



**HAL**  
open science

# Une meilleure rémunération des mineurs : un effet positif sur la performance financière des cryptomonnaies

Élise Alfieri, Yann Ferrat

## ► To cite this version:

Élise Alfieri, Yann Ferrat. Une meilleure rémunération des mineurs : un effet positif sur la performance financière des cryptomonnaies. *Innovations - Revue d'économie et de management de l'innovation*, 2022, pp.I129-XXVI. 10.3917/inno.pr2.0129 . hal-03670074

**HAL Id: hal-03670074**

**<https://hal.science/hal-03670074>**

Submitted on 17 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Une meilleure rémunération des mineurs : un effet positif sur la performance financière des cryptomonnaies

**Élise ALFIERI**

*Université Paris Est Créteil  
Institut de Recherche en Gestion (EA 2354)  
elise.alfieri@u-pec.fr*

**Yann FERRAT**

*OFI Asset Management  
Université Grenoble Alpes  
Centre d'Études et de Recherches Appliquées à la Gestion  
yferrat@ofi-am.fr  
yann.ferrat@univ-grenoble-alpes.fr*

## RÉSUMÉ

Pour faire face au système financier fragilisé, l'écosystème innovant des cryptomonnaies et de la blockchain semble être une alternative. En plus d'une gouvernance décentralisée, les cryptomonnaies offrent une exposition aux dimensions sociales. Nous posons ainsi la question suivante : existe-t-il un cercle vertueux entre performance extra-financière et financière pour les cryptomonnaies ? Nous analysons ainsi la performance sociale, une dimension extra-financière, à travers la rémunération des mineurs. En utilisant un échantillon de cryptomonnaies entre 2015 et 2021, nous réalisons une analyse de portefeuille constitué en fonction de la rémunération des mineurs et utilisons un modèle en données de panel. Cette double approche permet d'étudier la relation à l'échelle macro et microéconomique, renforçant la robustesse des inférences. Nos résultats montrent que la relation performance sociale et boursière est positive.

Ainsi, un partage de la valeur ajoutée accrue pour une cryptomonnaie semble être synonyme de performance financière plus élevée.

**MOTS CLÉS :** Bitcoin, Cryptomonnaies, Partage de la valeur ajoutée, Performance sociale, Rendements boursiers

**CODES JEL :** C58, G14, G19, M14

## ABSTRACT

### **The Larger Compensation for Miners: The Higher Positive Effect on the Financial Performance of Cryptocurrencies**

To cope with the weakened financial system, the innovative ecosystem of cryptocurrencies and the blockchain seem to emerge as alternative solutions. While they offer a decentralized governance, cryptocurrencies also provide exposure to social dimensions. We thus pose the following research question: is there a virtuous circle between extra-financial and financial performance for cryptocurrencies? To answer this question, we analyze the social performance, an extra-financial dimension, through miners' compensation. Using a sample of cryptocurrencies between 2015 and 2021, we follow two econometric modeling approaches, namely portfolios constituted based on miner compensation and a panel regression model. This dual approach allows an analysis of the relationship at the macro and microeconomic level as well as enhancing the robustness of our inferences. Our results show that the social and financial performance relationship is positive. Thus, enhanced value sharing in the cryptocurrency landscape appears synonymous of greater financial performance.

**KEYWORDS:** Bitcoin, Cryptocurrencies, Value Sharing, Social Performance, Returns

**JEL CODES:** C58, G14, G19, M14

Lors des crises des marchés financiers, la centralisation des institutions bancaires et financières a fait débat (Carroll, Bellotti, 2015). Les ménages remettent en question la légitimité de ces institutions dont le pouvoir est souvent concentré. Ce fut notamment le cas lors des trois crises majeures du vingt-et-unième siècle ; celle de la *bulle internet* dans les années 2000, celle des *subprimes* en 2009 ou la plus récente en 2020. Pour pallier cette centralisation, des innovations sociales voient le jour et proposent des alternatives décentralisées qui reposent sur des technologies nouvelles (Gomber *et al.*, 2018).

Les cryptomonnaies sont des actifs financiers universels et immatériels, fonctionnant de manière indépendante de toute tierce partie. Elles sont échangées entre utilisateurs par l'intermédiaire d'un système décentralisé

(*peer-to-peer*) basé sur la technologie *blockchain* (Chokor, Alfieri, 2021). Ainsi, les cryptomonnaies et leur technologie sous-jacente, la *blockchain*, peuvent être considérées comme une innovation à vocation sociale. Les échanges directs de pair à pair sans l'intervention d'un intermédiaire étayent ces propos (Assadi, 2018). Les conclusions mises en avant par Corbet *et al.* (2020) ont démontré l'attrait croissant pour cette décentralisation de la part des investisseurs en période d'incertitude. En effet, leurs résultats montrent que le nombre d'individus détenant des cryptomonnaies n'a cessé d'augmenter suite à la crise du COVID-19.

Si les cryptomonnaies peuvent attirer les individus en quête de décentralisation, elles peuvent aussi susciter l'intérêt d'autres types d'investisseurs. En l'occurrence, l'utilité des investisseurs éthiques augmente par l'intégration des dimensions environnementales et sociales dans les décisions d'investissements (Dupré *et al.*, 2009). En effet, la littérature théorique souligne que les cryptomonnaies peuvent aussi promouvoir des enjeux sociétaux (Michel, Hudon, 2015). Parmi ces enjeux, nous pouvons noter le partage de la valeur ajoutée ainsi que l'inclusion sociale (Seyfang, Longhurst, 2013). En favorisant, ces aspects nous pensons que les cryptomonnaies peuvent augmenter leur base d'investisseurs et donc leurs valorisations. Cette affirmation s'ancre dans les travaux de Merton (1987).

Naturellement, nous nous posons la question suivante : existe-t-il un cercle vertueux entre performance extra-financière et financière pour les cryptomonnaies ? Du fait du profil risque-rentabilité très particulier des cryptomonnaies, de nombreux travaux s'intéressent à la performance financière (Brière *et al.*, 2015 ; Burniske, White, 2017 ; Alfieri *et al.*, 2019). Ces études mettent en avant le pouvoir de diversification des cryptomonnaies. En effet celles-ci ne sont pas corrélées aux autres classes d'actifs (actions, obligations, monnaies) (Yermack, 2015 ; Brière *et al.*, 2015 ; Bouri *et al.*, 2016 ; Baur *et al.*, 2016). Ainsi les investisseurs institutionnels sont fortement intéressés par l'intégration des cryptomonnaies dans leurs portefeuilles. De plus, ces investisseurs ont développé une tendance à donner un sens extra-financier à leurs investissements. Cependant, à notre connaissance, la relation performance extra-financière et financière des cryptomonnaies n'a pas été encore abordée (Dierksmeier, Seele, 2018). Pourtant l'investissement responsable est une thématique porteuse dans le monde académique et professionnel (Fatemi, Fooladi, 2013). De plus, les cryptomonnaies sont des actifs intangibles par nature qui ne génèrent ni flux de trésorerie ni ne versent de dividendes. Étant donné que le prix de ces actifs semble étroitement lié à leur attractivité (Sovbetov, 2018),

favoriser les dimensions environnementales et sociales peut être source de valorisation financière accrue. Malgré une empreinte environnementale conséquente (Krause, Tolaymat, 2018 ; Mbarek *et al.*, 2019) et une ambiguïté sur le financement d'activités controversées (Foley *et al.*, 2019), nous pensons que les cryptomonnaies peuvent contribuer à la dimension sociale tout en générant des rendements pour les investisseurs.

