dissuadent également les collecteurs de données importantes d'utiliser les blockchains.

Les blockchains ont des implications importantes dans le contexte de l'économie de l'information. Une abondante littérature traite des marchés sous information parfaite et de ceux sous information imparfaite. Certains articles clés sont inclus dans l'analyse documentaire. L'information imparfaite résulte de la sélection adverse, due à l'incapacité de déterminer la qualité d'un agent donné, et de l'aléa moral, dû à l'incapacité de garantir que les agents déploient le niveau d'effort souhaité pour mener à bien les projets. Dans le contexte des contrats, les investisseurs exigent généralement des rendements plus élevés en raison de ces problèmes d'information, ou les agents encourent des coûts pour signaler leur qualité. Dans les cas où les contraintes d'information ne sont pas surmontées, le niveau d'investissement est sous-optimal, ce qui entraîne des inefficacités d'allocation au sein de l'économie.

Les blockchains permettent de surmonter les contraintes d'information imparfaite et donc d'accroître l'efficacité de l'allocation. Les algorithmes d'apprentissage automatique basés sur les données ont amélioré la capacité à évaluer la qualité en exploitant l'historique des transactions d'un agent. L'utilisation de ces informations historiques permet de découvrir les préférences, les tendances d'action ou la qualité d'un agent. Par exemple, l'historique des transactions dans un magasin en ligne donnera une indication des préférences d'une personne, tandis que les enregistrements de l'historique des prêts indiqueront la probabilité qu'une entreprise ne rembourse pas un futur prêt. Cependant, les données électroniques ne sont pas inaliénables et des agents malveillants peuvent soit modifier l'historique d'une transaction, soit créer un faux historique. Les blockchains, en suivant l'historique des transactions, en mettant en œuvre un système dans lequel les données sont hachées et en exigeant une vérification, réduisent la probabilité de manipulation des données.

Fondamentalement, les blockchains peuvent constituer la base de contrats intelligents dans lesquels l'exécution des obligations des parties contractantes est intégrée et exécutée automatiquement, ce qui garantit l'applicabilité du contrat. Les contrats intelligents sont rendus possibles par les blockchains grâce à la possibilité de coder les obligations contractuelles. Les conditions contractuelles préalables, les actions et le moment de l'exécution peuvent tous être intégrés a priori dans un contrat. Cela empêche les agents contractuels de revenir sur leurs promesses à une date ultérieure, car leur capacité à le faire est éliminée au tout début du contrat. La conception de la blockchain, par sa mise en œuvre dans un réseau distribué, renforce l'intégrité des obligations contractuelles.

Cependant, les contrats intelligents ont un champ d'application limité. Les contrats intelligents sont exécutoires lorsque les instructions intégrées peuvent être exécutées électroniquement et ne dépendent pas d'autres facteurs exogènes. Un défi majeur dans l'adoption des contrats intelligents est que les parties doivent compter sur un tiers technique de confiance pour vérifier l'exactitude du code contractuel entre deux parties contractantes. En outre, le caractère inaliénable d'un contrat intelligent, une fois exécuté, complique les modifications ultérieures du contrat. En outre, les contrats intelligents peuvent contenir des erreurs de programmation involontaires qui peuvent entraîner une exécution erronée ou des faiblesses qui peuvent être exploitées par des pirates informatiques.

Dans une perspective contractuelle, les blockchains soulèvent des questions importantes sur la propriété, la garde et les droits de propriété des informations. Les données au sein des blockchains sont stockées sur de multiples serveurs qui peuvent être répartis sur plusieurs frontières. Dans ce cadre distribué, il est impératif de définir clairement les droits de propriété, les droits de garde et l'autorité sur la réglementation. En outre, les informations sont souvent générées comme un sous-produit de l'activité économique. Par exemple, l'achat répété d'une marchandise particulière indique le profil de préférence d'une personne et est visible pour le détaillant de la marchandise. Une délimitation claire des droits sur ces données est nécessaire. En outre, dans de nombreux cas, les informations sont collectées non pas au niveau individuel mais au niveau collectif, par exemple au niveau du ménage ou du lieu. Par exemple, les données satellitaires renseignent sur un lieu particulier et reflètent les individus qui vivent dans ce lieu. Dans ce cas, la délimitation claire des droits de collecte et de propriété de ces données collectives est également importante.

