

VOLATILITE ET RENDEMENT SUR LES MARCHES DES CRYPTOMONNAIES : CAS DU BITCOIN

ASSI Awo Marie Florence Epse N'GUESSAN

UFR des Sciences Sociales (UFRSS)

Département d'Economie et de Gestion

Université Peleforo GON COULIBALY (UPGC) – Korhogo – Côte d'Ivoire

DEMBELE Safiatou

UFR des Sciences Sociales (UFRSS)

Département d'Economie et de Gestion

Université Peleforo GON COULIBALY (UPGC) – Korhogo – Côte d'Ivoire

Résumé : Cet article propose une étude importante sur la relation entre la volatilité des cours du bitcoin et son rendement sur les marchés des cryptomonnaies durant la période entre 2019 et 2023. Les résultats de cette étude sont significatifs, révélant une relation positive et significative entre la volatilité du Bitcoin et son rendement, ainsi qu'une relation négative et significative entre la volatilité du cours de certaines autres monnaies et le rendement du bitcoin. Enfin, cet article apporte une contribution significative à la compréhension de la dynamique du marché des cryptomonnaies.

Mots-clés : cryptomonnaie ; volatilité ; rendement, modèles ARCH-GARCH.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.8387566>



1. Introduction

L'histoire des moyens de paiement ou d'échange, est parsemée de divers bouleversements ; allant du troc dans l'antiquité, jusqu'à ce qu'apparaisse au fil du temps des nouvelles méthodes de paiement avec l'avènement de la monnaie. Dès lors, la monnaie s'avère être une sorte de convention et donc un moyen de transactions entre agents économiques, Mishkin (2004).

Ainsi , une diversité de monnaies est utilisée dans le monde, appelée communément devise monétaire en vigueur sur un territoire ou une zone défini. L'émission de billets ou de pièces dans la devise et la création monétaire sont contrôlées et régulées par l'État ou l'Institution qui exerce son l'autorité sur la zone définie (Banque Centrale). Ces devises s'échangent entre elles dans le cadre du système monétaire international.

Cependant, l'évolution technologique des années 2000, couplée à celles des échanges commerciaux et/ou financiers, a donné naissance à une nouvelle forme de monnaies virtuelles, échappant à tout contrôle étatique ou institutionnel : la cryptomonnaie dont fait partie le bitcoin, qui fait l'objet de notre étude. Cette nouvelle forme de monnaie utilise la cryptographie pour assurer l'anonymat à ses utilisateurs et utilise le Block Chain pour sécuriser les transactions ; Narayana et al. (2016). Le Block Chain sert donc de registre officiel en ligne de chaque transaction en bitcoin depuis l'émission de la première unité ainsi qu'une mise à jour avec le minimum de risques de piratage ou de corruption.

En raison de leur nature décentralisée, de leur adoption croissante et de leur relative jeunesse, les cryptomonnaies peuvent être très volatiles. Selon Hamon (2011), la volatilité peut être défini comme étant le risque global d'actif ou d'un titre estimé par l'écart type des taux de rentabilité. Cette volatilité se traduit par une évolution surprenante du cours du bitcoin, qui est ainsi passé de près de zéro à environ 20 000 dollars entre 2009 et décembre 2017, puis, de moins de 6 000 dollars en juin 2018 à pratiquement 65 000 en avril 2021, avec parfois des hausses quotidiennes de plus de 10%.

Figure 1 : évolution du prix journalier du bitcoin de 2016 à 2021



Sources : investing.com, 2021

Ce constat nous a amené à formuler une problématique de recherche dans cet article :

« Quel est l'effet de la volatilité des cours du bitcoin sur son rendement ? »

A travers ce travail nous visons deux objectifs principalement :

- Identifier l'impact de la volatilité du cours du bitcoin sur son rendement ;
- Voir dans quelle mesure les autres monnaies du marché de la cryptomonnaie, influencent le rendement du bitcoin.

La suite de cet article s'articule en trois sections. La deuxième section traite de la relation entre la volatilité des cours et rendement sur le marché des cryptomonnaies. La troisième section présente le modèle, les données et la méthode d'analyse, la quatrième section examine les résultats et interprétation de la modélisation économétrique de la volatilité du bitcoin sur son rendement à l'aide des modèles ARCH-GARCH. Une dernière section conclut.

2. Relation entre volatilité des cours et rendement sur le marché des cryptomonnaies

Cette section sera scindée en trois parties. La première partie passera en revue le marché de la cryptomonnaie, la seconde, fera une revue de la littérature sur les risques et les opportunités de la cryptomonnaie et la troisième, abordera la relation entre la volatilité du bitcoin et son rendement.

2.1 Le marché de la cryptomonnaie

Les cryptomonnaies sont une nouvelle forme de monnaie virtuelle qui repose sur une technique de cryptographie. Sur ce marché se trouvent plusieurs monnaies virtuelles, dont la plus connue est le bitcoin. Parallèlement au bitcoin, plusieurs cryptomonnaies ont vu le jour, parmi lesquelles nous retenons quatre pour les besoins de cette étude. Il s'agit entre autres de : l'Ethereum, le Binance Coin, le Tether et l'USD Coin qui sont les plus connues et utilisées.

2.1.1 Le bitcoin (BTC)

Le bitcoin a été créé en 2009 par Satoshi Nakamoto Perrin (2019), Perrot (2018). C'est une monnaie numérique virtuelle, sécurisée par un protocole de cryptographie et contrôlée par aucune autorité centrale. Elle était initialement conçue comme un mode de paiement qui ne serait pas soumis à la surveillance du gouvernement, sans frais de transaction ou retard de transfert, contrairement à la monnaie fiduciaire traditionnelle.

2.1.2 L'Ethereum (ETH)

Créé en 2014 et lancé officiellement le 30 juillet 2015 par Vitalik, Ethereum est un protocole d'échange décentralisé qui permet aux utilisateurs de mettre en place des contrats intelligents (smartcontract). Il s'agit en fait de contrats préétablis, des applications qui s'exécutent exactement comme prévu sans aucune possibilité de temps d'arrêt, de censure ou de fraude et sans l'intervention d'une tierce partie pour en assurer l'authenticité.

2.1.3 Le Binance coin (BNB)

Binance est une plateforme mondiale d'échange de cryptomonnaies et de gestion de portefeuille de devises numériques qui permet d'acheter, de vendre et de stocker des cryptomonnaies. Il a été créé en 2017 par Zhao.

2.1.4 Le Tether (USDT)

Le Tether aussi appelé Tether USD est un token émis sur différents blockchains et adossé au dollar américain grâce à la garantie de l'entreprise Tether Limited. Les prémices ont été développés par Willett (2012). Créé officiellement en 2014, il s'agit du premier stablecoin de ce type et son cours est toujours égale à environ 1 dollar.