En utilisant un échantillon de 16 cryptomonnaies entre 2015 et 2021, nous examinons la relation prédictive entre performance sociale et boursière. Nous mesurons la performance sociale via la rémunération par bloc, un ensemble de transactions en cryptomonnaies. Nous considérons qu'une rémunération par bloc plus élevée peut être assimilée à une performance sociale plus élevée. En effet, la rémunération du mineur est une mesure relative au partage de la valeur ajoutée et participe à l'inclusion sociale d'une partie prenante. Deux approches permettent l'analyse de cette relation (Edmans, 2011). La première repose sur l'analyse de deux portefeuilles constitués en fonction de la rémunération des mineurs, conforme à celle réalisée par Derwall *et al.* (2005). Pour la seconde, nous employons un modèle de régression en panel avec des effets fixes par cryptomonnaie, similaire à l'analyse menée par Cardebat et Dardour (2013). L'utilisation de ces deux approches complémentaires permet des inférences au niveau micro et macroéconomique quant à la relation entre performance sociale et financière, tout en augmentant la crédibilité de nos inférences. Nos résultats empiriques vont à l'encontre de la théorie moderne du portefeuille (Markowitz, 1952) qui souligne que les investisseurs ne peuvent pas générer de surperformance sur le long terme. En effet, un investisseur détenant seulement les cryptomonnaies avec une rémunération des mineurs plus élevée obtiendra des rendements anormaux positifs et significatifs. Cette affirmation doit être toutefois nuancée, étant donné sa validité seulement quand les actifs sont pondérés par leur capitalisation boursière. Toutefois, nous confirmons ces résultats en ayant recours à une modélisation des données en panel. En contrôlant pour d'autres variables explicatives des rendements futurs, nos résultats montrent également un effet positif. L'augmentation de 1 % de la rémunération par bloc induit une augmentation des rendements hebdomadaires futurs de 0,015 %, soit environ 0,78 % par an. Ces deux résultats mettent en évidence l'inefficience du marché des cryptomonnaies quant à l'intégration de la performance sociale dans les prix des actifs. Ce résultat est conforme aux conclusions d'autres études (Le Tran, Leirvik, 2020).

Les résultats de nos recherches contribuent à la littérature académique de deux points de vue. Au niveau empirique, nous confirmons la pertinence du modèle de Shen *et al.* (2020) et Jia *et al.* (2021) dans l'explication des rentabilités futures des cryptomonnaies. Au niveau méthodologique, nous introduisons une échelle de mesure nouvelle et innovante de la performance sociale rapportée aux cryptomonnaies basée sur la rémunération des mineurs. De plus, nos résultats ont des implications pour l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème des cryptomonnaies. En effet, les investisseurs éthiques en cryptomonnaies peuvent générer simultanément une performance sociale et financière de leurs investissements. D'autre part, cette relation positive peut également inciter les fondateurs de nouvelles cryptomonnaies à intégrer une dimension sociale dans leur projet. Enfin, la relation positive obtenue suggère que les décideurs politiques pourraient militer pour une rémunération minimum des mineurs sans impact négatif sur la performance financière des cryptomonnaies.

Le reste de l'article est structuré comme suit. Dans une première partie, nous introduisons le cadre théorique et formulons nos hypothèses de recherche. Ensuite, nous présentons l'échantillon, les variables étudiées ainsi que les modèles économétriques employés afin de tester nos hypothèses. Dans la troisième partie, nous exposons les résultats de recherche et les discutons. Enfin, une conclusion générale aborde les contributions et les implications de notre recherche dans la dernière partie.

## **La relation entre la performance sociale et boursière**

Depuis la fin du vingtième siècle, la relation entre performance sociale et boursière a été source de nombreux débats académiques. D'un côté, certains chercheurs considèrent que la performance sociale engendre un coût supplémentaire que les bénéfices ne pourront compenser (Aupperle *et al.*, 1985). *A contrario*, une littérature plus récente suggère que des avantages compétitifs peuvent être acquis au travers de l'implication sociale (Turban, Greening, 1997). Enfin, l'absence de relation significative fait aussi sens si les investisseurs considèrent la performance sociale comme non pertinente. Cette conceptualisation théorique, avec des hypothèses concurrentes, est classique dans la littérature (Friede *et al.*, 2015).

Jusqu'à présent, les théories existantes ont été développées dans le cadre des entreprises (Clarkson, 1995). Toutefois, nous pensons qu'une

transposition aux cryptomonnaies est possible. En effet, les cryptomonnaies n'ont pas d'employés en tant que tel mais une analogie peut être faite entre les mineurs des cryptomonnaies et les "employés" d'une société ubérisée (Hall, Krueger, 2018). En effet, les mineurs sont un maillon essentiel de la chaîne des valeurs des cryptomonnaies. Leur rôle consiste à confirmer un bloc de transaction qui donne ensuite lieu à une récompense en cryptomonnaie (Biais *et al.*, 2019). Nous considérons que cette récompense peut être assimilée à une rémunération. Les mineurs sont libres de mettre à disposition leur puissance de calcul, incités par ce mécanisme de rémunération. L'idée principale est de décentraliser le pouvoir de validation des transactions en proposant un mécanisme démocratisé et accessible à n'importe quel utilisateur tant qu'il a un accès à Internet.

Dans le cadre théorique que nous proposons, nous essayons de transposer les théories existantes aux cryptomonnaies afin de formuler nos hypothèses de recherche.

### **La performance sociale engendre des coûts supplémentaires**

La perspective néoclassique de l'économie met en évidence un effet négatif entre performance sociale et boursière. En effet, la « main invisible » d'Adam Smith devrait garantir des solutions Pareto-optimales sur les marchés. Dans ce contexte, les entreprises qui réduisent leurs externalités (négatives) entraveront leur compétitivité et subiront un coût financier important. Friedman (1970) affirme que la seule partie prenante à prendre en compte est l'actionnaire. Cette approche tente de persuader les entreprises à utiliser leurs ressources financières uniquement pour accroître leur rentabilité et générer des profits. Toute autre utilisation est considérée destructrice de valeur pour l'actionnaire.

Globalement, cette perspective considère la performance sociale comme un fardeau économique. En effet, les entreprises doivent faire un compromis entre performance sociale et financière, entre utilité des actionnaires et bien-être des parties prenantes. Dans le cas contraire, la charge administrative et les coûts de mise en conformité encourus nuiront aux performances économiques de l'entreprise (Aupperle *et al.*, 1985). Walley et Whitehead (1994) illustrent cette intuition notamment en mettant en avant les coûts démesurés de mise en place de mesures de réduction de pollution pour les entreprises du secteur pétrolier. *In fine*, cela conduit à des désavantages concurrentiels pour une entreprise vis-à-vis de ses pairs.

L'analogie avec l'écosystème des cryptomonnaies est la suivante. Dans cet article, nous étudions la performance sociale à travers la rémunération des mineurs, soit un nombre de cryptomonnaies pour le travail fourni. Lors de la confirmation d'un bloc de transactions, le mineur « gagnant » reçoit des cryptomonnaies créées par le protocole informatique. Ainsi, cette création monétaire a un impact négatif pour l'investisseur. En effet, une dilution de son capital initial est subie suite à chaque confirmation de bloc. Pour une cryptomonnaie A dont la rémunération des mineurs est plus élevée que la cryptomonnaie B, le stock de cryptomonnaie A va augmenter plus que le stock de cryptomonnaie B. Ainsi, une rémunération des mineurs plus élevée contribue, *ceteris paribus*, à augmenter le nombre de cryptomonnaies en circulation. Cette augmentation d'offre induit une diminution de la rareté qui devrait nuire aux valorisations (Chiu, Wong, 2014). Ainsi, nous suggérons l'hypothèse qu'une performance sociale plus élevée se verra pénalisée par les marchés.

*Hypothèse 1* : La performance sociale d'une cryptomonnaie influence négativement ses rendements futurs.