Bien que les blockchains offrent une solution décentralisée pour surmonter les défis liés à l'asymétrie d'information, elles ne permettent pas de surmonter les coûts de vérification. La mise en œuvre des blockchains est coûteuse et dépend de l'utilisation d'un mécanisme de vérification à forte intensité énergétique dans un contexte de preuve de travail. La preuve de travail exige que les participants au réseau résolvent un problème de cryptage complexe pour obtenir le droit de modifier une blockchain donnée. La complexité du problème de cryptage peut être prédéterminée par le réseau et modifiée en conséquence en fonction de la capacité de calcul. Les

solutions de preuve de travail sont trouvées par des algorithmes de force brute qui itèrent à travers une liste de solutions possibles jusqu'à ce que la solution correcte soit trouvée.

Les algorithmes de preuve de travail imposent de nouvelles barrières à l'entrée à la place de celles éliminées par la nature distribuée des blockchains, grâce aux exigences d'investissement en puissance de traitement, en mémoire et en savoir-faire technique. À mesure que la popularité des blockchains s'est accrue, les nœuds du réseau ont investi dans l'attribution de puissance de traitement et de mémoire aux blockchains, ce qui a entraîné une augmentation massive des besoins énergétiques. Par exemple, l'énergie consommée par le réseau bitcoin est supérieure à la consommation totale d'énergie en Argentine.¹⁵ La nature distribuée des réseaux de blockchains exige également une bande passante mémoire élevée au sein de ces réseaux qui nécessitent que chaque nœud stocke des copies de la chaîne. En outre, les exigences de preuve de travail limitent le nombre de transactions qui peuvent être exécutées dans un bloc pendant une période donnée. Dans le réseau bitcoin, en moyenne sept nouvelles transactions par bloc sont exécutées en une heure.

Des alternatives à la preuve de travail ont été développées pour surmonter les contraintes de traitement, notamment la preuve de participation, la preuve de consommation et la preuve de capacité. Cependant, aucune de ces alternatives n'offre une solution complète, et ce domaine fait toujours l'objet de recherches actives. La preuve de participation est un type de mécanisme de consensus qui fonctionne en demandant aux utilisateurs de mettre en jeu leurs actifs pour devenir des validateurs. La valeur des actifs en jeu détermine le pouvoir de validation d'un nœud donné. Les validateurs sont chargés de vérifier et de confirmer les blocs qu'ils n'ont pas créés et risquent de perdre leur mise en jeu en cas de mauvais comportement sur le réseau.

La preuve de consommation est un algorithme de consensus alternatif, qui vise à réduire la consommation d'énergie par rapport à la preuve de travail. La preuve de consommation fonctionne en incitant différemment les mineurs à valider les transactions. Un nœud de réseau utilise les actifs existants plutôt que d'épuiser l'électricité et le matériel, ce qui encourage les mineurs à être de bons acteurs. Par exemple, dans le contexte des crypto-monnaies, les nœuds du réseau utilisent ou "brûlent" les pièces existantes. Plus les mineurs envoient de pièces à consommer, plus ils ont de chances de miner un bloc. En outre, les mineurs reçoivent une récompense chaque fois qu'ils valident et exploitent correctement un bloc. La preuve d'activité est une combinaison des algorithmes de preuve de travail et de preuve de participation, qui fonctionne en rendant la tâche plus difficile au fur et à mesure que le temps s'écoule. Cependant, l'augmentation de la difficulté à exploiter les données entraîne une spirale de la consommation d'énergie et des coûts de matériel.

Ces méthodes ont des inconvénients. Par exemple, la preuve de participation encourage la thésaurisation en raison du lien entre les rendements et le montant détenu en séquestre, plutôt que dépensé pour des transactions. Elle peut également aller à l'encontre de l'objectif de décentralisation en conduisant à une concentration des marchés de validation.

