

Crypto-actifs, marchés financiers : une analyse dynamique des Spillovers de volatilité à l'aide d'un modèle TVP-VAR.

Auteur 1 : Saou Badr- Eddine,

Auteur 2 : Badr Machrafi,

Saou Badr- Eddine

Directeur de thèse : Badr Machrafi

Laboratoire d'Économie, de Finance, de Management et de l'Innovation, Université Ibn Tofail

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : Saou Badr- Eddine & Badr Machrafi (2026) « Crypto-actifs, marchés financiers : une analyse dynamique des Spillovers de volatilité à l'aide d'un modèle TVP-VAR », African Scientific Journal « Volume 03, Num 36 » pp: 0610 – 0642.



DOI : 10.5281/zenodo.20488997

Copyright © 2026 – ASJ



Résumé

L'essor des crypto-actifs depuis 2008 a profondément bouleversé le système financier mondial, en s'appuyant sur la technologie blockchain et en suscitant un intérêt croissant de la part des investisseurs, des institutions financières et des autorités de régulation. Néanmoins, cette expansion s'accompagne d'une forte volatilité et d'une interconnexion accrue avec les marchés financiers traditionnels, notamment dans les périodes de crise économique, ce qui soulève des préoccupations quant à la stabilité financière. Dans ce cadre, l'étude examine l'impact des crypto-actifs, notamment le Bitcoin et l'Ethereum, sur la dynamique du système financier, leur degré d'intégration avec les marchés traditionnels ainsi que l'efficacité des dispositifs réglementaires en vigueur. Sur le plan empirique, elle mobilise un modèle TVP-VAR afin d'analyser les interactions dynamiques et les transmissions de volatilité entre les crypto-actifs et les autres actifs financiers, permettant ainsi d'identifier les mécanismes de propagation des chocs et leur contribution potentielle au risque systémique. Les résultats indiquent que, malgré leur potentiel d'innovation, les crypto-actifs demeurent caractérisés par une volatilité élevée, des interactions variables avec les marchés traditionnels et une intégration encore partielle au système financier, ce qui confirme la nécessité de renforcer les cadres réglementaires afin de préserver la stabilité financière tout en accompagnant le développement de l'innovation.

Mots-clés — **Crypto-actifs ; Bitcoin ; Stablecoins ; Stabilité financière ; Spillovers financiers ; Blockchain.**

Abstract

The rapid rise of cryptocurrencies since 2008 has profoundly reshaped the global financial system, driven by blockchain technology and attracting growing interest from investors, financial institutions, and regulatory authorities. However, this expansion is accompanied by high volatility and increasing interconnections with traditional financial markets, particularly during periods of economic crisis, raising concerns about financial stability. In this context, the study examines the impact of crypto-assets, notably Bitcoin and Ethereum, on the dynamics of the financial system, their degree of integration with traditional markets, and the effectiveness of existing regulatory frameworks. Empirically, it employs a Time-Varying Parameter Vector Autoregression (TVP-VAR) model to analyze the dynamic interactions and volatility Spillovers between cryptocurrencies and other financial assets, thereby identifying the mechanisms through which shocks propagate and their potential contribution to systemic risk. The results indicate that, despite their innovative potential, crypto-assets remain characterized by high volatility, time-varying linkages with traditional markets, and only partial integration into the financial system, thereby underscoring the need to strengthen regulatory frameworks in order to safeguard financial stability while supporting the development of financial innovation.

Keywords — Cryptocurrencies; Bitcoin; Stablecoins; Financial Stability; Financial Spillovers; Blockchain.

1. Introduction

Depuis la crise financière mondiale de 2008, le système financier international a connu des transformations profondes, mettant en évidence ses fragilités structurelles ainsi que les limites des mécanismes traditionnels d'intermédiation. Dans ce contexte, l'émergence du Bitcoin, introduit par Satoshi Nakamoto et reposant sur la technologie blockchain, constitue une innovation majeure visant à proposer une alternative décentralisée aux systèmes monétaires conventionnels. Par la suite, de nombreux crypto-actifs, tels que l'Ethereum, ont vu le jour, contribuant à l'expansion rapide de cet écosystème. Toutefois, cette évolution soulève des interrogations fondamentales quant à la nature économique de ces actifs et à leur rôle au sein du système financier. En particulier, se pose la question de l'existence d'interactions entre les marchés des crypto-actifs et les marchés financiers traditionnels, ainsi que de leur capacité à être considérés comme des monnaies, des instruments de couverture, des actifs de diversification ou encore des valeurs refuges en période d'incertitude. Plus largement, il convient de s'interroger sur la mesure dans laquelle les crypto-actifs contribuent aux Spillovers financiers et s'intègrent aux marchés traditionnels, notamment lors des épisodes de tensions macroéconomiques et géopolitiques.