## **La performance sociale, source d'avantages concurrentiels**

Plus récemment, l'importance des relations avec les parties prenantes dans le succès des entreprises a été souligné (Fatemi *et al.*, 2015). En effet, la théorie des parties prenantes suggère que les entreprises qui maximisent le bien-être social seront plus profitables sur le long terme (Freeman, 1984) et obtiendront un avantage compétitif (Alexander, Buchholz, 1978). L'acquisition d'un avantage concurrentiel, par le biais des relations avec les employés, s'inscrit aussi dans la théorie fondée par les ressources (Barney, 1991). Lorsque les ressources humaines sont rares, inimitables et non substituables, elles peuvent servir de base à un avantage concurrentiel durable et à la capacité d'une entreprise à réaliser des bénéfices supérieurs à ses concurrents (Greening, Turban, 2000).

Un champ de la littérature s'est intéressé à l'effet de relations privilégiées avec les employés sur la performance des entreprises. En maintenant de bonnes relations, les entreprises peuvent attirer de nouveaux employés et retenir ceux de qualité (Pfeffer, 1994). Privilégier cet aspect permet ainsi d'augmenter leur loyauté, réduire le taux de rotation du personnel et préserver les connaissances, ce qui mène à une productivité plus importante (Huselid, 1995). Les études empiriques ont montré que

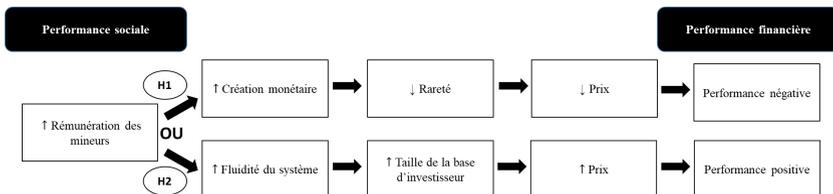
ces avantages concurrentiels se traduisent par une performance boursière accrue (Edmans, 2011).

Grâce à une rémunération par bloc confirmé plus élevée, nous pensons que les cryptomonnaies peuvent attirer un nombre plus élevé de mineurs souhaitant confirmer les transactions. En effet, à travail égal, un mineur préférera confirmer les transactions des cryptomonnaies offrant la rémunération la plus importante. Cette augmentation du nombre de mineurs disponibles permet une réduction du délai de confirmation et une fluidité du système accrue. Cette instantanéité des transactions devrait plaire aux investisseurs qui seront plus nombreux. Comme mis en évidence par Merton (1987), l'augmentation de la base d'investisseurs mènera à une valorisation financière plus élevée par une pression sur la demande. Ainsi, nous suggérons l'hypothèse concurrente qu'une relation positive entre performance sociale et boursière peut être envisagée.

*Hypothèse 2* : La performance sociale d'une cryptomonnaie influence positivement ses rendements futurs.

La dualité des hypothèses de recherche est illustrée dans la figure 1. D'une part, l'hypothèse 1 soutient qu'une rémunération plus élevée des mineurs aurait un impact sur l'offre menant ainsi à une performance financière négative. D'autre part, l'hypothèse 2 est quant à elle basée sur une pression sur la demande et suggère qu'une rémunération plus élevée mènerait à une performance financière positive. On note toutefois que les deux hypothèses que nous avons introduites considèrent implicitement que la performance sociale est pertinente pour les investisseurs du marché des cryptomonnaies et que le marché des cryptomonnaies n'est pas efficient quant à la performance sociale. Dans le cas contraire, une relation non significative entre performance sociale et boursière peut aussi être découverte ; nous obtiendrions ainsi une relation neutre.

**Figure 1 - Dualité des hypothèses**



Cette figure présente les deux hypothèses concurrentes de la relation entre performance financière et sociale pour le marché des cryptomonnaies. Ce cheminement théorique s'ancre dans la théorie néoclassique de l'économie (H1) et la théorie des parties prenantes (H2).

## Échantillon et méthodologie

Cette partie présente la constitution de notre échantillon, les variables étudiées et leurs constructions ainsi que les modèles économétriques employés dans cet article.

### Constitution de l'échantillon

Afin de tester nos hypothèses de recherche, nous constituons un échantillon de données historiques et relatif aux cryptomonnaies. Pour ce faire, nous avons extrait des données de marché du site *Coin Metrics*<sup>1</sup>. Les champs *AdrActCnt*, *BlkCnt*, *CapMrktCurUSD*, *PriceUSD* et *RevUSD* ont été extraits pour les 110 cryptomonnaies de la base de données et sont détaillés dans le tableau 1.

**Tableau 1 – Description des champs extraits de Coin Metrics**

Champs	Description
AdrActCnt	Le nombre unique d'adresses actives
BlkCnt	Le nombre de blocs créés
CapMrktCurUSD	La capitalisation boursière libellée en dollars
PriceUSD	Le prix libellé en dollars
RevUSD	La somme des revenus des mineurs en dollars

Ce tableau présente les différents champs extraits de la base de données de Coin Metrics. L'ensemble de ces champs ont été téléchargés en fréquence journalière par cryptomonnaie. Ces champs sont ensuite utilisés afin de construire les variables employées dans les modèles économétriques.

Le champ *RevUSD*, soit la somme des revenus des mineurs, n'étant pas disponible pour l'ensemble des 110 cryptomonnaies, notre échantillon a été restreint à 16 actifs. Les cryptomonnaies étudiées sont donc : Bitcoin Cash (BCH), Bitcoin (BTC), Bitcoin Gold (BTG), Bitcoin SV (BSV), Dash (DASH), Decred (DCR), DigiByte (DGB), Dogecoin (DOGE), Ethereum Classic (ETC), Ethereum (ETH), Litecoin (LTC), PIVX (PIVX), Vertcoin (VTC), Tezos (XTZ), Verge (XVG) et Zcash (ZEC).

L'étude de données hebdomadaires est préconisée dans la littérature des cryptomonnaies (Liu *et al.*, 2019). Les champs extraits étaient disponibles en fréquence journalière, nous avons donc procédé à une transformation

1. Les données sont téléchargeables via le site <https://coinmetrics.io/>. Cette source de données est largement utilisée dans la littérature (*i.e.* Aloosh, Ouzan, 2020 ; Chen, 2021 ; Nguyen *et al.*, 2018).

afin de les convertir en fréquence hebdomadaire. En effet, la moyenne des adresses actives pendant la semaine pour le champ *AdrActCnt* (le nombre unique d'adresses actives) et la somme hebdomadaire pour les champs *BlkCnt* (le nombre de blocs créés) et *RevUSD* (la somme des revenus des mineurs en dollars) sont employés dans l'étude. Ainsi, notre échantillon est un panel non balancé qui couvre 313 semaines, du 29 décembre 2014 au 28 décembre 2020, pour 16 cryptomonnaies, soit au total 3 730 observations.

## Construction des variables

L'ensemble des variables qui constituent notre échantillon sont décrites dans le tableau 2. Le passage des champs extraits aux variables utilisées est décrit dans cette sous-partie.

**Tableau 2 - Description des variables**

<b>Variable</b>	<b>Description</b>
<b>Rendements</b>	Rendements hebdomadaires des cryptomonnaies.
<b>CRIX</b>	Rendements hebdomadaires de l'indice des cryptomonnaies CRIX.
<b>Capitalisation</b>	Logarithme népérien de la capitalisation des cryptomonnaies.
<b>Momentum</b>	Rendements hebdomadaires précédents des cryptomonnaies.
<b>Sentiment</b>	Logarithme népérien de la fréquence hebdomadaire des recherches en lien avec les cryptomonnaies (Google Trend).
<b>AdressesActives</b>	Logarithme népérien de la moyenne des adresses actives durant la semaine des cryptomonnaies.
<b>Rémunération</b>	Logarithme népérien des rémunérations par bloc des mineurs par cryptomonnaie.