En outre, bien que la blockchain puisse améliorer la transparence, elle ne peut pas imposer le transfert d'actifs physiques. La blockchain peut fournir un compte rendu transparent de l'historique des transactions relatives à un actif donné, et les contrats intelligents peuvent mettre en œuvre le transfert électronique des droits de propriété d'un actif donné, sur la base d'un ensemble de conditions convenues a priori. Cependant, la portée d'un contrat blockchain reste électronique, et le transfert physique d'un actif dépend du respect par le cédant de la promesse de remettre l'actif au cessionnaire. Un système judiciaire qui fonctionne bien est indispensable pour soutenir une mise en œuvre réussie des blockchains et instaurer la confiance dans leur déploiement. En outre, les blockchains ne peuvent pas vérifier l'exactitude des informations sur les entrées, ce qui nécessite une vérification externe avant l'introduction dans une blockchain.

Les blockchains ne règlent pas les contraintes de compatibilité des incitations du secteur public. Si la blockchain est une solution efficace, elle ne tient pas compte des incitations privées auxquelles les agents sont confrontés lorsqu'ils décident de leurs obligations contractuelles. En outre, les blockchains suppriment la capacité des agents à générer des rentes sur la base du contrôle de la garde et de la diffusion des informations. La mise en œuvre est donc susceptible de se heurter à une résistance, ce qui est particulièrement important dans le cas des contrats du secteur public, où l'incapacité à internaliser les avantages positifs de l'adoption de la blockchain est particulièrement coûteuse, et donc l'impact négatif peut être substantiel et réparti sur un grand nombre d'agents. Lorsqu'une blockchain est susceptible de réduire les loyers à recevoir pour un agent qui a le contrôle de la décision d'utiliser ou non une blockchain, il est probable qu'il y ait des coûts initiaux en incitations ou en politique pour pousser la mise en œuvre jusqu'au bout.

5. Une perspective africaine sur l'économie des blockchains

Alors que les blockchains ont gagné en popularité dans de nombreuses économies, plusieurs caractéristiques distinctives sont particulièrement pertinentes dans le contexte africain. Il s'agit de questions fondamentales allant de l'inclusion numérique d'une grande partie du continent aux questions de gouvernance liées au soutien de la mise en œuvre des blockchains de manière équitable.

Les niveaux relativement plus faibles d'accès à Internet, la qualité inférieure des connexions Internet et le coût plus élevé de l'accès en Afrique signifient qu'une part plus faible d'individus participe à l'économie des données par rapport au reste du monde. Ainsi, l'impact des innovations blockchain est susceptible d'être segmenté au niveau des ménages, avec des niveaux d'adoption plus élevés parmi les ménages plus aisés. Cela signifie également que l'impact le plus important des innovations blockchain sera probablement ressenti dans les secteurs qui comportent un élément de bien public ou qui ont le potentiel d'externalités positives. Ces secteurs auraient un avantage direct sur ceux qui sont inclus numériquement, tout en bénéficiant indirectement à ceux qui ne le sont pas. Par exemple, une innovation blockchain qui assure le suivi numérique des registres fonciers est un service public qui accroît la transparence des transactions, et ces registres publics sont bénéfiques pour l'ensemble de la population.

Les faibles niveaux d'accès numérique dans de larges segments de la population africaine signifient également que la plupart des Africains ne sont pas en mesure d'exploiter les données pour augmenter leurs niveaux de productivité, ou de bénéficier directement de l'utilisation des blockchains. En laissant pour compte ceux qui n'ont pas d'accès, les blockchains peuvent contribuer à creuser l'écart entre les niveaux de vie. Le développement de la blockchain doit donc être complété par une augmentation simultanée de l'accès aux données.

Les marchés africains sont caractérisés par de vastes marchés du travail informels. En moyenne, 83 % des emplois en Afrique relèvent du secteur informel, la plus grande part étant occupée par les jeunes.¹⁶ Le rôle central joué par le secteur informel devrait se poursuivre dans un avenir prévisible, car le secteur formel ne crée pas d'emplois assez rapidement pour absorber la population active croissante de l'Afrique. La visibilité de la main-d'œuvre du secteur informel est limitée, et les problèmes d'asymétrie de l'information sont donc particulièrement aigus dans ce secteur, car il est coûteux de surmonter les problèmes de sélection adverse et d'aléa moral. En

outre, les individus de ce secteur sont beaucoup plus susceptibles d'avoir une faible base d'actifs, des niveaux de revenus inférieurs et une plus grande volatilité des revenus que les travailleurs du secteur formel, ce qui réduit leur capacité à fournir des garanties. Par conséquent, le flux de capitaux vers ce secteur est sévèrement restreint. L'intégration de la blockchain pour améliorer la visibilité du secteur informel, à travers le suivi transparent des transactions ou la sécurisation des droits de propriété et d'actifs, pourrait potentiellement avoir un impact transformateur sur le secteur en réduisant les niveaux de rationnement du crédit.