2.1.5 L'USD coin (USDC)

L'USDC est une cryptomonnaie créée par la société CIRCLE fondée par Jeremy Allaire et Sean Neville en octobre 2013. Elle utilise le blockchain Ethereum, et a été créée dans le but de devenir une référence en matière de paiement électronique à l'instar de Paypal.

Les cryptomonnaies peuvent être regroupées en deux catégories distinctes : les coins (pièces) et les tokens (jetons). Un coin est une monnaie qui repose sur sa propre blockchain (le bitcoin, Ethereum, ...). Tout comme les coins, les tokens sont aussi des actifs numériques qui peuvent être achetés et vendus. Les tokens sont non-natifs, ce qui signifie qu'ils utilisent une infrastructure blockchain qui n'est pas la leur. Cela inclut Tether, qui est hébergé sur la blockchain Ethereum, et d'autres, notamment TerraUsd, Chainlink, Uniswap, USDC...

Ces monnaies s'inscrivent dans une optique contestataire du capitalisme mais de nature différente : remise en question du pouvoir des banques centrales et des gouvernements sur la monnaie. Dans ce contexte, Glaser et al. (2014) considère les cryptomonnaies plus comme un actif qu'une monnaie. Selon eux, ils n'ont pas de prix stables ce qui explique la volatilité des cryptomonnaies.

A contrario, selon Félix et Pablo G. (2012) pour mieux comprendre et analyser l'utilisation des bitcoins, il est important d'être au courant des moyens limités de se procurer des bitcoins. Grinberg (2012), quant à lui, croit que les bitcoins possèdent des avantages qui les rendent compétitifs dans le commerce électronique. Les bitcoins, selon lui sont tellement stables et importants qu'ils peuvent devenir un standard de monnaie pour les jeux virtuels. C'est ainsi que Plassaras (2013) signale l'importance de la circulation et de la popularité des monnaies virtuelles sur l'internet, en soulignant que les transferts de produits et de services dans l'espace virtuel sont en croissance et qu'avec cette évolution le marché des cryptomonnaies évoluera aussi.

2.2 Rentabilité et risques liés aux portefeuilles bitcoin

Selon Ingrid (2022), la rentabilité est la capacité d'un investissement à produire un bénéfice. Pour Selmer (2019), en ce qui concerne le Bitcoin, la rentabilité du portefeuille est la mesure relative de la rémunération totale de son détenteur calculée à une date et pour une période de détention donnée. Faber et al (2008), soulignent que la rentabilité prend en compte le gain ou la perte en capital de la détention du titre ou du portefeuille (la plus ou moins-value) et les revenus réels versés sur la période.

Tout actif est soumis à deux types de risques ; à savoir le risque systématique qui fait référence à l'évolution de sa rentabilité par rapport à celle du marché et donc rémunéré par le marché et le risque total, mesuré par la variance ou l'écart-type des rentabilités. On parle alors de volatilité du titre en référence à l'ampleur des variations des rentabilités autour de sa moyenne selon Abdel (2004).

Les cryptomonnaies présentent certains risques auxquels les utilisateurs doivent être attentifs. Il s'agit entre autres des risques de :

- volatilité des prix,
- sécurité, car bien que la blockchain soit relativement sécurisée, les portefeuilles, les échanges et autres services liés à la cryptomonnaie peuvent être exposés à une menace de piratage informatique, de fraude et d'escroquerie.
- Un manque de réglementation ; en effet, celle-ci varie d'un pays à un autre et les autorités de réglementation des monnaies cherchent jusqu'à ce jour à comprendre cette nouvelle forme de monnaie.

La rentabilité et le risque sont deux notions essentielles qui permettent de caractériser un actif, la connaissance de l'un étant indispensable pour porter un jugement sur l'autre. Ainsi comme le montrent les théories financières les gains en termes de rentabilité ne sont souvent que la contrepartie d'un accroissement du risque Abdel (2004). L'espérance de rentabilité du portefeuille est, du fait que

l'espérance mathématique est un opérateur linéaire, la moyenne pondérée des espérances de rentabilités de chacun des titres qui le composent.

La contribution de chaque titre à la rentabilité espérée du portefeuille est donc directement proportionnelle à sa rentabilité obtenue.

La relation entre la rentabilité et les risques des portefeuilles bitcoin suit généralement les principes de base de la relation entre la rentabilité et le risque dans les investissements. Cependant, la forte volatilité du bitcoin comparée à celle des investissements traditionnels, peut influencer la relation entre la rentabilité et le risque. Cette relation entre la rentabilité et les risques dépend essentiellement du potentiel de rendement élevé, de la volatilité accrue et de la diversification.

2.3 Volatilité des cryptomonnaies et rendement

2.3.1 Evolution de la cryptomonnaie sur le marché

le marché de la cryptomonnaie est réputé volatil ; que nous disent les chiffres ?

- Evolution du bitcoin

La période du 1er janvier 2019 au 28 février 2023, est marquée par une évolution très intéressante du cours du Bitcoin, avec des hauts et des bas remarquables. En voici quelques faits marquants :

Avril-juin 2019 : le prix du BTC augmente progressivement, atteignant un pic de plus de 13000\$ en juin 2019, avant de subir une correction importante.

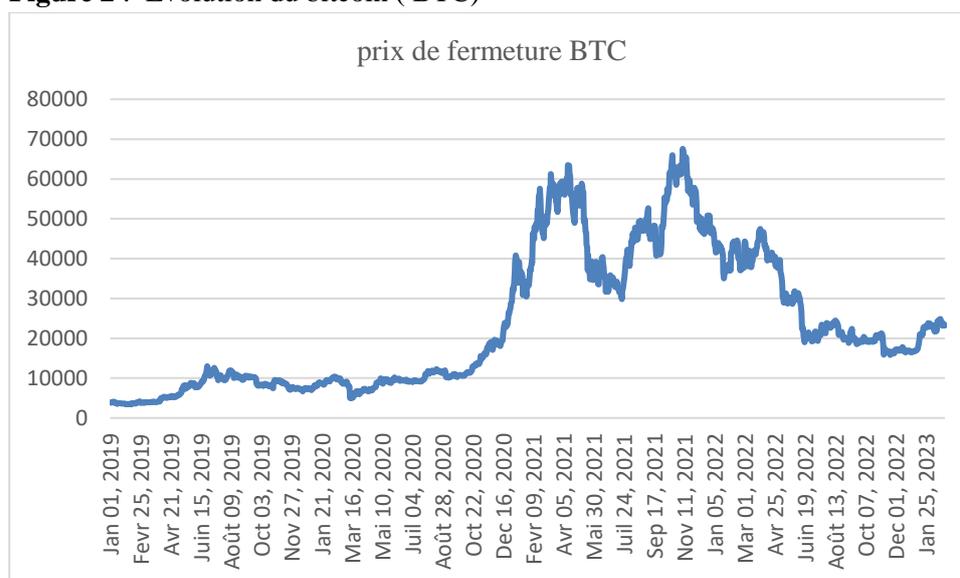
Mars 2020 : le marché des cryptomonnaies, y compris le BTC, subit une correction importante en raison de COVID-19 et de la panique sur les marchés financiers. Le prix du BTC chute à environ 4000\$.