Ce tableau présente les variables de notre échantillon qui sont analysées et utilisées dans le modèle de régression (4).

La responsabilité sociétale des organisations se mesure souvent à l'aide des normes mises en place ainsi qu'une évaluation de la gestion des risques extra-financiers (Loukil, 2009). Dans le cadre des cryptomonnaies, il n'existe pas de normes extra-financières établies et la mesure de la performance sociale d'une cryptomonnaie s'avère donc complexe. Nous pensons que la rémunération permet de tenir compte du partage de la valeur ajoutée auprès des mineurs. La rémunération du mineur s'apparente au salaire

versé par une entreprise à son employé. Pour des raisons de comparabilité à travers les cryptomonnaies, nous normalisons le champs  $RevUSD$  par le champs  $BlkCnt$ , comme ci-dessous.

$$Rémunération_t = \frac{RevUSD_t}{BlkCnt_t} \quad (1)$$

Ainsi, la performance sociale s'évalue via la rémunération par bloc, comparable à un salaire horaire. Étant donné qu'une rémunération par bloc plus élevée représente un travail mieux rémunéré, les cryptomonnaies affichant des valeurs plus élevées contribuent positivement à l'inclusion sociale.

Afin de mesurer la performance boursière, nous utilisons les données de marché fournies par *Coin Metrics*. Nous calculons les rendements hebdomadaires des cryptomonnaies comme suit :

$$Rendements_t = \log(PriceUSD_t) - \log(PriceUSD_{t-1}) \quad (2)$$

Afin de dissocier l'impact de performance sociale d'autres variables explicatives, nous construisons des variables contrôle propres au marché des cryptomonnaies. En cohérence avec le modèle introduit par Shen *et al.* (2020), nous utilisons le marché, la capitalisation boursière et le *momentum* comme variable de contrôle. Les rendements hebdomadaires d'un indice de cryptomonnaies, le *CRyptocurrencyIndeX* (CRIX) (Trimborn, Härdle, 2018)<sup>2</sup>, sont employés pour représenter l'indice de marché. Les rendements du CRIX sont calculés de la même manière que ceux des cryptomonnaies. Une transformation logarithmique de la capitalisation boursière est utilisée pour la variable *Capitalisation*. Cette transformation permet à la variable d'être distribuée de manière quasi-normale. Le *Momentum* est, quant à lui, obtenu en calculant les rendements hebdomadaires de la semaine précédente pour chaque cryptomonnaie.

D'autres variables explicatives des rendements ont été suggérées récemment, par exemple, le sentiment des investisseurs. Afin de construire la variable *Sentiment*, nous employons le logarithme népérien de la fréquence hebdomadaire des recherches en lien avec les cryptomonnaies, comme préconisé par Liu et Tsyvinski (2021). Nous utilisons le moteur de recherche Google Trend qui permet d'extraire la fréquence de recherche des mots clés suivants : *cryptocurrencies*, *cryptocurrency*, *blockchain*, *bitcoin*,

2. Les données sont extraites du site <https://thecrix.de>. L'indice CRIX est un indice capi-pondéré d'environ une vingtaine des cryptomonnaies dominantes. La méthodologie complète de la constitution de l'indice est disponible sur leur site web.

*litecoin, ethereum*. Afin de tenir compte de la base d'investisseurs (Merton, 1987), nous employons le nombre d'adresses actives par cryptomonnaies. La variable *AdressesActives* s'obtient par le logarithme népérien de la moyenne des adresses actives durant la semaine par cryptomonnaie.

Le tableau 3 présente les statistiques descriptives de l'échantillon étudié. Au regard des coefficients d'asymétrie et d'aplatissement, la distribution de la majorité des variables s'approche fortement d'une loi normale. Ainsi, la transformation logarithmique des variables *Capitalisation*, *Sentiment*, *AdressesActives* et *Rémunération* s'avère justifiée. Toutefois, les variables *Momentum* et *Rendements*, qui représentent des rendements de cryptomonnaie, suivent une distribution de type leptokurtique. Cette constatation est conforme aux études sur les cryptomonnaies (Gyamerah, 2019). Les statistiques descriptives relatives au CRIX soulignent l'impact positif de la diversification. En effet, son écart-type (11 %) est inférieur à celui des rendements des cryptomonnaies seules (18 %) pour des moyennes et médianes semblables. Enfin, la dispersion élevée de la variable *Rémunération* permettra une segmentation des cryptomonnaies en fonction de leur performance sociale aisée.

## Modèles économétriques

Afin d'étudier la relation prédictive de la performance extra-financière sur la performance boursière, les chercheurs préconisent deux méthodes (Edmans, 2011). La première repose sur la construction de portefeuilles, mutuellement exclusifs, et l'analyse des rendements ajustés au risque. Cette méthode permet des inférences au niveau macroéconomique. Pour cette approche, nous scindons notre échantillon en deux sous-groupes<sup>3</sup> ; les cryptomonnaies avec une rémunération par bloc plus élevée et celles avec une rémunération plus faible. Deux portefeuilles sont ensuite constitués en pondérant les cryptomonnaies par leur capitalisation boursière au sein des groupes. Les rendements des portefeuilles obtenus sont ensuite régressés sur le portefeuille de marché, afin d'obtenir les rendements anormaux<sup>4</sup>. Cette méthode est semblable à une analyse utilisant le modèle d'évaluation des actifs financiers (Markowitz, 1952). Au vu de la dominance du Bitcoin, nous procédons également à une analyse de portefeuilles équi-pondérés.

---

3. À chaque période, la médiane de la rémunération par bloc est utilisée afin de partitionner l'échantillon. Cette méthodologie est conforme à celle employée par Derwall *et al.* (2005).

4. Les rendements anormaux sont communément appelés *alpha*, comme noté dans le tableau 5.

Tableau 3 - Statistiques descriptives

<b>N = 3 730</b>	<b>Min</b>	<b>P5 %</b>	<b>Médiane</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart-type</b>	<b>P95 %</b>	<b>Max</b>	<b>Skewness</b>	<b>Kurtosis</b>
<b>Rendements</b>	-0,86	-0,26	0,00	0,01	0,18	0,28	1,97	1,28	14,33
<b>CRIX</b>	-0,39	-0,17	0,02	0,02	0,11	0,19	0,30	-0,46	4,70
<b>Capitalisation</b>	11,37	14,54	19,78	19,81	2,85	24,90	26,78	-0,13	3,06
<b>Momentum</b>	-2,16	-0,29	0,00	-0,01	0,19	0,27	1,02	-1,69	17,79
<b>Sentiment</b>	2,30	2,56	4,34	4,24	0,83	5,54	6,45	-0,32	3,48
<b>Adresses Actives</b>	2,52	7,04	9,85	9,97	1,85	13,35	14,72	0,06	2,70
<b>Rémunération</b>	0,00	0,78	4,62	4,86	2,85	10,46	12,62	0,41	2,55

Ce tableau présente les statistiques descriptives des variables utilisées dans notre étude. Nous présentons les valeurs minimum (Min) et maximum (Max), les percentiles 5 et 95 % (respectivement P5 % et P95 %), la médiane, la moyenne, l'écart-type ainsi que les coefficients d'asymétrie (Skewness) et d'aplatissement (Kurtosis). Notre échantillon couvre 313 semaines du 29 décembre 2014 au 28 décembre 2020 pour les 16 crypto-monnaies, soit 3 730 observations au total.

Le modèle économétrique s'écrit donc :

$$Rendements_{p,t} - Rf_t = \alpha + \beta_1 * (Marché_t - Rf_t) + \varepsilon_{p,t} \quad (3)$$

Où  $p$  représente chaque portefeuille obtenu via la rémunération,  $t$  le temps,  $R_f$  le taux de rendement sans risque extrait du site de *Kenneth French*,  $\alpha$  les rendements anormaux et *Marché* le portefeuille de marché construit avec l'ensemble des cryptomonnaies analysées.