Les monnaies numériques, notamment au sein du marché des crypto-monnaies, prospèrent fortement sur la spéculation, ce qui entraîne une forte volatilité. La volatilité est influencée par le fait que les marchés des crypto-monnaies restent très petits par rapport aux monnaies traditionnelles, et qu'il existe donc une concentration d'individus détenant de grandes quantités de crypto-monnaies. Par exemple, il y a environ 18,9 millions de bitcoins en circulation, contre 288,2 milliards de shillings et 2,2 trillions de dollars en circulation.¹⁷ Les transactions importantes effectuées par ces personnes sont donc susceptibles de provoquer des fluctuations sur le marché.

Les contrats informels et les accords tacites sont courants dans les régions où il existe une incertitude quant au caractère exécutoire des contrats et sont généralement fondés sur une réputation ou un cadre de gouvernance collective au niveau local. Dans ce contexte, l'utilisation de la blockchain peut créer un cadre permettant de renforcer la capacité à contracter. Tout d'abord, elle peut remplacer le rôle critique de la réputation par la transparence, grâce à laquelle la visibilité des obligations contractuelles antérieures entre toutes les parties contractantes est visible pour les tiers. Par conséquent, les coûts liés au non-respect des obligations contractuelles sont considérablement augmentés en raison des répercussions potentielles sur la réputation, ce qui incite fortement les parties à respecter les contrats.

Deuxièmement, l'utilisation de contrats intelligents peut fortement améliorer la capacité de contracter en exécutant automatiquement les actions qui ont été convenues ex ante une fois que certaines conditions préalables ont été remplies. Cela signifie que le contrôle de l'exécution du contrat est retiré aux parties contractantes et que, par conséquent, le contrat est sécurisé. Ces innovations améliorent l'efficacité et sont particulièrement pertinentes dans les pays où les cadres de gouvernance ou l'État de droit sont faibles.

En outre, les innovations blockchain peuvent contribuer à améliorer la gouvernance institutionnelle en renforçant la transparence des processus juridiques et judiciaires, améliorant ainsi la redevabilité des fonctionnaires. Cela peut contribuer à accélérer l'amélioration de la gouvernance sur le continent, où les indicateurs soulignent la nécessité d'améliorer la qualité des institutions et de faire respecter l'État de droit.

Cependant, les contraintes de compatibilité des incitations privées indiquent qu'une intervention réglementaire peut être nécessaire pour introduire l'utilisation des blockchains afin de contribuer à la résolution des problèmes de gouvernance. Les personnes occupant des positions privilégiées en matière d'information ou d'autorité sont souvent en mesure d'extraire des rentes en raison de leur statut. Lorsque les

décisions de mise en œuvre des blockchains relèvent également de leur domaine de contrôle, elles sont dissuadées de mener à bien la mise en œuvre, en raison de la perte significative de gains privés, malgré les propriétés d'amélioration du bien-être des blockchains. Les problèmes de compatibilité des incitations se retrouvent dans les secteurs privé et public, mais les répercussions sur le bien-être sont particulièrement graves dans le secteur public, où les externalités ont tendance à être plus importantes. De ce fait, une intervention externe est nécessaire pour garantir que la mise en œuvre a lieu.

Les économies d'échelle, telles que les exigences minimales en matière de compte et les frais de tenue de compte, ainsi que la localisation des services bancaires de détail classiques dans les quartiers à hauts revenus, jouent contre les populations défavorisées. Selon Kshetri (2017), les solutions basées sur la blockchain peuvent être utilisées pour développer des offres appropriées pour répondre aux besoins des groupes défavorisés, par exemple en permettant des petites transactions à faible coût. Kshetri (2017) affirme également que la combinaison de l'accès décentralisé et du caractère indéfectible, qui rend difficile les transactions opaques qui ont lieu entre les entreprises, les particuliers et les institutions, est susceptible de réduire, voire d'éliminer, les pratiques de prêt frauduleuses telles que les prêts internes.