Décembre 2020 : le prix du BTC atteint un nouveau pic historique de plus de 24000\$, en grande partie grâce à l'entrée de grands investisseurs institutionnels dans le marché des cryptomonnaies.

Janvier-avril 2021-Novembre 2021 : le prix du BTC continue de monter en flèche, atteignant des pics historiques de plus de 64000\$ en avril 2021 et de plus de 67000\$ en novembre 2021. Depuis lors, le prix a connu des fluctuations importantes, avec une baisse récente autour de 40000\$.

Globalement, l'évolution du cours du BTC au cours des dernières années a été marquée par des mouvements rapides et parfois dramatiques, reflétant les perspectives changeantes des investisseurs sur la cryptomonnaie et l'impact de divers facteurs économiques et géopolitiques.

Figure 2 : Evolution du bitcoin (BTC)

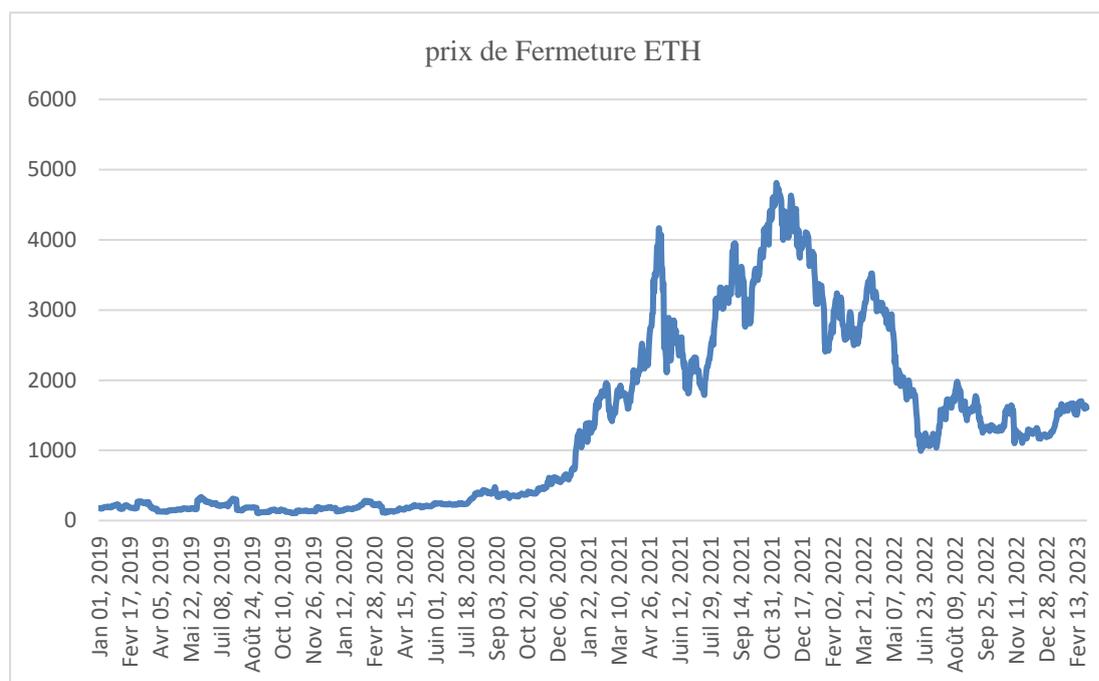


Source : Auteur, à partir des données de coinmarketcap.com

- Evolution de l'Ethereum

En début de période, le prix de l'ETH était d'environ 168,83\$, et il atteint un pic historique de plus 4667,12\$ en novembre 2021 avant de subir une correction importante. En 2020, le prix de l'ETH a connu une légère volatilité en raison de COVID-19 et de ses impacts sur l'économie mondiale. Cette croissance a été attribuée à une augmentation de l'intérêt des investisseurs pour les cryptomonnaies à l'adoption croissante de la technologie Ethereum et à l'augmentation des applications de finance décentralisée sur le réseau Ethereum.

Figure 3 : Evolution d'Ethereum (ETH)

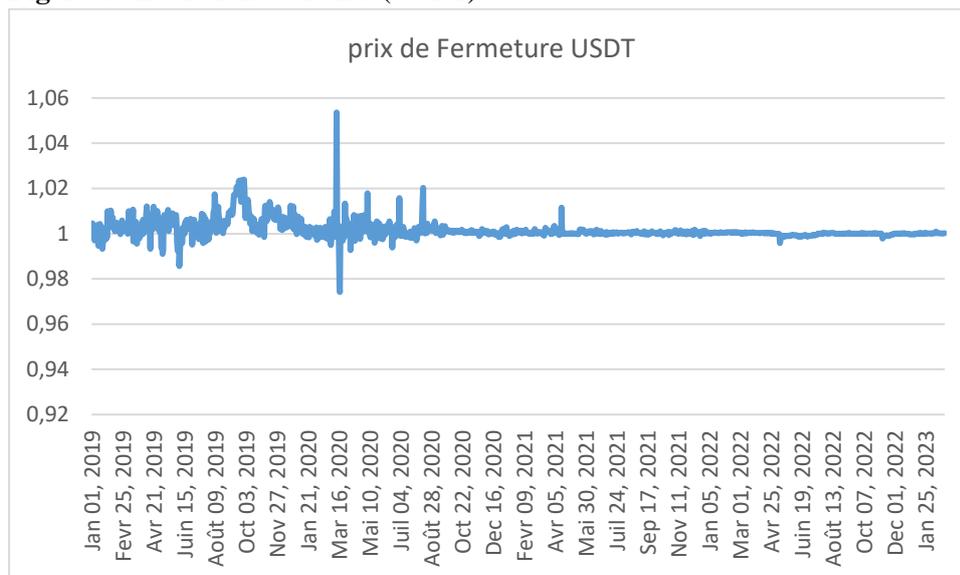


Source : Auteur, à partir des données de coinmarketcap.com

- Evolution du Tether

Tether (USDT), est une stablecoin qui est censée être adossée au dollar américain. Cela signifie que son prix devrait être relativement stable par rapport au dollar, contrairement à d'autres cryptomonnaies plus volatiles telles que le Bitcoin.