La deuxième approche permettant de tester la relation spécifiée requiert un modèle économétrique de type panel. L'utilisation d'un modèle de panel à effets fixes permet de prendre en compte le risque spécifique de chaque actif inclut dans l'échantillon ainsi que l'hétérogénéité des résidus (Cardebat, Dardour, 2013). Cette prise en compte des effets fixes permet une analyse microéconomique, avec plus de granularité, de la relation entre performance sociale et financière. Dans nos cas, des effets fixes par cryptomonnaies sont ajoutés au modèle. Nous employons un modèle de type panel et intégrons l'ensemble des variables de contrôle présentées ci-dessus qui s'écrit donc :

$$\begin{aligned} Rendements_{c,t+1} - Rf_{t+1} &= \alpha + \beta_1 * (CRIX_t - Rf_t) + \beta_2 * Capitalisation_{c,t} + \beta_3 * Momentum_{c,t} \\ &+ \beta_4 * Sentiment_{c,t} + \beta_5 * AdressesActives_{c,t} + \beta_6 * Rémunération_{c,t} \\ &+ \phi * CCY_t + \varepsilon_{c,t} \quad (4) \end{aligned}$$

Où  $c$  représente chaque cryptomonnaie,  $t$  le temps,  $\alpha$  la constante,  $\phi$  et  $CCY$  sont des vecteurs permettant la prise en compte des effets fixes par cryptomonnaie.

Le tableau 4 présente les corrélations entre les différentes variables du modèle (4). Globalement, les niveaux de corrélation semblent acceptables. Toutefois, le niveau de corrélation entre la variable *Capitalisation* et les variables *AdressesActives* et *Rémunération* s'avère élevé. De plus, la corrélation entre les variables *Rémunération* et *AdressesActives* dépasse les seuils traditionnels. Ces corrélations importantes peuvent créer des biais de colinéarité dans le modèle (4) mais sont cohérentes avec la modélisation faite par Liu *et al.* (2019).

Tableau 4 – Matrice de corrélation

	VIF	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<b>Rendements</b>	-	<b>1,00</b>						
<b>CRIX</b>	1.01	0,57***	<b>1,00</b>					
<b>Capitalisation</b>	6.77	-0,03*	-0,02	<b>1,00</b>				
<b>Momentum</b>	1.00	-0,04***	-0,04**	-0,03**	<b>1,00</b>			
<b>Sentiment</b>	4.18	0,00	0,03*	0,49***	-0,02	<b>1,00</b>		
<b>Adresses Actives</b>	3.11	0,01	0,00	0,79***	-0,02	0,18***	<b>1,00</b>	
<b>Rémunération</b>	1.55	0,00	0,00	0,87***	-0,03*	0,36***	0,73***	<b>1,00</b>

Ce tableau présente la matrice de corrélation Pearson entre les variables de l'échantillon. Les mesures de Variance Inflation Factor (VIF) sont présentées pour le modèle (4). Les corrélations sont calculées sur une base de 313 semaines du 29 décembre 2014 au 28 décembre 2020. \*\*\*, \*\* et \* indiquent que le coefficient est significatif au niveau de 1 %, 5 % et 10 % respectivement.

## Résultats et discussion

Dans cette section, nous présentons les résultats de l'étude de la relation prédictive entre performance sociale et boursière obtenus à partir de deux approches. La première méthode est l'analyse de la rentabilité ajustée au risque de deux portefeuilles tandis que la seconde méthode consiste à une analyse en données de panel. Enfin, nous discutons et interprétons ces résultats dans la dernière sous-partie.

### Analyse de la performance des portefeuilles

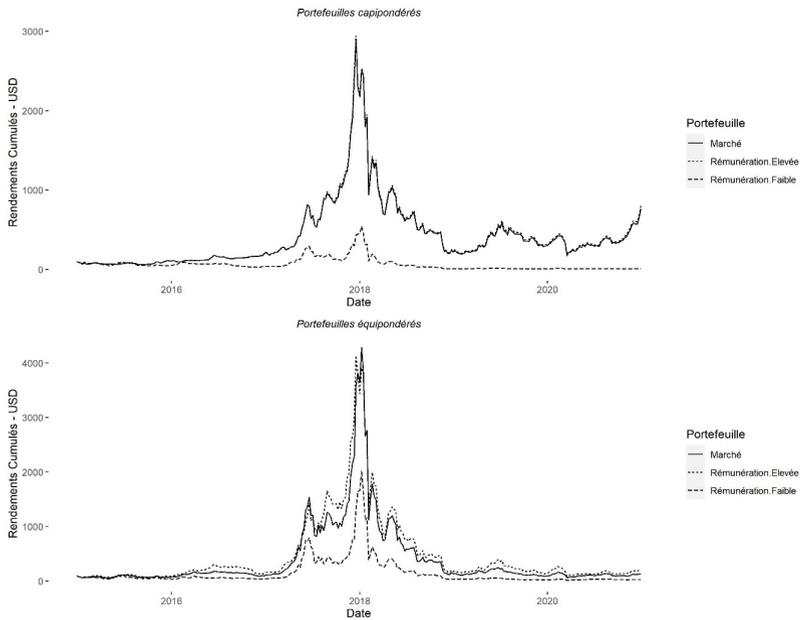
La figure 2 présente les rendements cumulés des portefeuilles selon les deux méthodes de pondération des actifs. Le portefeuille de *Marché* est obtenu en détenant l'ensemble des cryptomonnaies disponibles à chaque période, tandis que les portefeuilles *Rémunération Élevée* et *Rémunération Faible* sont obtenus en partitionnant l'univers des cryptomonnaies éligibles par la variable *Rémunération*.

D'un point de vue graphique, l'analyse des portefeuilles capi-pondérés montre que le portefeuille *Rémunération Élevée* présente des rendements cumulés quasi-identiques à ceux du portefeuille de *Marché*. Ces deux portefeuilles atteignent leur pic fin 2017 d'une valeur d'environ 3 000. *A contrario*, le portefeuille *Rémunération Faible* sous-performe largement les deux autres. De plus, une tendance similaire dans les variations de rendements est observée, bien qu'à une échelle différente. Le pic atteint par le portefeuille *Rémunération Faible* s'établit à environ 500 en 2018.

Toutefois, ces résultats pourraient être biaisés par le poids important du Bitcoin dans les portefeuilles. Afin de neutraliser cet effet, nous présentons également des portefeuilles équi-pondérés. Selon cette méthode de pondération, le portefeuille *Rémunération Élevée* a tendance à faiblement surperformer celui du *Marché*, sur l'ensemble de la période. Le portefeuille *Rémunération Faible*, quant à lui, sous-performe toujours les deux autres. Cette sous-performance est moins marquée en équi-pondération qu'en capi-pondération.

Afin de confirmer nos interprétations graphiques, nous procédons à une analyse empirique des rendements des portefeuilles. Les rentabilités ajustées au risque sont étudiées via les rendements anormaux ainsi que le ratio de Sharpe (1964). Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

**Figure 2 - Performance cumulée des portefeuilles selon la rémunération des mineurs**



Cette figure présente la performance cumulée du portefeuille de marché, du portefeuille de cryptomonnaie dont la rémunération est élevée et du portefeuille dont la rémunération est faible. Les rendements cumulés couvrent 313 semaines, du 29 décembre 2014 au 28 décembre 2020.