6. Implications politiques

Alors que les blockchains sont porteuses d'un potentiel transformateur pour l'Afrique, la réalisation de ce potentiel est peu probable sans un cadre politique et réglementaire favorable et propice. Un certain nombre de considérations politiques importantes doivent être prises en compte, comme détaillé dans cette section. Le grand nombre d'individus qui n'ont pas encore de présence numérique, associé aux grandes variations dans la qualité de l'accès aux données, crée une opportunité de mettre en place une infrastructure de données appropriée à mesure que de nouveaux utilisateurs se connectent.

L'environnement réglementaire de la blockchain en Afrique est inégal. Actuellement, aucune autorité de régulation en Afrique n'a publié de réglementation sur l'utilisation de la technologie blockchain.¹⁸ Toutefois, l'île Maurice et le Kenya ont créé des environnements réglementaires de type "bac à sable" afin de fournir aux innovateurs des institutions financières des permis d'exercer. En ce qui concerne la confidentialité des données, 28 pays d'Afrique ont adopté une législation sur la protection des données personnelles.¹⁹

L'attribution des droits et obligations sur les données aux différentes parties prenantes déterminera la croissance et l'équité. L'attribution de droits aux consommateurs peut fournir l'équilibre le plus optimal si elle est complétée par le développement de marchés pour la vente de données. En effet, dans ces conditions, les ménages révéleront de manière appropriée leurs préférences individuelles en termes d'avantages tirés du partage des données par rapport aux coûts de ce partage, et fixeront le prix de leur valeur relative en conséquence. De plus, le paysage réglementaire doit permettre une transparence suffisante pour déterminer le taux de collecte et de distribution des données. Cela permettra de dresser une carte claire du paysage pour comprendre les préoccupations en matière de protection de la vie privée en plus de l'utilisation des données et de la productivité.

Les cadres politiques et réglementaires des blockchains doivent être compatibles avec les incitations. Cela signifie que les cadres doivent internaliser les incitations privées des participants au sein des réseaux blockchain. Par exemple, l'exclusivité des données incite les agents à les conserver pour étouffer la concurrence, ce qui permet aux opérateurs en place d'en tirer profit, mais entraîne également une sous-utilisation des données. Un cadre approprié tiendra compte de ces incitations et mettra en œuvre des politiques qui favorisent le partage des données pour obtenir des résultats plus optimaux.

Une politique blockchain réussie pour l'Afrique doit être une politique intégrée et doit également promouvoir le développement d'un environnement favorable en comblant les lacunes d'accès dans les infrastructures sociales et physiques. Une politique claire visant à combler les écarts en matière d'éducation entre les pays et à l'intérieur de ceux-ci est une base importante nécessaire pour maximiser les avantages de la blockchain. Par ailleurs, l'amélioration des infrastructures et la réduction des coûts d'accès sont des conditions préalables nécessaires à l'augmentation de la productivité.

La confidentialité des données est une composante essentielle de l'environnement politique. La confidentialité présente certaines caractéristiques d'un bien final, apprécié pour lui-même, et d'un bien intermédiaire apprécié à des fins instrumentales. Ce sont des considérations importantes pour un cadre de gouvernance de la blockchain. En tant que bien final, les individus tirent différents niveaux d'utilité du maintien de la confidentialité, avec un spectre allant de ceux qui sont très sensibles à la confidentialité à ceux qui sont très à l'aise avec une présence numérique ouverte.

La réglementation de la vie privée peut avoir des effets inattendus. Les individus sont incités à divulguer des informations favorables et à cacher des informations défavorables ou négatives. Il en résulte des résultats inefficaces. Par conséquent, une interférence réglementaire qui interdit la circulation des informations personnelles peut supprimer les signaux de qualité du marché et introduire des inefficacités. Cependant, les effets de réputation peuvent également conduire à des décisions privées sous-optimales si la divulgation d'informations révèle des informations négatives sur un individu. Par exemple, dans un environnement transparent, la stigmatisation associée à l'enregistrement dans un centre de réadaptation peut dissuader un individu de chercher à se faire soigner.