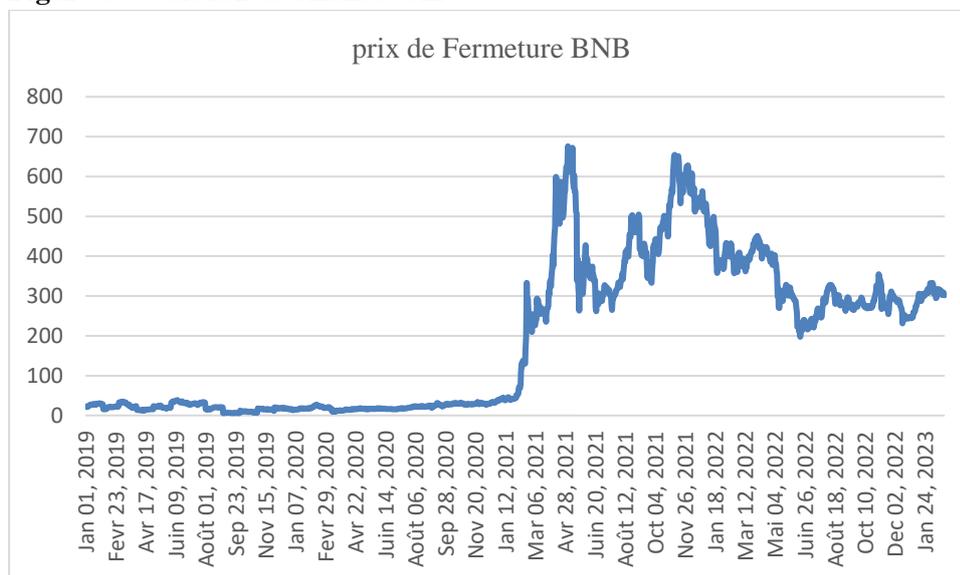
Au cours de la période de janvier 2019 à février 2023, l'USDT est généralement resté stable autour de la parité avec le dollar américain. Cependant, il y a eu quelques périodes de volatilité notamment le 30 septembre 2019, lorsque le prix de l'USDT est tombé à 1,0183\$, et subie une chute en suite jusqu'en mars 2020 à une valeur de 0,99\$. Ces chutes de prix ont été causées par des inquiétudes concernant les réserves sous-jacentes de Tether. Il y a eu des allégations selon lesquelles USDT n'avait pas suffisamment de dollars américains en réserve pour soutenir le nombre de jetons USDT en circulation, ce qui aurait pu entraîner une baisse de prix. Cependant, Tether a depuis publié des rapports réguliers sur ses réserves, ce qui a aidé à renforcer la confiance dans la stabilité de l'USDT.

Figure 4 : Evolution de Tether (USDT)

Source : Auteur, à partir des données de coinmarketcap.com

- Evolution du binance coin

De janvier 2019 à septembre 2020, le cours connaît une légère stagnation (en dessous de 100\$). A partir de 2021 jusqu'en fin de période, le cours connaît une forte hausse avec des pics historiques respectivement d'une valeur de 675,1\$ en Mai 2021 et 636,11\$ en novembre 2021. Ces hausses ont été influencées par le succès continu de la plateforme Binance, ainsi que par le lancement de la Binance Smart-Chain. Cependant après cette hausse le prix du BNB a subi une correction.

Figure 5 : évolution du binance coin

Source : Auteur, à partir des données de coinmarketcap.com

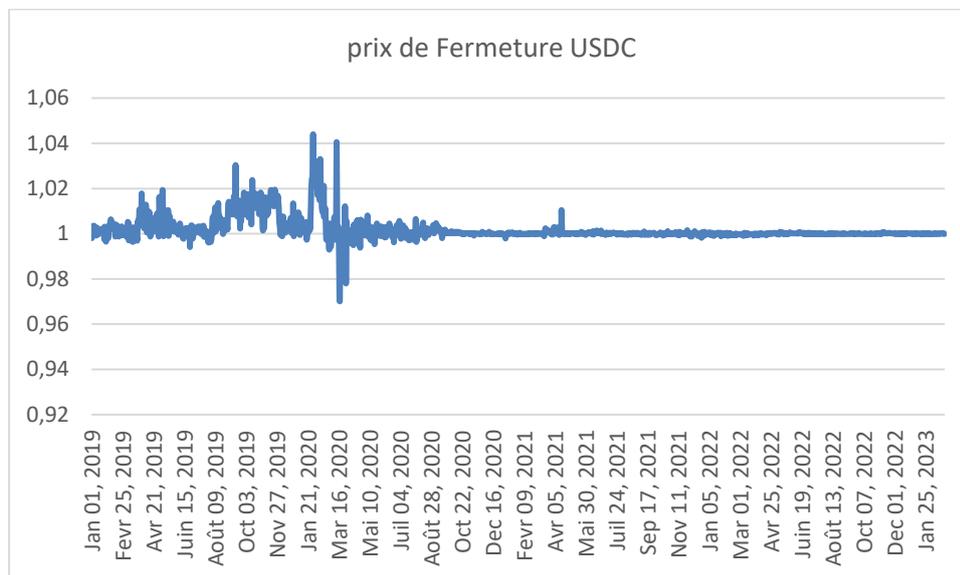
- Evolution du USD coin

Le USD Coin (USDC) est une stablecoin qui a été lancé en 2018 et qui est indexé sur le dollar américain. La valeur de cette cryptomonnaie est donc restée stable autour de 1 dollar américain. D'une valeur de

1\$ au début de l'année 2019 (0,998\$ le 1er janvier 2019), il est resté pratiquement inchangé jusqu'en fin de période (1,0001 en février 2023).

Ceci dit les mouvements rapides du cours du BTC au cours des dernières années nous ont amenés à nous intéresser à la rentabilité et aux risques liés aux portefeuilles bitcoin.

Figure 6 : Evolution de USD coin (USDC)



Source : Auteur, à partir des données de coinmarketcap.com

2.3.2 Volatilité du bitcoin et rendement

La volatilité mesure l'ampleur et la rapidité de l'évolution du prix d'un actif sur une période donnée. Selon Daly (2008), La volatilité peut être définie comme le caractère variable de la variable à l'étude ; plus la variable fluctue sur une période de temps, plus elle est dite volatile. Nikolaos A. et al (2019) ont trouvé que la majorité des cryptomonnaies sont complémentaires avec le bitcoin, le ripple et l'ethereum mais qu'aucune monnaie numérique n'a une capacité de couverture en période de crise. Angeles Lopez-Cabarcos et al. (2021) en analysant le comportement de Bitcoin et l'effet que le sentiment des investisseurs, les rendements du S & P 500 et les rendements du VIX ont sur la volatilité Bitcoin, montrent que la volatilité du Bitcoin est plus instable en période spéculative et qu'en période stable, les rendements du S & P 500, les rendements du VIX et le sentiment influencent la volatilité du Bitcoin. Le modèle GARCH utilisé par Haubo (2015) dans son travail, montre que le bitcoin peut être utile dans la gestion des risques et idéal pour les investisseurs avertis au risque en prévision de chocs négatifs sur le marché. Xin Li et al (2016) obtiennent après l'utilisation de leur modèle qu'à long terme, le taux de change du Bitcoin est plus sensible aux fondamentaux économiques et moins sensible aux facteurs technologiques après la fermeture du MtGox. Dirk, Hong et Lee (2017), révèlent dans à travers l'analyse des données de transaction des comptes Bitcoin que ceux-ci sont principalement utilisés comme investissement spéculatif et non comme monnaie et moyen d'échange alternatif. Gerald P. (2014), obtient que la volatilité mensuelle moyenne des rendements sur Bitcoin soit supérieure à celle de l'or ou d'un ensemble de devises étrangères en dollar, mais les volatilités mensuelles les plus basses pour le Bitcoin sont inférieures aux volatilités mensuelles les plus élevées pour l'or et les devises étrangères.