Dans ce cadre, la problématique centrale de cet article est la suivante : *dans quelle mesure l'essor des crypto-actifs influence-t-il la dynamique des marchés financiers et la stabilité du système financier, à travers les effets de transmission (Spillovers) et les interactions avec les actifs traditionnels ?* Afin de répondre à cette problématique, cet article analyse l'impact des crypto-actifs, en particulier le Bitcoin, l'Ethereum et les stablecoins sur la dynamique des marchés financiers et la stabilité du système financier, à travers les effets de transmission (Spillovers) et les interactions avec les actifs traditionnels. Il s'intéresse également au degré d'intégration de ces actifs au système financier global ainsi qu'à l'efficacité des cadres réglementaires mis en place par les autorités publiques pour encadrer leur expansion et atténuer les risques associés. Sur le plan empirique, l'étude mobilise un modèle à paramètres variables dans le temps (Time-Varying Parameter Vector Autoregression, TVP-VAR), permettant de capturer l'évolution des interconnexions et des transmissions de volatilité entre les crypto-actifs et les marchés financiers traditionnels, notamment les marchés boursiers, obligataires et des matières premières. Cette approche économétrique, largement utilisée dans la littérature sur les Spillovers financiers, permet d'identifier les mécanismes de propagation des chocs et d'évaluer la contribution potentielle des crypto-actifs au risque systémique. Les résultats suggèrent que, malgré leur potentiel d'innovation financière, les crypto-actifs demeurent caractérisés par une

volatilité élevée et des interactions instables avec les marchés financiers traditionnels. Ces conclusions s'inscrivent dans la continuité des analyses des institutions internationales telles que le Fonds monétaire international et le Comité européen du risque systémique, qui soulignent la nécessité de renforcer les cadres réglementaires afin de préserver la stabilité financière tout en accompagnant le développement de l'innovation numérique.

Cet article contribue à la littérature sur les crypto-actifs de plusieurs manières. Premièrement, il propose une analyse dynamique des Spillovers de volatilité entre les crypto-actifs et les marchés financiers à l'aide d'un modèle TVP-VAR, permettant de capter l'évolution temporelle des interconnexions sur la période récente 2019–2025, qui intègre des épisodes majeurs de tensions économiques et financières, notamment les corrections du marché des crypto-actifs, la crise liée à la pandémie de COVID-19 ainsi que les tensions géopolitiques, en particulier le conflit russo-ukrainien. Deuxièmement, l'article met en évidence, à partir des indicateurs de connectivité issus du modèle TVP-VAR, le degré d'interdépendance et les mécanismes de transmission des chocs entre les crypto-actifs et les marchés financiers traditionnels. Il permet également d'évaluer le rôle que peuvent jouer les crypto-actifs, notamment en période de crise, en tant qu'actifs refuges, instruments de couverture ou de diversification de portefeuille, une question centrale dans la littérature financière contemporaine. Enfin, il apporte un éclairage sur les implications réglementaires liées à l'intégration croissante des crypto-actifs dans le système financier global, en mettant en évidence les enjeux en matière de stabilité financière.

Au regard des éléments analysés dans cette étude, cette recherche a pour objectif d'examiner les interactions dynamiques et les mécanismes de transmission de la volatilité entre les principaux crypto-actifs, notamment le Bitcoin et l'Ethereum, et les marchés financiers traditionnels. Elle vise, d'une part, à déterminer la nature et le rôle des crypto-actifs ainsi que leurs implications en matière de stabilité financière, de diversification des portefeuilles et d'encadrement réglementaire. En mobilisant une approche économétrique fondée sur le modèle d'autorégression vectorielle à paramètres variables dans le temps (TVP-VAR), l'étude cherche à fournir une compréhension plus approfondie de l'évolution temporelle des relations entre les crypto-actifs et les marchés financiers dans un contexte marqué par des chocs économiques, la crise de la COVID-19 et les tensions géopolitiques récentes.

L'article est structuré comme suit. Dans un premier temps, il présente les fondements théoriques ainsi que les principaux débats relatifs à la nature des crypto-actifs, à leur rôle économique et aux mécanismes de transmission financière (Spillovers). La deuxième section expose la démarche méthodologique retenue, décrit les données mobilisées et justifie le recours au

modèle TVP-VAR pour l'analyse des interconnexions dynamiques entre les différentes classes d'actifs. La troisième section présente les résultats empiriques et analyse les principales phases de transmission de la volatilité ainsi que du degré de connectivité entre les crypto-actifs et les marchés financiers traditionnels. Enfin, la dernière section synthétise les principaux enseignements de l'étude, met en évidence leurs implications pour les investisseurs et les décideurs publics, notamment en matière de réglementation des crypto-actifs, et ouvre des perspectives pour de futures recherches.

2. Revue de littérature :

La crise des subprimes de 2008, qui a profondément affecté le secteur bancaire et les marchés financiers, a mis en évidence la fragilité du système financier mondial. Dans ce contexte, dès les années 1980, un mouvement issu de la communauté des *Cypher-punks*, composé notamment de cryptologues, a cherché à concevoir des monnaies privées offrant davantage de liberté économique, en réaction à la perte de confiance envers la monnaie fiduciaire et à sa gestion par le système bancaire. Cette dynamique a conduit, par la suite, Satoshi Nakamoto à proposer une innovation majeure, à savoir le Bitcoin. Dans son document fondateur, communément appelé le « livre blanc », il présente le Bitcoin comme une alternative au système monétaire traditionnel, caractérisé par le rôle d'intermédiation des institutions financières, engendrant des coûts élevés, des délais de traitement et des risques liés à la confiance, notamment en matière de fraude et de réversibilité des paiements, ainsi, le Bitcoin vise à instaurer un système de paiement décentralisé permettant des transactions directes entre agents, sans recours à un tiers de confiance.¹

Dans ce contexte, la littérature consacrée à la nature des crypto-actifs et à leurs interactions avec les marchés financiers a connu une évolution importante, donnant lieu à des débats approfondis. Alors que certains auteurs considèrent les crypto-actifs comme une forme émergente de monnaie, d'autres les analysent plutôt comme des actifs financiers aux caractéristiques spécifiques. Cette revue de littérature s'articule ainsi autour des fondements théoriques de la monnaie, des débats relatifs au rôle des crypto-actifs en tant qu'actifs de diversification, de couverture ou de refuge, notamment en période de crise, ainsi que de leurs interactions avec les marchés financiers traditionnels et des enjeux réglementaires associés à leur développement.