**Tableau 5 - Analyse de la performance des portefeuilles**

Portefeuille	Rentabilité Annualisée	Volatilité Annualisée	Alpha Annualisé	Beta	Sharpe
<i>Portefeuilles capi-pondérés</i>					
<b>Marché</b>	40,06 %	80,84 %	-	-	0,50
<b>Rémunération Élevée</b>	41,28 %	80,78 %	<b>0,90 %**</b>	<b>1,00***</b>	0,51
<b>Rémunération Faible</b>	-34,45 %	103,19 %	<b>-52,93 %***</b>	<b>0,97***</b>	-0,33
<b>Prime</b>	114,19 %	68,11 %	<b>112,05 %***</b>	0,03	1,68

<b>Portefeuille</b>	<b>Rentabilité Annualisée</b>	<b>Volatilité Annualisée</b>	<b>Alpha Annualisé</b>	<b>Beta</b>	<b>Sharpe</b>
<i>Portefeuilles équi-pondérés</i>					
<b>Marché</b>	4,94 %	99,10 %	-	-	0,05
<b>Rémunération Élevée</b>	14,33 %	93,93 %	9,59 %	<b>0,88***</b>	0,15
<b>Rémunération Faible</b>	-19,38 %	118,73 %	<b>-23,69 %*</b>	<b>1,13***</b>	-0,16
<b>Prime</b>	41,62 %	76,96 %	43,35 %	<b>-0,25***</b>	0,54

Ce tableau présente l'analyse de la performance du portefeuille de marché, du portefeuille de cryptomonnaie dont la rémunération est élevée, du portefeuille dont la rémunération est faible. Le portefeuille *Prime* est un portefeuille d'arbitrage qui finance l'achat du portefeuille *Rémunération Élevée* par la vente à découvert du portefeuille *Rémunération Faible*. Pour chaque portefeuille, nous calculons la rentabilité, l'écart-type et l'*alpha* annualisé ainsi que le *beta* et le ratio de *Sharpe*. Ces métriques sont obtenues par l'utilisation de données hebdomadaires du 29 décembre 2014 au 28 décembre 2020. Pour l'*alpha* et le *beta*, \*\*\*, \*\* et \* indiquent que le coefficient est significatif au niveau de 1 %, 5 % et 10 % respectivement.

Les rentabilités annualisées des portefeuilles capi-pondérés montrent que le portefeuille *Rémunération Élevée* surperforme celui dont la rémunération est faible. La prime, à savoir la différence de performance entre les deux portefeuilles obtenus par la variable *Rémunération*, s'établit à 114,19 % par an. De plus, le portefeuille *Rémunération Faible* enregistre une volatilité annualisée supérieure (103,19 %) au portefeuille *Rémunération Élevée* (80,78 %). Ainsi, le ratio de Sharpe du portefeuille *Rémunération Faible* est négatif tandis que celui du portefeuille *Rémunération Élevée* est positif. En termes de rendements anormaux, nous observons la même tendance. L'*alpha* annualisé du portefeuille *Rémunération Élevée* est positif et significatif, d'une valeur de 0,90 % tandis que celui de *Rémunération Faible* est négatif et significatif de -52,93 %. Enfin les rendements anormaux annualisés de la prime sont de 112,05 % et très significatifs.

Dans la même veine que l'analyse graphique, nous présentons les résultats de portefeuille équi-pondérés. Nous observons la même tendance que précédemment pour les rentabilités et volatilités annualisées, bien que le différentiel soit plus faible. Ainsi, investir dans un portefeuille de cryptomonnaies dont la rémunération est plus faible semble réduire la rentabilité et augmenter le niveau de risque. Cette affirmation est robuste aux méthodes de pondération des actifs. Les ratios de Sharpe conservent les mêmes signes, à savoir négatif pour le portefeuille *Rémunération Faible* (-0,16) et positif pour le portefeuille *Rémunération Élevée* (0,15). L'*alpha* annualisé du portefeuille *Rémunération Élevée* est toujours positif mais non significatif tandis que celui du portefeuille *Rémunération Faible* est négatif

et significatif. Enfin, les rendements anormaux de la prime s'avèrent également non-significatifs.

En somme, un écart de rentabilité ajustée au risque entre les portefeuilles *Rémunération Élevée* et *Rémunération Faible* est confirmé et significatif en capi-pondération. Toutefois, cette prime est non-significative en equi-pondération, illustrant la sensibilité de la relation performance sociale et boursière vis-à-vis de la position dominante du Bitcoin. Afin de compléter l'analyse, nous procédons à un examen en panel de cette relation.

### Régression en données de panel

Le tableau 6 présente les résultats de la régression en données de panel. Le modèle de régression semble bien expliquer les rendements futurs des cryptomonnaies de notre échantillon. En effet, le R-carré ajusté s'établit à environ 33 %. De plus, nos résultats montrent qu'il existe une relation positive et significative entre les variables *Rémunération* et *Rendements*. Une augmentation de 1 % de la variable *Rémunération* mène à un rendement hebdomadaire futur de 0,015 %, soit environ 0,78 % par an. Ce résultat est statistiquement significatif au seuil de 1 %, confirmant ainsi notre seconde hypothèse.

Les coefficients associés aux variables *CRIX*, *Capitalisation* et *Momentum* sont également significatifs au seuil d'au moins 10 %. Les rendements de l'indice de marché influent positivement sur les rendements futurs des cryptomonnaies tandis que la *Capitalisation* et le *Momentum* influent négativement. Ces résultats empiriques confirment l'impact négatif de l'effet taille et la présence de retour à la moyenne dans les rendements des cryptomonnaies étayés par Shen *et al.* (2020). Concernant les autres variables de contrôle, on observe une relation positive entre les variables *Sentiment* et *Rendements*, conforme aux résultats de Liu et Tsyvinski (2021). Enfin, le coefficient de la variable *AdressesActives* est non-significatif.

Afin de tester la robustesse de nos résultats et de prendre en compte la corrélation élevée de la variable *AdressesActives* avec d'autres variables explicatives, nous régressons le modèle (4) en excluant cette variable et obtenons des résultats inchangés.

Tableau 6 – Régression en panel

	<b>Modèle (4)</b>	<b>Modèle (4) ex AdressesActives</b>
<b>Constante</b>	<b>0,380***</b>	<b>0,407***</b>
	(0,00)	(0,00)
<b>CRIX</b>	<b>0,948***</b>	<b>0,948***</b>
	(0,00)	(0,00)
<b>Capitalisation</b>	<b>-0,032***</b>	<b>-0,032***</b>
	(0,00)	(0,00)
<b>Momentum</b>	<b>-0,022*</b>	<b>-0,021</b>
	(0,10)	(0,11)
<b>Sentiment</b>	<b>0,032***</b>	<b>0,030***</b>
	(0,00)	(0,00)
<b>AdressesActives</b>	0,004	
	(0,20)	
<b>Rémunération</b>	<b>0,015***</b>	<b>0,018***</b>
	<b>(0,00)</b>	<b>(0,00)</b>
<b>R-carré ajusté (%)</b>	<b>32,97</b>	<b>32,96</b>

Ce tableau présente les résultats de la régression en panel issue du modèle (4) ainsi qu'un test de robustesse excluant la variable *AdressesActives*. Ces modèles nous permettent d'isoler l'impact de la variable *Rémunération* sur la variable *Rendements* des autres variables explicatives. \*\*\*, \*\* et \* indiquent que le coefficient est significatif au niveau de 1 %, 5 % et 10 % respectivement.