Le niveau optimal de divulgation de l'information doit tenir compte des préoccupations en matière de redevabilité et de protection de la vie privée. Le théorème de Coase, Coase (1960), stipule que la divulgation ou non de l'information privée d'une personne dépend de la valeur relative des parties intéressées par l'information. Si le commerce d'une externalité est possible et que les coûts de transaction sont suffisamment faibles, la négociation aboutira à un résultat efficace au sens de Pareto, quelle que soit l'attribution initiale des droits de propriété. Ainsi, l'attribution de droits de propriété à l'information et l'autorisation du commerce de l'information sont susceptibles de conduire à un résultat efficace *ex post*.

Bien qu'elles offrent un certain degré de confidentialité, les blockchains privées ne sont pas vraiment décentralisées. En effet, les blockchains privées délèguent à des acteurs spécifiques la vérification des blocs et des transactions. Bien que cela apporte efficacité et sécurité, on peut craindre que les blockchains privées ne soient pas vraiment décentralisées car la vérification des transactions et le contrôle sont remis entre les mains d'une entité centrale. En revanche, les blockchains publiques réduisent la probabilité d'une attaque malveillante, car davantage de personnes font partie du réseau.

D'un point de vue juridique, le caractère exécutoire des contrats blockchain peut se heurter à des problèmes de juridiction, lorsqu'il n'est pas clair où se trouvent les agents. Étant donné que les nœuds d'un grand livre décentralisé peuvent s'étendre sur plusieurs endroits dans le monde, il existe un risque que les transactions effectuées par une organisation relèvent de chaque juridiction dans laquelle un nœud du réseau blockchain est situé, ce qui entraîne un nombre écrasant de lois et de règlements qui pourraient s'appliquer à une certaine transaction. Par exemple, il y a eu des difficultés dans l'application des régimes réglementaires existants sur les crypto-actifs, où dans certains pays, les régulateurs ont interdit les crypto-monnaies, tandis que d'autres ont émis des niveaux variables de réglementation et de mise en garde pour les investisseurs.

Le domicile de l'agent est également important, en particulier du point de vue de la comptabilisation des revenus à des fins fiscales, et de la mise en place de structures appropriées pour l'imposition. Une mauvaise coordination dans l'établissement des cadres fiscaux peut entraîner une imposition multiple, une concurrence ou un conflit entre les autorités dans la comptabilisation des revenus ou des gains d'actifs au sein des réseaux blockchain, aux fins de l'établissement des bases d'imposition.

L'absence de coordinateur centralisé augmente la vulnérabilité des blockchains aux fluctuations volatiles et limite la capacité d'une autorité centrale à intervenir en raison de cette volatilité. Cette propriété est particulièrement présente sur les marchés des crypto-monnaies. Elle soulève la préoccupation que sans une réglementation appropriée, il pourrait potentiellement y avoir des fluctuations de volatilité réduisant le bien-être, et plaide en faveur d'une autorité de régulation. Cependant, les crypto-monnaies, par nature, n'ont pas de juridiction légale et réglementaire spécifique en raison de leur portabilité mondiale, ce qui rend difficile pour les décideurs politiques de développer une réglementation des crypto-monnaies. De surcroît, les crypto-monnaies ont des valeurs sous-jacentes qui ne sont pas soumises aux réglementations existantes.

Une infrastructure adéquate doit mettre en œuvre des contrôles et des équilibres pour éviter la discrimination fondée sur les données. Si les innovations fondées sur les données sont souvent considérées comme un développement positif, les biais discriminatoires intégrés dans ces technologies ont le potentiel de créer des inégalités raciales et sociales. Plus précisément, lors de l'exécution des algorithmes, les données peuvent être mal sélectionnées, incorrectes, incomplètes ou périmées, et peuvent même intégrer des biais historiques, par exemple dans le cas d'une sélection d'emploi basée sur des données de recrutement antérieures. En outre, étant donné que les décisions de programmation sont généralement des jugements humains, des préoccupations concernant la conception de l'algorithme qui utilise les données sont souvent soulevées.