¹ Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

2.1 Le Bitcoin à l'Épreuve de la Théorie monétaire

Bien que le Bitcoin ne remplisse pas entièrement les fonctions traditionnelles d'une monnaie, notamment en tant qu'unité de compte ou réserve de valeur stable, il s'inscrit néanmoins dans un cadre théorique proche de celui développé par Friedrich Hayek (1976)² où l'auteur plaide pour la remise en cause du monopole étatique sur la monnaie au profit d'un système de monnaies privées concurrentes. Cette perspective est cohérente avec sa critique du rôle des autorités publiques dans les déséquilibres économiques, qu'il résume en affirmant que « *la cause des vagues de chômage n'est pas le capitalisme, mais les gouvernements qui refusent à l'initiative privée le droit de produire une bonne monnaie* ». À cet égard, le Bitcoin peut être interprété comme une concrétisation partielle de cette vision. D'une part, il incarne une forme de monnaie privée décentralisée, échappant au contrôle des États et des banques centrales, ce qui correspond à l'idée hayékienne de libérer la monnaie du monopole souverain, perçu comme une source d'instabilité monétaire. D'autre part, son fonctionnement repose sur une logique d'émergence spontanée et de non-réglementation, dans la mesure où son adoption ne dépend pas d'un statut légal imposé, mais du choix des agents économiques sur le marché, en cohérence avec la conception d'une monnaie concurrentielle. Enfin, le protocole du Bitcoin intègre un principe de rareté strict, en limitant son offre totale à 21 millions d'unités, ce qui empêche toute manipulation discrétionnaire de la masse monétaire par une autorité centrale et répond directement aux critiques formulées par Hayek à l'encontre des monnaies fiduciaires, susceptibles de générer inflation et instabilité.

La question qui se pose ensuite est de savoir si cette monnaie remplit les fonctions normales d'une monnaie. John Hicks³, Prix Nobel d'économie, propose une distinction éclairante entre monnaie complète (*Full Money*) et monnaie partielle (*Partial Money*). Hicks s'inscrit dans la tradition keynésienne de détermination des fonctions de la monnaie et considère qu'une monnaie doit remplir trois fonctions principales, à savoir : unité de compte, réserve de valeur et moyen de transaction. Une monnaie partielle, en revanche, est un actif qui ne remplit que certaines de ces fonctions, comme un instrument d'échange au sein de communautés restreintes ou dans des circonstances spécifiques, et ne permet que partiellement de conserver la valeur, car l'actif est généralement détenu dans une logique spéculative, sa valeur est instable et très volatile. C'est dans ce sens que le Bitcoin excelle comme réserve de valeur (pour ceux qui misent sur sa rareté) et comme instrument d'échange (dans la communauté crypto), mais sa

² Hayek, F. A. (1976). *The Denationalisation of Money*, page 11-39

³ Hicks, J. R. (1967). *Critical essays in monetary theory*. Oxford University Press

volatilité l'empêche de fonctionner comme une unité de compte stable, le reléguant au statut de monnaie partielle ou d'actif purement spéculatif.

Dans le même ordre d'idées, l'analyse menée par Dirk G. Baur et al ⁴ met en évidence que le Bitcoin, bien qu'initialement conçu comme un système de paiement décentralisé permettant des transactions directes sans intermédiaire, cette monnaie présente en pratique des caractéristiques qui le rapprochent davantage d'un actif financier que d'une véritable monnaie. En effet, contrairement à une monnaie qui doit remplir les fonctions de moyen d'échange, d'unité de compte et de réserve de valeur, le Bitcoin ne satisfait que partiellement ces critères et se distingue surtout par son potentiel de rendement associé à une volatilité très élevée. Les résultats empiriques montrent également une quasi-absence de corrélation entre le Bitcoin et les actifs traditionnels tels que les actions ou les obligations, ce qui en fait un instrument de diversification pour les investisseurs, tout en restant relativement déconnecté des marchés financiers classiques. Par ailleurs, l'analyse des comportements des détenteurs, à travers les portefeuilles (wallets) et la vitesse de circulation (turnover), révèle que les investisseurs adoptent majoritairement une logique spéculative, caractérisée par la détention de montants importants et une sensibilité aux variations de prix et de volatilité, tandis que les usages transactionnels demeurent limités, confirmant ainsi que le Bitcoin est principalement utilisé comme un actif spéculatif plutôt que comme une monnaie d'échange.

Ce constat rejoint l'analyse de David Yermack⁵, qui s'interroge sur la nature économique du Bitcoin et souligne que, malgré son acceptation par certains commerçants, son utilisation demeure fortement contrainte. En effet, l'accès au Bitcoin passe généralement par des plateformes souvent peu liquides et risquées, tandis qu'il n'existe pas de mécanismes de paiement courants, tels que les cartes ou les crédits libellés en monnaie numérique. Par ailleurs, sa forte volatilité limite considérablement sa fonction d'unité de compte, dans la mesure où les commerçants sont contraints d'ajuster en permanence leurs prix en fonction des fluctuations de sa valeur, ce qui complique les décisions d'achat et de vente et réduit sa capacité à servir de référence stable dans les échanges économiques. En ce qui concerne sa fonction de réserve de valeur, le Bitcoin présente également des limites majeures en raison de sa volatilité élevée qui reste largement supérieure à celle des monnaies traditionnelles ou même de l'or, expose les détenteurs à des risques financiers élevés. Enfin, la limitation de son offre à environ 21 millions

⁴ Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2017). Bitcoin: Medium of exchange or speculative asset? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*

⁵ Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In D. Lee (Ed.), *Handbook of Digital Currency* (pp. 31–43). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802117-0.00002-3>.

d'unités constitue une contrainte structurelle susceptible de générer des pressions déflationnistes, pouvant engendrer des déséquilibres économiques et des perturbations macroéconomiques.