3. Présentation des données et méthodologie utilisée

3.1 Choix et présentation du modèle

Les modèles ARCH (Auto Regressive Conditional Heteroskedacity) et GARCH (Generalised ARCH), permettent d'estimer et prévoir la volatilité du prix d'une action ou le rendement à court terme en se basant sur les valeurs que prennent ces prix ou rendement quelques périodes de temps auparavant. Ces modèles ont été développés par plusieurs chercheurs dont, Engle (1982) qui a développé le modèle ARCH afin de généraliser les modèles économétriques traditionnels qui acceptent une variance constante d'une période à l'avance. Le chercheur Bollerslev (1986) utilise le modèle ARCH d'Engle pour trouver une généralisation de ce modèle et obtient en suite un modèle de type GARCH. L'avènement de la cryptomonnaie a inspiré divers chercheurs, en l'occurrence Gerald P. (2014), Katsiampa (2017), Angeles Lopez-Cabarcos et al. (2021). Katsiampa (2017), a qui est attribuée l'une des premières études sur la volatilité des monnaies numériques, estime la volatilité du bitcoin en comparant différents modèles GARCH et conclut qu'ARCH-GARCH est le modèle qui décrit le mieux la volatilité du bitcoin. Ces modèles considèrent la variance de l'erreur actuelle en fonction de la fluctuation des conditions d'erreur des périodes passées et la condition d'erreur comme l'effet résiduel laissé inexplicé par d'autres modèles. Notre travail s'inspire de cette étude. La formule de calcul pour le modèle ARCH (1) est la suivante :

Sous la forme brute : $h_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-i}^2$

Sous la forme linéaire : $h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2$

La formule de calcul pour le modèle GARCH (1) est :

Sous la forme brute : $h_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-i}^2$

Sous la forme linéaire : $h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2$ avec,

h_t , La variance ; a_0 , Le terme fixe ou constance ; ε_{t-1}^2 , Résiduel ; h_{t-1}^2 , Variance laguée et β , Coefficient de la variance. Notons que $a_0 > 0$, $a_1 \geq 0$ et $\beta \geq 0$, des constantes et le modèle ARCH(1) correspond à $\beta = 0$. La composante h_t désigne une variable qui, conditionne l'ensemble d'information des valeurs passées du bitcoin de t à $t-1$, est déterministe et positive. Pour que notre variable satisfasse une représentation de ARCH, il doit suivre un processus conditionnellement hétéroscédastique c'est-à-dire compatible avec les clusters de volatilité, il doit être auto corrélé et enfin sa distribution doit être leptokurtique c'est-à-dire un kurtosis supérieur à 3. Toutes ces conditions permettront de faire l'objet de tests pour s'assurer de la validité du modèle d'ARCH. Dans ce travail, nous utilisons les modèle ARCH (1) - GARCH (1) décrits ci-dessus afin d'analyser la volatilité et le rendement du bitcoin sur les marchés des cryptomonnaies. Ces modèles prennent en compte pour variable dépendante le rendement du bitcoin et pour variables explicatives les cinq variables que sont : le Bitcoin, l'Ethereum, le Tether, le Binance Coin, le USD Coin. Le rendement représente dans le cas de notre étude le h_t qui est la variable dépendante et est calculé à partir de la formule de rendement suivante :

$$R = \frac{\text{Prix final} - \text{Prix initial}}{\text{prix initial}}$$

Ce rendement est calculé avec les données de bitcoin obtenir sur le site de Coinmarketcap.com.

3.2 Source de données et analyse descriptive

Les données de cette étude sont basées sur les prix de fermeture quotidiens prenant en compte tous les jours pour les 5 variables utilisées. Notre choix s'est porté sur ces variables (BTC, ETH, USDT, BNB, USDC), car elles sont les plus connues et utilisées du marché.

La variable `prix_f_btc` représente le prix de fermeture du bitcoin. Cette variable est incluse dans le modèle car une corrélation positive entre elle et le prix de fermeture suggère que lorsque le prix de fermeture augmente le rendement est également positif. La variable `prix_f_eth` représente le prix de

fermeture d'Ethereum. En examinant les tendances générales des rendements et des prix de fermeture de l'Ethereum, il est possible vérifier tendance de l'actif (hausse ou baisse) sur le long terme.

La variable prix_f_usdt représente le prix de fermeture du Tether. De par sa nature de stablecoin, le Tether est conçu pour avoir une volatilité extrêmement faible, similaire à celle d'autre stablecoins. L'analyse de cette volatilité peut montrer des variations très limitées dans les rendements et les prix de fermeture.

La variable prix_f_bnb représente le prix de fermeture de Binance coin. La corrélation positive de cette variable suggère une relation directe entre les prix et les rendements, tandis qu'une corrélation négative indique une relation inverse.

La variable prix_f_usdc représente le prix de fermeture de USD coin. Contrairement aux cryptomonnaies volatiles, l'USD coin est conçu pour avoir une volatilité extrêmement basse, cette variable vise à maintenir une valeur stable. L'analyse de la volatilité dans ce cas peut montrer des variations très faibles, voire inexistantes, dans les rendements et les prix de fermeture.

Le choix de ces quatre variables dans notre modèle découle du fait qu'elles sont les cryptomonnaies les plus connues et les plus utilisés en dehors du bitcoin. Nous nous attendons à ce que ces quatre cryptomonnaies soit corrélées positivement avec le rendement du bitcoin. La période étudiée s'étend du 01 janvier 2019 au 28 février 2023 pour un total de 1520 observations journalières. Toutes les données des prix de fermeture quotidien des cryptomonnaies sont extraits sur le site coinmarketcap.com.

Les tableaux 1 donne les statistiques descriptives des variables. Ainsi, les cinq cryptomonnaies ont une performance positive. Le bitcoin présente les moyennes la plus élevée (23457,15) tandis que Tether se caractérise par la moyenne la plus faible (1,001592). Nous pouvons confirmer l'hypothèse que plus un actif est volatil et risqué plus son rendement est élevé.

Nous pouvons noter également que l'écart-type du BTC, ETH, BNB est largement supérieur aux deux variables (USDT et USDC). USDT présente l'écart-type le plus faible (0,0039679) donc la volatilité de l'actif est très faible et le risque est moindre. D'où un rendement faible. Tandis que le BTC présente l'écart-type le plus fort (17222,94), alors l'actif est hyper volatile et le risque est très élevé donc un rendement très élevé. L'utilisation des modèles de type ARCH-GARCH permet de corriger le problème de variabilité des cryptomonnaies.