7. Conclusion

Les blockchains ont connu une croissance rapide depuis leur première application avec l'invention des marchés de crypto-monnaies il y a un peu plus d'une décennie, et leur potentiel d'applications supplémentaires semble infini. Dans ce document de référence, nous avons examiné l'état actuel des blockchains en Afrique et étudié les éléments économiques sous-jacents des réseaux de blockchains. En outre, nous avons examiné les aspects économiques des blockchains qui sont particulièrement pertinents dans un contexte africain.

Les implications politiques des blockchains touchent à certaines dimensions importantes. Il est impératif de mettre en place un cadre politique et réglementaire propice et favorable pour exploiter le potentiel inexploité des blockchains. Ces cadres doivent être compatibles avec les incitations, et donc internaliser les incitations des agents au sein des réseaux, faute de quoi la mise en œuvre d'applications présentant des externalités positives potentiellement massives pourrait échouer, en particulier dans un contexte de blockchain publique. En outre, les cadres doivent tenir compte des préférences individuelles des agents en matière de confidentialité des données au sein des réseaux blockchain, où l'attribution de droits et d'obligations sur les données sera un facteur déterminant de la croissance et de l'équité. L'attribution de droits aux consommateurs, complétée par le développement de marchés pour la vente de données, pourrait permettre d'obtenir un résultat efficace de type Pareto.

La recherche sur les blockchains est encore embryonnaire, et la théorie économique des réseaux de blockchains est loin d'être bien établie. Des recherches supplémentaires sur l'économie des blockchains sont nécessaires pour contribuer à la littérature croissante. Ces articles intégreront par nécessité un élément de dynamique des réseaux informatiques issu de l'informatique, en termes d'efficacité, de capacité technique et de déficiences inhérentes aux réseaux d'utilisateurs anonymes. De plus, la littérature continuera à explorer les nouvelles incitations économiques qui découlent des interactions au sein des réseaux distribués. Par exemple, si les réseaux de blockchain règlent le problème de l'établissement de la confiance au sein des réseaux distribués et du maintien de données exactes dans ces réseaux, ils le font au prix d'une vérification coûteuse. Bien que des alternatives à cette vérification coûteuse soient en cours d'expérimentation, il n'y a pas de solution claire, et cela reste un domaine de recherche actif.

Remarques

1. Toute correspondance relative à cet article doit être adressée au Dr Aaron Thegeya. Courriel : athegeya@gmail.com. Cet article a été financé par une subvention du Consortium pour la recherche économique en Afrique (CREA).
2. La population bancarisée est définie comme les individus, âgés de 15 ans et plus, qui ont un compte dans une institution financière ou auprès d'un fournisseur de services d'argent mobile.
3. Toute l'Afrique, Comment l'hyperinflation favorise l'adoption des crypto-monnaies en Afrique ; <https://allafrica.com/stories/202109100733.html> .
4. Les jeunes entreprises africaines spécialisées dans la blockchain comprennent BitPesa et Bitsoko au Kenya, la bourse de bitcoins BTCGhana au Ghana et Luno, Ice3X et GeoPay en Afrique du Sud.
5. Voir <https://coinmarketcap.com>.
6. Conseil de recherche de l'Atlantique : Suivi des monnaies numériques des banques centrales (CBDC) <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>
7. Total des nœuds bitcoin accessibles qui étaient actifs au 6 août 2021; <https://bitnodes.io/>.
8. UN.org : Les pays africains adoptent la biométrie et l'identité numériques.
9. <https://www.un.org/africarenewal/magazine/february-2021/african-countries-embracing-biometrics-digital-ids>
10. Selon les estimations d'Acuity Market Intelligence .
11. Biométrie - Trajectoire du marché mondial et analyses 2020.
12. GSMA, Initiative pour l'identité numérique du Commonwealth.
13. La Guinée équatoriale, le Tchad, le Sud-Soudan, la Zambie, l'Angola, l'Éthiopie, l'Érythrée, le Nigeria et la Somalie.