Dans ce contexte, et en se basant sur les l'expériences de certain pays qui ont expérimenté l'usage des crypto-actifs, Alvarez, Argente et Van Patten ⁶ ont étudié le cas du Salvador afin d'évaluer si le Bitcoin peut réellement remplir les fonctions d'une monnaie. Leur analyse repose sur une enquête menée auprès de 1 800 ménages et sur l'exploitation de données issues de la blockchain retraçant les transactions réalisées via le portefeuille numérique gouvernemental Chivo Wallet. Ce dispositif permet d'échanger du Bitcoin contre des dollars américains sans frais, d'effectuer des paiements numériques et de retirer de l'argent liquide via des distributeurs automatiques. Afin de favoriser l'adoption de ce système, le gouvernement salvadorien a accordé un bonus de 30 dollars en Bitcoin, soit environ 3,75 jours de salaire minimum. Les résultats montrent que l'adoption initiale du portefeuille a été principalement motivée par cette incitation financière.

Toutefois, malgré le cadre légal et les mesures d'encouragement mises en place, le Bitcoin n'a pas été utilisé comme moyen de paiement courant, mais plutôt comme un instrument temporaire permettant de convertir rapidement les fonds en dollars. Les entreprises ont également adopté un comportement similaire en convertissant presque systématiquement leurs recettes en Bitcoin vers la monnaie américaine, ce qui indique que la cryptomonnaie n'est généralement pas perçue comme une unité de compte fiable ni comme une réserve de valeur stable dans les transactions commerciales. L'étude met également en évidence plusieurs obstacles à son utilisation comme moyen de paiement, notamment le manque de confiance, les préoccupations liées à la confidentialité, la méfiance envers la technologie et les coûts fixes d'adoption, tandis que les effets de réseau restent insuffisants pour compenser ces contraintes. Ainsi, l'expérience salvadorienne suggère que les crypto-actifs rencontrent des difficultés à s'imposer comme des monnaies de transaction à grande échelle, même en présence d'incitations publiques importantes.

Par ailleurs, certains travaux analysent les crypto-actifs non seulement sous l'angle monétaire, mais aussi comme actifs financiers susceptibles d'influencer la richesse des ménages et leurs comportements économiques. Dans cette perspective, Darren Aiello et al⁷ ont examiné l'impact

⁶ Alvarez, Fernando; Argente, David; Van Patten, Diana (2022). Are Cryptocurrencies Currencies? Bitcoin as Legal Tender in El Salvador. National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper No. 2996

⁷ Aiello, Darren; Baker, Scott R.; et al. (2024). Cryptocurrency Wealth and Consumption. National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper No. 32398.

des gains en crypto-actifs sur la consommation, les décisions d'investissement et les marchés immobiliers locaux aux États-Unis. Leur analyse s'appuie sur des données de transactions bancaires à haute fréquence provenant de millions de comptes, ce qui permet de reconstituer les portefeuilles en crypto-actifs des ménages et d'en suivre l'évolution sur la période 2014-2022. Les auteurs montrent que le marché des crypto-actifs a connu une expansion spectaculaire, atteignant une capitalisation supérieure à 3 000 milliards de dollars à son apogée. Cependant, les résultats indiquent que les ménages considèrent généralement les crypto-actifs comme un élément parmi d'autres de leur portefeuille d'investissement. Lorsque la valeur des crypto-actifs augmente, certains investisseurs renforcent leurs positions afin de profiter de la dynamique haussière, tandis que d'autres réallouent une partie de leurs gains vers des actifs plus traditionnels, notamment les actions, ce qui reflète un mécanisme de rééquilibrage des portefeuilles. En outre, les gains réalisés sur les crypto-actifs tendent à stimuler les dépenses de consommation, en particulier les dépenses discrétionnaires. Les auteurs constatent que la propension marginale à consommer issue de la richesse en crypto-actifs est supérieure à celle associée aux gains boursiers, bien qu'elle demeure inférieure à celle observée après des gains exceptionnels tels que les gains de loterie. Les différentes interprétations montrent que le débat sur la nature de la monnaie numérique demeure encore ouvert, laissant ainsi place à de nombreuses études visant à mieux définir sa nature ainsi que le rôle qu'elle est susceptible de jouer dans le système financier.