Tableau 1 :Statistiques descriptives

Variables	Observation	Mean	std. Dev	Min	Max
prix_f_btc	1520	23457,15	17222,94	3399,47	67566,83
prix_f_eth	1520	1321,976	1256,879	104,54	4812,09
prix_f_usdt	1520	1,001592	0,0039679	0,9742	1,0536
prix_f_bnb	1520	190,3498	187,7041	5,5688	675,68
prix_f_usdc	1520	1,001792	0,0049837	0,9701	1,044
rendement	1520	0,001894	0,0369556	-	0,1874647

Source : Auteur à l'aide d'Excel

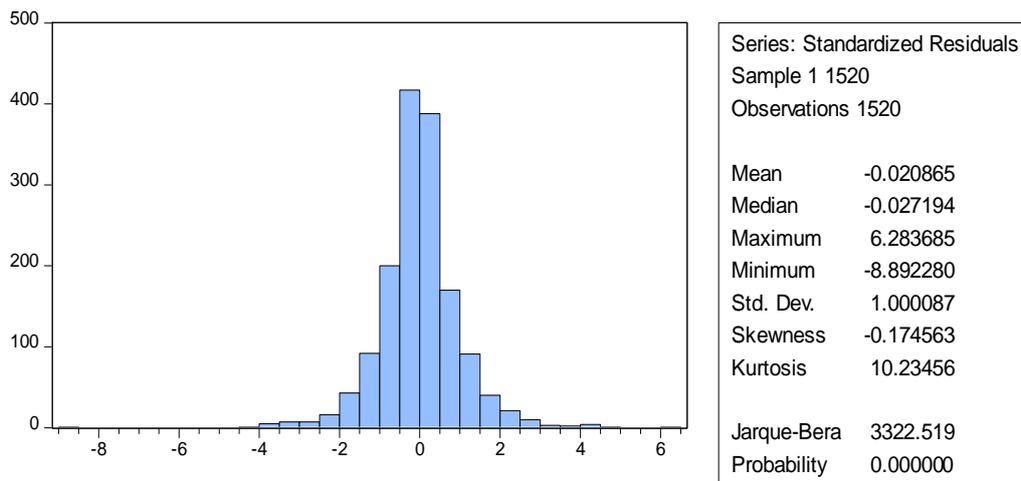
4. Résultats et interprétations

Cette section comporte deux points ; le premier concernera les tests préliminaires et le second, les tests ARCH-GARCH.

4.1 Résultats des tests préliminaires

Les tests de normalité révèlent que les erreurs ne suivent pas une loi normale au seuil de 1%.

Tableau 2 : Test de normalité



Source : EViews10, à partir des données sur coinmarketcap .com

la matrice de corrélation montre qu'il existe une relation positive et forte entre la variable du BTC et les variables ETH et BNB. Tandis que le BTC à une relation négative avec USDT et USDC. Mais la relation entre le rendement et le BTC est positive et très faible (proche de 0) alors les deux variables sont linéairement indépendantes. De plus la variable ETH à une forte relation positive avec le BNB. Pour le reste l'ETH à une relation négative avec le USDT, le USDC et le rendement. La variable USDT à une relation positive qu'avec le USDC et une relation négative entre le BNB et le rendement. La variable BNB à une relation négative entre le USDC et le rendement. En fin la variable USDC à une relation négative avec le rendement.

Tableau 3: Matrice de Corrélation

	prix_f_btc	prix_f_eth	prix_f_usdt	prix_f_bnb	prix_f_usdc	rendement
prix_f_btc	1					
prix_f_eth	0,9184	1				
prix_f_usdt	(-0,2729)	(-0,3005)	1			
prix_f_bnb	0,8663	0,9554	(-0,3167)	1		
prix_f_usdc	(-0,2958)	(-0,3216)	0,5648	(-0,3216)	1	
Rendement	0,0022	(-0,0290)	(-0,1064)	(-0,0462)	(-0,0631)	1

Source : Auteur, à l'aide d'Excel

Les tests d'autocorrélation montre qu'il y a présence d'autocorrélation dans le terme d'erreur. L'utilisation du modèle ARCH- GARCH est donc essentielle. Le test d'hétéroscédasticité (Breusch-Pagan-Godfrey) quant à lui, révèle que les résidus sont hétéroscédastique au niveau de 1%.

Tableau 4 : Test d'autocorrélation

Test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey	
lags	1
chi2	5,783
df	1
prob	0,0162

Source : auteur sur stata

Tableau 5 : Test d'hétéroscédasticité

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	17.53686	Prob. F(6,1513)	0.0000
Obs*R-squared	98.83456	Prob. Chi-Square(6)	0.0000
Scaled explained SS	2.56E+08	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

Source : EViews 10

Les tests de racine unitaire de Dickey-Fuller augmentée (1981) et de Phillips-Perron (1988), montrent que la série ne comporte pas de racine unitaire donc qu'elle est stationnaire.

Tableau 6 : Test de racine unitaire

VARIABLE	EN NIVEAU		EN DIFFERENCE 1		Décisions
	ADF	PHILLIPS - PERRON (PP)	ADF	PHILLIPS-PERRON	
Prix bnb	1,857 (0,675)	1,992 (0,604)	18,485 (0,000) ***	44,399 (0,000)***	I(1)
Prix btc	1,262 (0,896)	1,239 (0,901)	40,190 (0,000) ***	40,180 (0,000)***	I(1)
Prix usdc	7,446 (0,000)***	22,152 (0,000)***			I(0)
Prix eth	1,582 (0,799)	1,566 (0,806)	41,723 (0,000) ***	41,636 (0,000)***	I(1)
Prix usdt	7,040 (0,000)***	29,775 (0,000)***			I(0)
Rendement	41,185 (0,000)***	41,132 (0,000)***			I(0)

Notez que : (*), (**) et (***) désigne un niveau de significativité à 10%, 5% et 1% respectivement.