## Discussion

En introduisant le cadre conceptuel, nous avons formulé deux hypothèses de recherche concurrentes. La première basée sur la théorie néoclassique de l'économie suggère que la performance sociale nuirait aux rendements futurs des cryptomonnaies, suite aux coûts encourus (Aupperle *et al.*, 1985). En effet, nous avons théorisé qu'une augmentation de la rémunération des mineurs mènerait à une augmentation du nombre de cryptomonnaies en circulation, ce qui aurait un effet négatif sur la rareté et donc réduirait la valorisation de ces actifs (Chiu, Wong, 2014). D'autre part, la deuxième hypothèse est fondée sur la théorie des parties prenantes (Freeman, 1984) et celle des ressources (Barney, 1991). En rémunérant les mineurs de façon plus importante, cette partie prenante serait plus impliquée dans le processus de confirmation des transactions. Le système serait ainsi plus fluide, attirant de nombreux investisseurs. Cette augmentation

du nombre d'investisseurs devrait augmenter la valorisation des actifs (Merton, 1987).

Pour tester ces deux hypothèses, nous avons eu recours à une analyse de la performance boursière via des portefeuilles mutuellement exclusifs et une modélisation en panel. Dans la première approche, nous démontrons qu'un portefeuille de cryptomonnaies avec une rémunération plus élevée surperforme un portefeuille avec une rémunération plus faible. Cette surperformance est significative, au seuil de 1 %, en capi-pondération. Toutefois, les résultats non-significatifs en equi-pondération illustrent la sensibilité de la relation au poids prépondérant du Bitcoin. La deuxième méthode d'analyse permet de neutraliser cet aspect par l'intégration d'effets fixes dans un modèle de régression en panel. À travers cette approche, nous observons que la performance sociale influe de manière positive les rendements futurs des cryptomonnaies. Étant donné le seuil de significativité élevé, nous confirmons ainsi notre deuxième hypothèse de recherche : *la performance sociale d'une cryptomonnaie influence positivement ses rendements futurs*.

Au vu de ces résultats, le marché des cryptomonnaies semble toujours inefficent (Le Tran, Leirvik, 2020), quant à la performance sociale. Le coefficient positif et hautement significatif obtenu dans la régression en panel renforce cette idée. En effet, les cryptomonnaies rémunérant les mineurs de 1 % de plus par bloc auraient augmenté leurs rendements de 0,78 % par an. Ainsi, l'information extra-financière n'est pas parfaitement intégrée dans les prix des actifs et permet la génération de rendements anormaux conséquents pour les investisseurs éthiques. De plus, les rendements anormaux positifs et significatifs, en capi-pondération, sont contraires aux attentes de la théorie moderne du portefeuille (Markowitz, 1952). Cette prime extra-financière mise en évidence est toutefois conforme aux résultats empiriques obtenus par Derwall *et al.* (2005) et Edmans (2011) dans le marché des actions. En effet, entre 2015 et 2021, les investisseurs favorisant les cryptomonnaies avec un plus grand partage de la valeur ajoutée auraient généré des rendements anormaux de 0,90 % par an.

## Conclusion

La majorité des critiques adressées au système financier et monétaire traditionnel sont liées aux décisions des gouvernements, à la complexité, l'opacité du système financier et à la centralisation du pouvoir augmentant

l'effet d'inertie sociale (Carroll, Bellotti, 2015). Pour faire face, certaines innovations tentent de proposer des solutions alternatives : c'est le cas des cryptomonnaies. Tandis que les cryptomonnaies proposent un système de gouvernance décentralisée, elles peuvent promouvoir une nouvelle orientation sociale pour les parties prenantes telles que les mineurs. Cet article de recherche propose de tester la relation performance sociale et boursière en utilisant un échantillon de 16 cryptomonnaies entre 2015 et 2021. Par le biais de deux approches économétriques complémentaires, nous montrons que la relation entre la performance sociale, mesurée par la rémunération des mineurs, et la performance financière, mesurée par les rentabilités hebdomadaires des cryptomonnaies, est positive (hypothèse 2) bien que sensible à la part importante du Bitcoin dans certaines situations. Ainsi, nous suggérons que la performance sociale des cryptomonnaies permet une fluidité du système accrue, menant à une augmentation de la taille de la base d'investisseurs et ainsi réalisant une pression sur la demande. Les prix vont naturellement augmenter et la performance financière induite semble être positive.

Les contributions de cet article sont de nature empirique et méthodologique. D'un point de vue empirique, nous testons la validité d'un modèle semblable au modèle d'évaluation des actifs financiers sur le marché des cryptomonnaies. De plus, les variables issues du modèle utilisé en données de panel expliquent bien les rendements futurs des cryptomonnaies. D'un point de vue méthodologique, nous proposons une mesure innovante et originale de performance sociale appliquée à l'écosystème des cryptomonnaies. Toutefois, la performance sociale peut s'évaluer à travers les relations avec des parties prenantes autres que les mineurs. Les recherches futures pourraient proposer des mesures de performance sociale complémentaires.

Les résultats de notre recherche ont également des implications pour quatre des parties prenantes des cryptomonnaies. D'une part, les investisseurs éthiques, qui valorisent la dimension sociale, obtiendront un retour sur investissement positif et supérieur à celui du marché des cryptomonnaies tout en augmentant leur utilité. Ainsi, nos résultats participent à promouvoir l'investissement à caractère responsable au sein des cryptomonnaies. En favorisant les cryptomonnaies qui rémunèrent mieux, les investisseurs participent au bien-être social et financier des mineurs, créant ainsi un cercle vertueux de croissance économique, de partage de la valeur ajoutée et d'inclusion sociale (Richez-Battesti *et al.*, 2012). Quant aux développeurs des cryptomonnaies, accorder une rémunération plus élevée aux mineurs permet une augmentation de la valorisation ainsi que

de la fluidité du système. Ainsi, favoriser la dimension sociale à la conception d'une cryptomonnaie devrait permettre de récolter plus de fonds lors des processus d'introduction en bourse, les *Initial Coin Offerings*. Enfin, la relation positive entre performance sociale et performance financière pourrait permettre aux législateurs d'instaurer une rémunération plus élevée pour les mineurs, semblable au salaire minimum du droit du travail. Si la relation entre performance extra-financière et valorisation des cryptomonnaies est persistante dans le temps, nous pourrions assister au lancement de nombreuses cryptomonnaies plus respectueuses de l'environnement et plus vertueuses socialement.

## REFERENCES

- ALEXANDER, G., BUCHHOLZ, G. (1978), Corporate Social Responsibility and Stock Market Performance, *Academy of Management Journal*, 21(3), 479-486.
- ALFIERI, E., BURLACU, R., ENJOLRAS, G. (2019), On the Nature and Financial Performance of Bitcoin, *Journal of Risk Finance*, 20(2), 114-137.
- ALOOSH, A., OUZAN, S. (2020), The Psychology of Cryptocurrency Prices, *Finance Research Letters*, 33, 101192.
- ASSADI, D. (2018), Crowdfunding : Vers de nouveaux paradigmes de l'innovation ?, *Innovations*, 2, 5-14.
- AUPPERLE, K., CARROLL, A., HATFIELD, J. (1985), An Empirical Examination of the Relationship between Corporate Social Responsibility and Profitability, *Academy of Management Journal*, 28(2), 446-463.
- BARNEY, J. B. (1991), Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- BAUR, D. G., HONG, K., LEE, A. D. (2016), *Virtual Currencies: Media of Exchange or Speculative Asset?*, Working Paper, 2014-007, SWIF Institute.
- BIAIS, B., BISIÈRE, C., BOUVARD, M., CASAMATTA, C. (2019), The Blockchain Folk Theorem, *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1662-1715.
- BOURI, E., MOLNAR, P., AZZI, G., ROUBAUD, D., HAGFORS, L. I. (2016), On the Hedge and Safe Haven Properties of Bitcoin: Is it Really more than a Diversifier?, *Finance Research Letters*, 20, 192-198.
- BRIÈRE, M., OOSTERLINCK, K., SZAFARZ, A. (2015), Virtual Currency, Tangible Return: Portfolio Diversification with Bitcoins, *Journal of Asset Management*, 16(6), 365-373.
- BURNISKE, C., WHITE, A. (2017), *Bitcoin: Ringing the Bell for a New Asset Class*. Ark Invest (January 2017) [https://research.ark-invest.com/hubfs/1\\_Download\\_Files\\_ARK-Invest/White\\_Papers/Bitcoin-Ringing-The-Bell-For-A-New-Asset-Class.pdf](https://research.ark-invest.com/hubfs/1_Download_Files_ARK-Invest/White_Papers/Bitcoin-Ringing-The-Bell-For-A-New-Asset-Class.pdf).