2.2 Les Spillovers crypto-actifs sur les marchés financiers

Les effets de transmission de la volatilité entre les différents segments des marchés financiers, notamment les marchés boursiers, obligataires et des matières premières se sont considérablement renforcés au fil du temps. À mesure que les crises économiques et financières se sont intensifiées, les interconnexions entre ces marchés sont devenues plus marquées. Les travaux de Francis X. Diebold et Kamil Yilmaz (2012)⁸ montrent notamment que ces transmissions de volatilité se sont accentuées après la faillite de la grande institution financière Lehman Brothers en septembre 2008, avec des effets particulièrement importants provenant du marché boursier vers les autres segments du système financier. Dans ce contexte d'interconnexion croissante, les crypto-actifs entretiennent désormais des relations de plus en plus étroites avec les marchés financiers traditionnels, notamment les marchés d'actions, d'obligations ainsi que certains marchés de matières premières comme l'or ou le pétrole. Cette

⁸ Francis X. Diebold, F. X., & Kamil Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*.

interdépendance implique que les fluctuations observées sur les marchés des crypto-actifs, qu'il s'agisse du Bitcoin, d'autres altcoins ou encore des stablecoins peuvent se transmettre aux autres composantes du système financier et contribuer à des épisodes de volatilité accrue. Par ailleurs, plusieurs analyses empiriques suggèrent que certaines crypto-actifs, en particulier le Bitcoin, peuvent parfois jouer un rôle d'actif refuge pour les investisseurs lors de périodes de forte incertitude économique ou financière, comme cela a été observé durant certaines phases de marasmes sur les marchés ou plus récemment pendant la pandémie de COVID-19. Ce comportement s'inscrit dans une logique comparable à celle observée sur les marchés financiers traditionnels, où, en période d'incertitude, les investisseurs tendent à réallouer leurs portefeuilles vers des actifs perçus comme plus sûrs afin de se protéger contre la volatilité des marchés, tels que certaines obligations souveraines ou d'autres actifs considérés comme refuges.

En analysant les interactions entre les crypto-actifs et les marchés financiers, Alicia Ti et al (2024)⁹ montrent que ces actifs numériques peuvent jouer un rôle important dans l'absorption des chocs de volatilité provenant des marchés financiers, notamment durant les périodes de forte incertitude susceptibles de perturber leur fonctionnement. À partir d'une analyse des Spillovers entre les crypto-actifs et différents actifs financiers tels que les actions et les obligations, les auteurs mettent en évidence que la volatilité des crypto-actifs dépend étroitement du sentiment des investisseurs, mesuré à l'aide de l'indice Fear and Greed, un indicateur souvent utilisé pour mesurer le sentiment de peur et d'euphorie dans les marchés financiers. En période d'incertitude, lorsque les investisseurs sont dominés par la peur, la volatilité des crypto-actifs augmente sensiblement et les liens entre les crypto-actifs et les marchés financiers deviennent plus faibles. À l'inverse, lorsque le climat de confiance s'améliore, la volatilité diminue à la fois pour les crypto-actifs et pour les actions ainsi que pour l'or, à l'exception des obligations à court terme dont la volatilité reste relativement stable. Un résultat important concerne également l'existence d'une corrélation négative entre les crypto-actifs et les autres actifs financiers en période de peur extrême, ce qui suggère que ces actifs numériques agissent comme des récepteurs nets de volatilité en provenance des autres marchés financiers, tout en offrant des opportunités de diversification pour les portefeuilles des investisseurs et en contribuant ainsi à la réduction du risque global au sein du système financier.

⁹ Ti, A., & Husodo, Z. A. (2024). Navigating volatility Spillovers amid investor extreme fear in stablecoin and financial markets.

Dans le même sillage, en analysant les marchés financiers asiatiques, Elie Bouri et al. (2017)¹⁰ montrent que les crypto-actifs, et en particulier le Bitcoin, peuvent dans certains cas jouer un rôle d'instrument de couverture (Hedge) face aux fluctuations des marchés financiers, notamment pour les marchés boursiers chinois et japonais. Toutefois, ces actifs ne peuvent pas être considérés comme de véritables valeurs refuge, car ils n'offrent pas une protection systématique contre les risques provenant des marchés financiers traditionnels. Le Bitcoin agit, plutôt principalement comme un instrument de diversification de portefeuille pour les investisseurs. Par ailleurs, leurs résultats indiquent que le Bitcoin présente des caractéristiques proches de celles d'une matière première numérique, en raison de la corrélation relativement élevée observée entre le Bitcoin et les principaux indices des marchés de matières premières, notamment l'or.

Des travaux empiriques plus récents confirment partiellement ces résultats, tout en apportant de nouveaux éléments d'éclairage. En analysant la relation dynamique entre le Bitcoin et quatorze principaux actifs financiers sur la période 2013–2021, Panpan Wang et al. (2022)¹¹ mettent en évidence une corrélation positive entre le Bitcoin et plusieurs actifs financiers, notamment les actions, les obligations et les matières premières, tandis qu'une corrélation négative est observée avec le dollar américain. Cela signifie que lorsque le dollar se déprécie, le prix du Bitcoin tend à augmenter. Cette relation peut s'expliquer, d'une part, par le fait que le Bitcoin est généralement exprimé en dollars, de sorte qu'une baisse de la valeur du dollar peut accroître la demande de Bitcoin et entraîner une hausse de son prix, d'autre part, parce que le dollar est souvent considéré comme une valeur refuge, alors que le Bitcoin est généralement perçu par les investisseurs comme un actif risqué et spéculatif. Les auteurs montrent également que ces relations se renforcent en période d'incertitude économique et des crises financières. Toutefois, leur principal résultat indique que le Bitcoin est le plus souvent perçu comme un instrument de couverture, notamment vis-à-vis de certains marchés boursiers tels que ceux de la Chine ainsi que de certaines matières premières comme le pétrole et l'or, tandis que pour la majorité des autres actifs financiers, il joue essentiellement un rôle de diversification de portefeuille, notamment vis-à-vis des principaux marchés boursiers (S&P 500, FTSE 100, DAX 30) et dans une moindre mesure des marchés obligataires. Toutefois sa forte volatilité et

¹⁰ Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*.