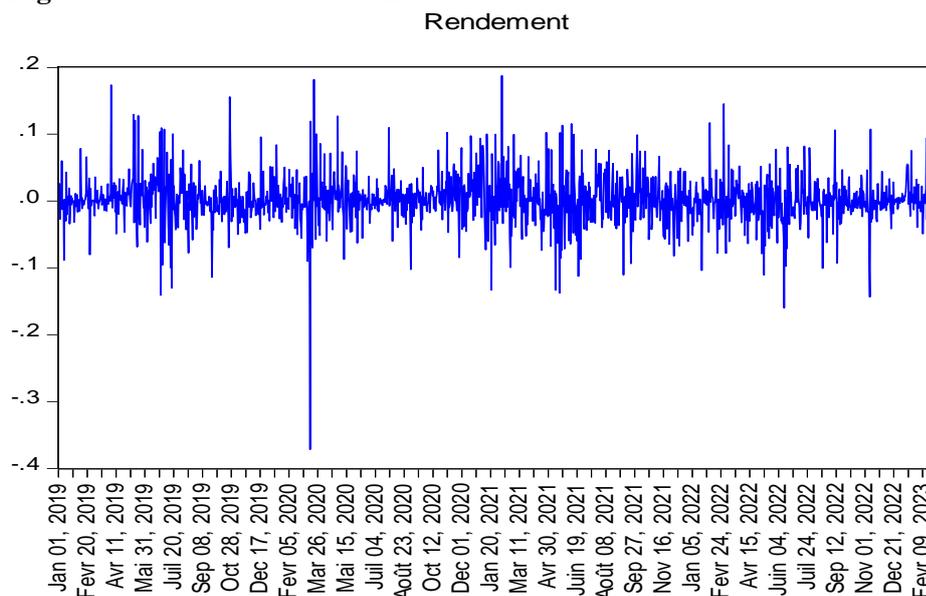
Source : Auteur, à l'aide d'Excel à partir des données sur coinmarketcap .com

Ces tests ont été effectués afin d'assurer la pertinence des résultats des estimations.

4.2 Résultats du modèle ARCH-GARCH

En ce qui concerne le rendement du bitcoin, il flotte autour de 0, ce qui montre effectivement que les rendements changent aux cours du temps, dus certainement à une volatilité. On observe une volatilité constante et qui a tendance à s'éloigner de 0. Cette concentration de la volatilité autour de 0 confirme également l'utilisation d'un modèle ARCH-GARCH pour cette étude.

Figure 7: Rendement du bitcoin



Source : Auteur, à partir des données sur coinmarketcap .com

L'estimation de la volatilité, à l'aide des modèles ARCH-GARCH fait suite aux tests préliminaires énoncés plus haut. Les résultats révèlent qu'il y a une complémentarité entre le bitcoin et son rendement. Cela s'explique par l'utilisation du bitcoin comme valeur refuge pour les investisseurs afin de parer à l'incertitude des marchés. Par ailleurs, la volatilité des rendements de l'Ethereum n'influence pas la volatilité des rendements du bitcoin. Comme pour Ethereum, ces résultats montrent que la volatilité des rendements du USD Coin n'influence pas celle des rendements du bitcoin. L'explication tient au fait que l'augmentation de la valeur du bitcoin n'a aucun effet sur l'augmentation de USD coin. Néanmoins, le Tether et le Binance ne sont pas complémentaires avec le bitcoin.

Les raisons pour lesquelles le Tether (USDT) et le Binance (BNB) affichent des corrélations négatives et significatives par rapport au bitcoin dans une étude de rendement peuvent être attribuées à plusieurs facteurs :

-Tether est une cryptomonnaie stablecoin adossée à une monnaie fiduciaire, à savoir le dollar américain. Il est donc conçu pour minimiser les fluctuations de prix par rapport aux autres cryptomonnaies telle que le bitcoin. Dès lors, une hausse du prix du bitcoin, incite les détenteurs de Tether à échanger leur Tether contre du bitcoin afin profiter de la hausse des cours ;

-Binance coin en tant que jetons, est utilisé pour payer les frais de transaction sur la plateforme et est souvent utilisé pour faciliter les échanges de cryptomonnaies, y compris le bitcoin sur Binance. Lorsque le volume de trading du bitcoin augmente sur Binance, il peut y avoir une demande accrue de BNB afin de payer les frais de transaction, ce qui peut entraîner une corrélation négative et significative entre le prix du bitcoin et du BNB.

Tableau 7 : Résultats des modèles ARCH-GARCH

Variable		Coef-Prob
Rendement		
Prix f BTC		3,92 ^e -07 (0,002) ***
Prix f ETH		-1,07 ^e -06 (0,708)
Prix f USDT		-1,188182 (0,000) ***
Prix f BNB		-0,0000415 (0,007) ***
Prix f USDC		-0,0369922 (0,865)
Cons		1,229986 (0,000)***
Variance équation	Arch	0,0699719 (0,000) ***
	Garch	0,8456069 (0,000) ***
	Constante	0,0001134 (0,000)***

Source : Auteur à partir de Stata 15

Valeur = coefficient ; (.) = probabilité ; *** = significativité à 1%.

4.3 Implications et recommandations

L'une des premières études qui examine la volatilité des monnaies numériques est celle de (Katsiampa 2017). Elle estime la volatilité du bitcoin en comparant différents modèles GARCH et conclut que le ARCH-GARCH est le modèle qui décrit le mieux la volatilité du bitcoin. Nos résultats montrent que sur cinq variables il y a trois qui sont significatives. Ainsi, le modèle ARCH-GARCH décrit le mieux la volatilité du bitcoin. (Nikolaos et al. 2021) examinent la volatilité de certaines cryptomonnaies et la façon dont elles sont influencées par les trois principales monnaies numériques en utilisant un modèle ARCH-GARCH et trouvent que la majorité des cryptomonnaies sont complémentaires avec les bitcoin, Ethereum et ripple et qu'il n'existe aucune capacité de couverture parmi les principales monnaies numériques en période de crise. Nos résultats montrent que le Tether et le Binance Coin ne sont pas complémentaires avec le bitcoin. Puisque la relation entre les trois cryptomonnaies est significative, nous pouvons affirmer que les deux cryptomonnaies sont liées au rendement du bitcoin. Par ailleurs, les Ethereum et USD Coin ne sont pas complémentaires avec le rendement du bitcoin et la relation entre ces trois cryptomonnaies est non significative. A ce niveau il est difficile de dire que les deux cryptomonnaies sont liées au rendement du bitcoin.

Les investissements dans les cryptomonnaies ayant un niveau de risque élevé nous recommandons ce qui suit :

- s'imprégner des fondamentaux du bitcoin, son fonctionnement, ses risques et ses perspectives avant toute décision d'investissement,
- Une diversification des investissements sur d'autres cryptomonnaies,
- Etablissement d'une stratégie d'investissement claire afin de fixer des objectifs peut aider à une meilleure prise de décision et éviter les réactions impulsives aux fluctuations du marché.
- Pour toute nouvelle personne sur les marchés des cryptomonnaies, les conseils d'un spécialiste dans la matière serait utile.

5. Conclusion

L'objectif essentiel de cette étude était d'analyser la volatilité et le rendement du bitcoin sur les marchés des cryptomonnaies.

Dans le souci de mieux appréhender cette étude, nous avons mis en corrélation quatre cryptomonnaies à savoir le Tether, le Binance coin, l'Ethereum, USD coin avec le Bitcoin. En utilisant un modèle ARCH-GARCH avec des données quotidiennes qui vont du 01 janvier 2019 au 28 février 2023 sur 1520 observations extraites du site coinmarketcap.com.

Nous déterminons la relation la plus appropriée de chacune des variables avec celle du bitcoin. Ensuite nous expliquons la volatilité des rendements des quatre cryptomonnaies sur la volatilité des rendements du bitcoin.