- CARDEBAT, J.-M., DARDOUR, A. (2013), Le lien entre la publication de rapports RSE et la performance boursière des sociétés européennes entre 2000 et 2010, *Innovations*, 1, 145-163.
- CARROLL, J. M., BELLOTTI, V. (2015), Creating Value Together: The Emerging Design Space of Peer-To-Peer Currency and Exchange, *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, March 14-18, Vancouver BC Canada.
- CHEN, Y. C. (2021), Empirical Analysis of Bitcoin Price, *Journal of Economics and Finance*, 45(4), 692-715.
- CHIU, J., WONG, T. N. (2014), *E-Money: Efficiency, Stability and Optimal Policy*, Working Paper, 2014-16, Bank of Canada.
- CHOKOR, A., ALFIERI, E. (2021), Long and Short-Term Impacts of Regulation in the Cryptocurrency Market, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 81, 157-173.
- CLARKSON, M. B. (1995), A Stakeholder Framework for Analyzing and Evaluating Corporate Social Performance, *Academy of Management Review*, 20(1), 92-117.
- CORBET, S., HOU, Y. G., HU, Y., LARKIN, C., OXLEY, L. (2020), Any Port in a Storm: Cryptocurrency Safe-Havens during the COVID-19 Pandemic, *Economics Letters*, 194, 109377.
- DERWALL, J., GUENSTER, N., BAUER, R., KOEDIJK, K. (2005), The Eco-Efficiency Premium Puzzle, *Financial Analysts Journal*, 61(2), 51-63.
- DIERKSMEIER, C., SEELE, P. (2018), Cryptocurrencies and Business Ethics, *Journal of Business Ethics*, 152(1), 1-14.
- DUPRE, D., GIRERD-POTIN, I., JIMENEZ-GARCES, S., LOUVET, P. (2009), Influence de la notation éthique sur l'évolution du prix des actions, *Revue économique*, 60(1), 5-31.
- EDMANS, A. (2011), Does the Stock Market Fully Value Intangibles? Employee Satisfaction and Equity Prices, *Journal of Financial Economics*, 101(3), 621-640.
- FATEMI, A., FOOLADI, I., TEHRANIAN, H. (2015), Valuation Effects of Corporate Social Responsibility, *Journal of Banking and Finance*, 59, 182-192.
- FATEMI, A. M., FOOLADI, I. J. (2013), Sustainable Finance: A New Paradigm, *Global Finance Journal*, 24(2), 101-113.
- FOLEY, S., KARLSEN, J. R., PUTNINS, T. J. (2019), Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity is Financed through Cryptocurrencies?, *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1798-1853.
- FREEMAN, R. E. (1984), *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Boston, Pitman.
- FRIEDE, G., BUSCH, T., BASSEN, A. (2015), ESG and Financial Performance: Aggregated Evidence from more than 2000 Empirical Studies, *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210-233.
- FRIEDMAN, M. (1970), The Social Responsibility of Business is to Increase its Profits, *New York Times Magazine*, September, 13, 122-126.

- GOMBER, P., KAUFFMAN, R. J., PARKER, C., WEBER, B. W. (2018), On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services, *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220-265.
- GREENING, D. W., TURBAN, D. B. (2000), Corporate Social Performance as a Competitive Advantage in Attracting a Quality Workforce, *Business and Society*, 30(3), 254-280.
- GYAMERAH, S. A. (2019), Modelling the Volatility of Bitcoin Returns using GARCH Models, *Quantitative Finance Economics*, 3, 739-753.
- HALL, J. V., KRUEGER, A. B. (2018), An Analysis of the Labor Market for Uber's Driver-Partners in the United States, *ILR Review*, 71(3), 705-732.
- HUSELID, M. A. (1995), The Impact of Human Resource Management Practices on Turnover, Productivity, and Corporate Financial Performance, *Academy of Management Journal*, 38(3), 635-672.
- KRAUSE, M. J., TOLAYMAT, T. (2018), Quantification of Energy and Carbon Costs for Mining Cryptocurrencies, *Nature Sustainability*, 1(11), 711-718.
- JIA, B., GOODELL, J. W., SHEN, D. (2021), Momentum or Reversal: Which is the Appropriate Third Factor for Cryptocurrencies?, *Finance Research Letters*, 45, 102139.
- LE TRAN, V., LEIRVIK, T. (2020), Efficiency in the Markets of Crypto-Currencies, *Finance Research Letters*, 35, 101382.
- LIU, Y., TSYVINSKI, A. (2021), Risks and Returns of Cryptocurrency, *The Review of Financial Studies*, 34(6), 2689- 2727.
- LIU, Y., TSYVINSKI, A., WU, X. (2019), *Common Risk Factors in Cryptocurrency*, Working Paper, w25882, National Bureau of Economic Research.
- LOUKIL, F. (2009), Normalisation et développement durable, *Innovations*, 1, 35-57.
- MARKOWITZ, H. (1952), Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- MBAREK, S., TRABELSI, D., BERNE, M. (2019), Are Virtual Currencies Virtuous? Ethical and Environmental Issues, in Goutte, S., Guesmi, K., Saadi, S. (eds), *Cryptofinance and Mechanisms of Exchange*, Springer International Publishing, 29-50.
- MERTON, R. C. (1987), A Simple Model of Capital Market Equilibrium with Incomplete Information, *The Journal of Finance*, 42(3), 483-510.
- MICHEL, A., HUDON, M. (2015), Community Currencies and Sustainable Development: A Systematic Review, *Ecological Economics*, 116, 160-171.
- NGUYEN, T., DE BODISCO, C., THAYER, R. (2018), Factors Affecting Bitcoin Price in the Cryptocurrency Market: An Empirical Study, *International Journal of Business & Economics Perspectives*, 13(1), 106-125.
- PFEFFER, J. (1994), Competitive Advantage through People, *California Management Review*, 36(2), 9-28.
- RICHEZ-BATTESTI, N., PETRELLA, F., VALLADE, D. (2012), L'innovation sociale, une notion aux usages pluriels : Quels enjeux et défis pour l'analyse ?, *Innovations*, 2, 15-36.

- SEYFANG, G., LONGHURST, N. (2013), Growing Green Money? Mapping Community Currencies for Sustainable Development, *Ecological Economics*, 86, 65-77.
- SHARPE, W. F. (1964), Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- SHEN, D., URQUHART, A., WANG, P. (2020), A Three-Factor Pricing Model for Cryptocurrencies, *Finance Research Letters*, 34, 101248.
- SOVBETOV, Y. (2018), Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero, *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2), 1-27.
- TRIMBORN, S., HÄRDLE, W. K. (2018), CRIX an Index for Cryptocurrencies, *Journal of Empirical Finance*, 49, 107-122.
- TURBAN, D. B., GREENING, D. W. (1997), Corporate Social Performance and Organizational Attractiveness to Prospective Employees, *Academy of Management Journal*, 40, 658-672.
- WALLEY, N., WHITEHEAD, B. (1994), It's not Easy being Green, *Harvard Business Review*, May/June, 46-52.
- YERMACK, D. (2015), Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal, in Cheun, D. L. K. (ed.), *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*, Academic Press, 31-43.