¹¹ Wang, P., Liu, X., & Wu, S. (2022). Dynamic Linkage between Bitcoin and Traditional Financial Assets: A Comparative Analysis of Different Time Frequencies. *Entropy*, 24(11), 1565.

son caractère spéculatif limitent sa capacité à agir en tant qu'un instrument de couverture et de valeur refuge.

Cependant, plusieurs travaux mettent en évidence le relatif phénomène d'isolation des crypto-actifs par rapport aux marchés financiers traditionnels. Les recherches de Shaen Corbet et al (2018) ¹² montrent, notamment que malgré l'essor rapide du Bitcoin depuis 2016 et l'augmentation importante de sa capitalisation boursière, les crypto-actifs et en particulier le Bitcoin, demeurent faiblement connectées aux marchés financiers classiques. Cela suggère que ces actifs réagissent moins directement aux chocs provenant des marchés traditionnels. Néanmoins, le caractère fortement spéculatif et la volatilité élevée des marchés des crypto-actifs peuvent favoriser l'apparition de bulles spéculatives, susceptibles de se transmettre à d'autres marchés financiers à travers des effets de contagion. Dans ce contexte, les crypto-actifs restent encore loin d'être considérés comme de véritables instruments de couverture face aux crises financières, et leur développement soulève également des interrogations importantes en matière de régulation financière, en raison de leur nature décentralisée et de l'absence d'un cadre institutionnel clairement établi.

la dynamique des marchés des crypto-actifs peuvent s'expliquer principalement par des facteurs externes propres au marchés des crypto-actifs, en analysant la relation entre les principales crypto-actifs dont la capitalisation dépasse un milliard de dollars, notamment le Bitcoin, Ripple et Litecoin et plusieurs grands indices financiers tels que le S&P 500, l'indice des matières premières MSCI ainsi que l'indice du dollar américain et de l'or, l'étude montre d'abord que la volatilité des marchés des crypto-actifs est nettement plus élevée que celle des autres actifs financiers. Ils montrent également que le Bitcoin occupe une position dominante dans les marchés des crypto-actifs et exerce une influence significative sur les autres actifs numériques. Toutefois, les résultats indiquent que les autres crypto-actifs comme Litecoin et Ethereum peuvent transmettre des chocs de volatilité au Bitcoin et à Ripple, ce qui met en évidence l'existence d'interactions importantes au sein même du marché des crypto-actifs. En revanche, les effets de débordement (Spillovers) provenant des marchés financiers traditionnels, tels que les marchés boursiers, obligataires ou des matières premières restent relativement limités, ce qui laisse penser que les prix des crypto-actifs sont principalement influencés par des facteurs internes, liés notamment à leur architecture technologique, à leur fonctionnement et à leurs mécanismes de transaction, plutôt qu'aux conditions générales des marchés financiers. Enfin,

¹² Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets

l'intensité des interconnexions entre les crypto-actifs et les autres actifs financiers varie dans le temps, en particulier lors de périodes marquées par des événements économiques majeurs. À titre d'exemple, la chute brutale du prix du Bitcoin en 2015 a généré des effets de transmission significatifs vers certains marchés financiers, notamment vers l'indice S&P 500 et l'indice de volatilité VIX.

2.3 Crypto-actifs, risques financiers et réglementation

Dans un contexte d'interconnexion croissante entre le marché des crypto-actifs, caractérisé par une forte volatilité, et les marchés financiers traditionnels, plusieurs interrogations d'ordre réglementaire et de stabilité financière ont émergé, notamment en ce qui concerne leurs implications pour les marchés financiers et le secteur bancaire. Ces enjeux font aujourd'hui l'objet d'un débat économique important. Dans ce cadre, Tobias Adrian et Tommaso Mancini-Griffoli ¹³ montre que les crypto-actifs, parfois qualifiés d'« e-money », présentent plusieurs risques financiers significatifs, parmi lesquels figurent le risque de liquidité, le risque de défaut de paiement, le risque de marché ainsi que le risque de change lié à la conversion entre monnaies numériques et devises traditionnelles. Malgré ces risques, l'adoption des crypto-actifs s'est poursuivie, notamment comme moyen de paiement, en raison de certains avantages tels que leur intégration avec les plateformes numériques et les réseaux sociaux, des coûts de transaction relativement faibles et une exécution rapide des opérations, en particulier pour les paiements transfrontaliers. Cette dynamique contribue également à l'émergence d'effets de réseau, selon lesquels la valeur et l'utilité d'un système de paiement augmentent avec le nombre d'utilisateurs qui y participent.

Selon plusieurs rapports du fonds monétaire international, la capitalisation du marché des crypto-actifs a fortement augmenté, illustrant la croissance rapide de cet écosystème financier. Toutefois, les plateformes d'échange de crypto-actifs ont été confrontées à de nombreuses perturbations, notamment des cyberattaques, des piratages informatiques et des détournements de fonds appartenant aux utilisateurs, ce qui peut engendrer des risques significatifs pour la stabilité des marchés financiers, d'autant plus que ces activités évoluent souvent dans un environnement réglementaire encore incomplet et caractérisé par des mécanismes de contrôle insuffisants. Par ailleurs, les travaux de Dimitris Drakopoulos et al ¹⁴ montrent que, sur environ 16 000 crypto-actifs ayant été cotés sur les plateformes d'échange, seulement 9 000 demeurent

¹³ International Monetary Fund – Adrian, T., & Mancini-Griffoli, T. (2019). The Rise of Digital Money. IMF Fintech Notes