14. Comment les coûts de l'Internet aux États-Unis se comparent-ils à ceux du reste du monde ? Voir : <https://www.broadbandsearch.net/blog/internet-costs-compared-worldwide>.
15. Voir Russell Ackoff, la pyramide des données, de l'information, des connaissances et de la sagesse (DIKW).
16. Digiconomist.net : L'indice de consommation d'énergie des bitcoins de l'université de Cambridge
17. Office national des statistiques du Kenya, Enquête économique, 2020, p. 44.
18. Le total des shillings kényans en circulation est donné par la Banque centrale du Kenya, enquête sur les sociétés de dépôt, <https://www.centralbank.go.ke/statistics/monetary-finance-statistics/> ; le total des devises américaines en circulation se trouve sur <https://fred.stlouisfed.org/series/CURRCIR> ; le nombre total de bitcoins en circulation se trouve sur <https://www.blockchain.com/charts/total-bitcoins>.
19. Baker McKenzie, Blockchain et crypto-monnaies en Afrique : Un résumé comparatif de la réception et de la réglementation de la Blockchain et des crypto-monnaies en Afrique, 2018.
20. CNUCED, Base de données sur la législation en matière de protection des données et de la confidentialité.

Références

- Acquisti, A., Taylor, C. and L. Wagman. 2016. “The economics of privacy”. *Journal of Economic Literature*, 54(2): 442–92.
- Akerlof, G.A. 1978. “The market for lemons: Quality uncertainty and the market mechanism”. In *Uncertainty in economics* (pp. 235–251). Academic Press.
- Cecere G., Le Guel F., Manant M. and N. Soulié. 2017. “The economics of privacy”. In *The New Palgrave Dictionary of Economics*. London: Palgrave Macmillan.
- Chellappa, R.K. and G.R. Sin. 2005. “Personalization versus privacy: An empirical examination of the online consumer’s dilemma”. *Information Technology and Management*, 6(2): 181–202.
- Chen, L., Cong, L.W. and Y. Xiao. 2021. “A brief introduction to blockchain economics”. In *Information for Efficient Decision Making: Big Data, Blockchain and Relevance* (pp. 1–40).
- Chiu, J. and T.V. Koepl. 2017. *The economics of cryptocurrencies–bitcoin and beyond*. Working Paper 3048124, SSRN.
- Friedman, E.J. and Resnick, P. 2001. “The social cost of cheap pseudonyms”. *Journal of Economics and Management Strategy*, 10(2): 173–199.
- Gans, J.S. and N. Gandal. 2019. *More (or less) economic limits of the blockchain* (No. w26534). National Bureau of Economic Research.
- Halaburda, H., Haeringer, G., Gans, J.S. and N. Gandal. 2020. *The microeconomics of cryptocurrencies* (No. w27477). National Bureau of Economic Research.
- Kenya National Bureau of Statistics. 2020, *Economic Survey*, Nairobi: Kenya National Bureau of Statistics.
- Kshetri, N. 2017. “Potential roles of blockchain in fighting poverty and reducing financial exclusion in the global south”. *Journal of Global Information Technology Management*.
- Romer, P. 1990. “Endogenous technological change”. *Journal of Political Economy*, 98(5): S71–S102.
- Rothschild, M. and J. Stiglitz. 1978. “Equilibrium in competitive insurance markets: An essay on the economics of imperfect information”. In *Uncertainty in economics* (pp. 257–280). Academic Press.
- World Bank. 2021. *Minimum data consumption: How much is needed to support online activities, and is it affordable? Analytical Insights*. World Bank, Washington, DC.



Mission

Renforcer les capacités des chercheurs locaux pour qu'ils soient en mesure de mener des recherches indépendantes et rigoureuses sur les problèmes auxquels est confrontée la gestion des économies d'Afrique subsaharienne. Cette mission repose sur deux prémisses fondamentales.

Le développement est plus susceptible de se produire quand il y a une gestion saine et soutenue de l'économie.

Une telle gestion est plus susceptible de se réaliser lorsqu'il existe une équipe active d'économistes experts basés sur place pour mener des recherches pertinentes pour les politiques.

www.aercafrica.org/fr

Pour en savoir plus :



www.facebook.com/aercafrica



www.instagram.com/aercafrica_official/



twitter.com/aercafrica



www.linkedin.com/school/aercafrica/

Contactez-nous :

Consortium pour la Recherche Économique en Afrique
African Economic Research Consortium

Consortium pour la Recherche Économique en Afrique

Middle East Bank Towers,

3rd Floor, Jakaya Kikwete Road

Nairobi 00200, Kenya

Tel: +254 (0) 20 273 4150

communications@aercafrica.org