Les résultats montrent que le coefficient du bitcoin est positif et significatif. Cela montre qu'il y a une complémentarité entre le bitcoin et son rendement. On a un coefficient négatif et non significatif entre le rendement du bitcoin et l'Ethereum. Cela nous montre que la volatilité des rendements de l'Ethereum n'influence pas la volatilité des rendements du bitcoin. Nous observons également un coefficient négatif et non significatif entre le rendement du bitcoin et le USD Coin. Comme pour Ethereum, ces résultats montrent effectivement que la volatilité des rendements USD Coin n'influence pas la volatilité des rendements du bitcoin. Mais, nous constatons un coefficient négatif et significatif du Tether et le Binance coin sur le rendement du bitcoin, ce qui signifie que ces deux monnaies numériques ne sont pas complémentaires avec le bitcoin mais significatifs. Par conséquent la volatilité des rendements de ces deux monnaies influence négativement la volatilité des rendements du bitcoin.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Abdel, R. (2004). Marché financier et gestion de capitaux, mesure de la rentabilité et du risque. Mémoire DESS, PDFslide, PP 13-15.
- [2] Angeles Lopez-Cabarcos et al. (2021). Bitcoin volatility, stock market and investor sentiment. Are they connected? Finance Research Letters, 2021, vol. 38, numéro C. I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [3] Baker, S. R., et al (2016). Measuring Economic Policy Uncertainty. Quarterly Journal of Economics, vol 131(4), pages 1593-1636.
- [4] Beneki C., Alexandros K., Nikolaos A. K., et Stephanos P. (2019). Investigating Volatility Transmission and Hedging Properties between Bitcoin and Ethereum. Research in International Business and Finance 48 (avril): 219-27. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.01.001>.
- [5] Benoist, R. 2013a. Qu'est-ce que le rendement? 12 juin 2013. <https://www.andlil.com/definition-de-rendement-132494.html>. 2013b. Qu'est-ce que la volatilité financière? 24 juin 2013. <https://www.andlil.com/definition-de-volatilite-132162.html>.
- [6] Bollerslev, T. (1986) Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Journal of Econometrics, 31, 307-327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- [7] Brezo, F. et Bringas P. (2012). Issues and Risks Associated with Cryptocurrencies such as Bitcoin.
- [8] Cougnaud, B. (2007). L'univers des risques en finance: Un équilibre en devenir. Presses de Sciences Po.
- [9] Daly, K. (2008). Financial volatility: Issues and measuring techniques. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 387, (11), 2377-2393
- [10] Elie, B., Rangan, G. (2021). Predicting Bitcoin returns: Comparing the roles of newspaper- and internet search-based measures of uncertainty, Finance Research Letters, Volume 38, 2021, 101398, ISSN 1544-6123, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101398>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612319307020>)
- [11] Engle, R.F. (1982) Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. Econometrica Journal of the Econometric Society, 50, 987-1007.
- [12] Faber, E., Bouwman, H. et al. (2008). Conceptualizing the STOF model. 10.1007/978-3-540-79238-3_2.
- [13] Fischer, S. (février 1988). Rules Versus Discretion in Monetary Policy NBER Working Paper No. w2518, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=425552>
- [14] Gerald P., Dwyer. (2014). The Economics of Bitcoin and Similar Private Digital Currencies. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2434628>.
- [15] Glaser, F., Martin H., Moritz Christian W., et Kai Z. (2014). How to Price a Digital Currency? Empirical Insights on the Influence of Media Coverage on the Bitcoin Bubble. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY. <https://papers.ssrn.com/abstract=2430653>.
- [16] Grinberg, Reuben. (2011). Bitcoin: An Innovative Alternative Digital Currency. Hastings Science & Technology Law Journal. 4.
- [17] Hamon, J. (2011). Bourse et gestion de portefeuille. 2011, Economica édition.
- [18] Haubo, Dyhrberg A. (2015). Bitcoin, Gold and the Dollar – a GARCH Volatility Analysis. Working Papers, Working Papers, September. <https://ideas.repec.org/p/ucn/wpaper/201520.html>.
- [19] Ingrid, P. (2022). « Rentabilité : définition simple, calcul de la rentabilité économique et financière ». 15 décembre 2022. <https://www.journaldunet.fr/business/dictionnaire-comptable-et-fiscal/1198481-rentabilite-definition-calcul-economique-financiere/>.
- [20] Jean-Marc. (2016). Bitcoin et blockchain : quelles opportunités ? Revue d'économie financière 123 (3): 325-38. <https://doi.org/10.3917/ecofi.123.0325>.
- [21] Katsiampa, P. (2017). Volatility Estimation for Bitcoin: A Comparison of GARCH Models. Economics Letters 158 (September): 3-6. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.06.023>.
- [22] Lars, L. (2020). Le bit gold de Nick Szabo : l'or numérique avant Bitcoin. Journal du Coin. 16 mai 2020. <https://journalducoin.com/analyses/bit-gold-nick-szabo-or-numerique-bitcoin>.
- [23] Mishkin, F. (2004). The Economics of Money and Financial Markets, 2004, 7ème édition.
- [24] Nakamoto, S. (21 août 2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System Disponible chez SSRN : <https://ssrn.com/abstract=3440802> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3440802>
- [25] Narayana, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., et Goldfeder, S., (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies : A Comprehensive introduction. Network Security, Volume 2016, Issue 8, 2016, Page 4, ISSN 1353-4858. [https://doi.org/10.1016/S1353-4858\(16\)30074-5](https://doi.org/10.1016/S1353-4858(16)30074-5).
- [26] Kyriazis NA, Daskalou K, Arampatzis M, Prassa P, Papaioannou E. (2019). Estimating the volatility of cryptocurrencies during bearish markets by employing GARCH models. Heliyon. Aug;5(8) e02239. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02239. PMID: 31453399; PMCID: PMC6702433.

- [27] Plassaras, N.A. (2013). Regulating Digital Currencies: Bringing Bitcoin within the Reach of the IMF. *Chicago Journal of International Law*, 14, 377-407.
- [28] Selmer, C. (2019). Outil 6. La rentabilité des investissements. Dans : , *La boîte à outils du contrôle de gestion* (pp. 28-31). Paris: Dunod.
- [29] Victor, T., Aviral, T., Muhammad S. et Demian N. M. (2019). Bitcoin returns and risk: A general GARCH and GAS analysis, *Finance Research Letters*, 30, (C), 187-193.
- [30] [29] Victor, T., Aviral, T., Muhammad S. et Demian N. M. (2019b). Bitcoin Returns and Risk: A General GARCH and GAS Analysis. *Finance Research Letters* 30 (septembre): 187-93. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.014>.
- [31] Xin, L., Chong A. W. (2017). The technology and economic déterminants of cryptocurrency exchange rate : The case of Bitcoin. *Decision Support Systems*, Volume 95, 2017, Pages 49-60, ISSN 0167-9236, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2016.12.001>