¹⁴ Drakopoulos, D., Natalucci, F., & Papageorgiou, E. (2021, 1 octobre). L'essor des cryptoactifs : de nouveaux défis pour la stabilité financière

encore actifs sur les marchés financiers mondiaux, dont une grande partie affiche des volumes d'échanges très faibles, ce qui reflète la fragmentation et la forte volatilité de ce marché. À ces vulnérabilités s'ajoutent également des risques liés à l'utilisation des crypto-actifs dans des activités illicites, notamment le blanchiment d'argent et le financement d'activités illégales. Face à ces enjeux, l'étude recommande la mise en place d'un cadre de coopération internationale et d'une régulation adaptée, le renforcement des cadres réglementaires, ainsi que le développement de monnaies numériques de banque centrale (CBDC) afin d'améliorer la sécurité des utilisateurs et de contribuer à la stabilité du système financier.

Par ailleurs, la forte volatilité et les vulnérabilités des marchés des crypto-actifs, qui s'est traduit par un événement majeurs qui est celui de l'éclatement de la bulle des crypto-actifs en 2017-2018¹⁵ a constitué un tournant majeur, illustré notamment par la chute de l'indice Bloomberg des principales devises numériques, qui a perdu près de 80 % de sa valeur au début de l'année 2018, soit une baisse plus marquée que celle observée lors de l'éclatement de la bulle Internet en 2000, où l'indice Nasdaq avait reculé d'environ 35 %, tandis que la capitalisation boursière des crypto-actifs s'est effondrée de 612 à 128 milliards de dollars, selon l'analyse de Douglas Arner et al¹⁶, cet épisode a conduit à un déplacement progressif de l'attention vers les stablecoins, conçus pour maintenir une valeur stable en étant indexés sur une monnaie fiduciaire ou un panier d'actifs, avec l'émergence de projets tels que Tether, USD Coin, renforcée par l'annonce du projet Libra lancé par Facebook en 2019, ces stablecoins reposent soit sur un adossement à des actifs (asset-backed) garantis par des réserves en monnaie fiduciaire, en actifs financiers ou en crypto-actifs, soit sur des mécanismes algorithmiques ajustant l'offre en fonction de la demande. Les stablecoins offrent plusieurs avantages, notamment la réduction de l'exposition à la volatilité, la facilitation des transferts sur les plateformes de trading et des perspectives en matière d'inclusion financière et de paiements transfrontaliers, en particulier dans les économies émergentes, toutefois, l'expérience montre que ces instruments ne sont pas exempts de risques, leur stabilité restant imparfaite et leur exposition à des vulnérabilités pouvant, dans certains cas, les rapprocher du comportement des autres crypto-actifs, et peut même générer des effets de contagions sur marchés financier traditionnelle, ce qui souligne la nécessité de renforcer le cadre réglementaire telles que la lutte contre le blanchiment, la protection des consommateurs et l'intégrité des marchés.

¹⁵ Aït-Kacimi, N. (2018). L'année 2018 marque l'éclatement de la bulle des cryptomonnaies. Les Échos.

¹⁶ Arner, D. W., Auer, R., & Frost, J. (2020). Stablecoins: Risks, potential and regulation (BIS Working Papers No. 905). Bank for International Settlements.

Dans la même perspective des idées, le rapport du comité européen du risque systémique consacré aux marchés des crypto-actifs¹⁷, montre, également que ce secteur a connu une expansion rapide ces dernières années. Les stablecoins, ont enregistré une croissance particulièrement marquée. En 2025, leur capitalisation totale a atteint environ 300 milliards de dollars, soit près de 7,5 % du marché global des crypto-actifs. Toutefois, ce marché est largement dominé par les stablecoins indexés sur le dollar américain, qui représentent près de 99 % de la capitalisation totale. Cette domination s'explique en partie par la stratégie américaine visant à soutenir le développement de stablecoins adossés au dollar, dont les réserves sont majoritairement investies dans des bons du Trésor américain, ce qui contribue à renforcer le rôle international du dollar. Le marché des stablecoins est également fortement concentré, deux acteurs majeurs, Tether (USDT) et USD Coin (USDC) représentant à eux seuls environ 80 % du marché, ce qui peut constituer une source potentielle de vulnérabilité pour l'écosystème des crypto-actifs. À l'inverse, le marché global des crypto-actifs apparaît moins concentré, avec Bitcoin représentant environ 56 % de la capitalisation totale et Ethereum près de 13 %. Enfin, le rapport souligne la présence encore très limitée des stablecoins libellés en euro, qui ne représentent qu'environ 1 % du marché mondial.

Au niveau du secteur bancaire, un risque important découle de la conversion des dépôts bancaires en stablecoins, car les fonds quittent alors le système bancaire traditionnel pour être transférés vers les réserves des émetteurs privés de stablecoins, généralement déposées dans d'autres banques ou investies dans des actifs sûrs tels que les bons du Trésor américains. Cette dynamique peut fragiliser la liquidité des banques, notamment en période de tensions financières, en les contraignant à recourir à des sources de financement plus coûteuses et en limitant ainsi leur capacité à accorder des crédits à l'économie réelle. Afin de préserver leur rôle d'intermédiation financière, certaines institutions bancaires développent désormais des dépôts tokenisés, qui associent les innovations technologiques de la blockchain à la sécurité du système bancaire traditionnel. Cette évolution rejoint les analyses de la banque des règlements internationaux (BRI), selon lesquelles les stablecoins ne disposent pas de certaines caractéristiques essentielles de la monnaie, notamment l'unicité, qui garantit l'interchangeabilité parfaite de la monnaie, l'élasticité, qui permet au système monétaire d'ajuster l'offre de liquidité et de soutenir le financement de l'économie, et l'intégrité, qui suppose l'existence d'un cadre réglementaire clair et robuste pour encadrer les marchés de

¹⁷ European Systemic Risk Board (2025) Crypto-assets and decentralised finance: Report on stablecoins, crypto-investment products and multifunction groups

crypto-actifs tels que Bitcoin et les stablecoins. Un épisode révélateur de ces vulnérabilités est la perte temporaire d'ancrage du stablecoin USD Coin (USDC) en 2023, à la suite de la faillite de Silicon Valley Bank, événement qui mis en évidence la sensibilité de ces actifs numériques aux chocs financiers et aux crises de confiance.

Dans ce contexte, plusieurs cadres réglementaires ont été instaurés afin de limiter les risques liés à la volatilité des crypto-actifs, dont l'intégration au système financier international s'est fortement accrue ces dernières années. Parmi ces initiatives figure le règlement européen Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCAR), adopté le 31 mai 2023, qui constitue le premier cadre réglementaire global au monde consacré aux crypto-actifs. Ce dispositif vise à renforcer la protection des investisseurs, préserver la stabilité financière et encourager l'innovation dans le secteur des actifs numériques. Il encadre notamment les jetons adossés à un panier d'actifs (Asset-Referenced Tokens , ART), les stablecoins indexés sur une seule monnaie officielle comme l'euro ou le dollar (E-Money Tokens, EMT), ainsi que d'autres crypto-actifs, y compris les jetons utilitaires utilisés sur les plateformes reposant sur la technologie blockchain. Toutefois, des divergences importantes subsistent entre les cadres réglementaires internationaux, ce qui peut favoriser des phénomènes d'arbitrage réglementaire souvent au bénéfice des crypto-actifs indexés sur le dollar, en raison de la relative flexibilité du cadre réglementaire américain, notamment à travers la loi Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoins Act (GENIUS Act) ¹⁸. Ce cadre réglementaire qui vise à encadrer l'émission et la gestion des crypto-actifs en imposant des exigences relatives à la qualité des réserves, à la transparence et à la protection des utilisateurs. Par ailleurs, certains crypto-actifs ainsi que les instruments financiers qui leur sont associés, tels que les contrats à terme sur le Bitcoin ou l'Ethereum, relèvent de la supervision d'autorités spécialisées, notamment la Commodity Futures Trading Commission, chargée de réguler les marchés américains des produits dérivés. Toutefois, ce cadre reste confronté à plusieurs défis importants, notamment en raison des lacunes en matière de données et du manque de transparence et d'informations fiables sur les marchés des crypto-actifs.

Dans ce sens, le cadre réglementaire américain ne couvre qu'une partie limitée des crypto-actifs, laissant ainsi une large proportion de ce marché en dehors du périmètre réglementaire traditionnel. Cette situation favorise l'émergence de risques accrus d'instabilité financière ainsi que de pratiques frauduleuses. Dans une communication récente, l'autorité des marchés

¹⁸ United States Congress. (2025). Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoins Act (GENIUS Act) (S.1582), 119th Congress

financiers américaine, la Securities and Exchange Commission (SEC), à laquelle s'est également ralliée la Commodity Futures Trading Commission (CFTC), a proposé une classification des crypto-actifs en cinq catégories : les matières premières numériques, les objets de collection numériques, les outils numériques, les stablecoins et les titres numériques. Toutefois, la législation fédérale sur les valeurs mobilières ne s'applique qu'aux titres numériques, laissant ainsi une grande partie des crypto-actifs en dehors du périmètre réglementaire classique. Cette situation met en évidence les limites du cadre actuel, jugé inadapté aux spécificités des marchés des crypto-actifs, et a suscité des appels auprès du Congrès et des autorités de régulation en faveur de l'élaboration de règles plus adaptées, permettant notamment de clarifier la qualification juridique des crypto-actifs selon qu'ils relèvent des valeurs mobilières, des matières premières ou d'autres catégories telles que les stablecoins¹⁹.

Une autre limite majeure du cadre réglementaire réside dans le fait qu'il ne prend pas suffisamment en compte certains facteurs de risque susceptibles de perturber le système financier, notamment ceux liés à l'émergence de groupes multifonctionnels opérant dans l'écosystème des crypto-actifs. Ces entités, souvent qualifiées de *multi-function groups*, offrent une gamme étendue de services, allant de l'émission de jetons à l'échange, la conservation d'actifs numériques, le trading ou encore les solutions de paiement. Elles peuvent être issues soit de grandes institutions financières déjà présentes sur les marchés internationaux, soit d'entreprises technologiques proposant des plateformes de commerce en ligne ou de paiement. Si ces acteurs permettent de générer des gains d'efficacité grâce aux économies d'échelle, à la réduction des coûts de transaction et à l'innovation financière, leur développement s'accompagne également de risques importants, notamment en matière de gouvernance, de transparence et de gestion opérationnelle. Ces risques sont d'autant plus préoccupants qu'ils s'inscrivent dans un contexte de forte concentration des activités au sein de quelques grands acteurs interconnectés, ce qui accroît le risque de contagion. Ainsi, la défaillance d'une plateforme dominante peut rapidement se propager à l'ensemble du marché. À cet égard, des acteurs majeurs comme Binance ou Coinbase concentrent une part significative des volumes d'échange, de sorte que toute difficulté les affectant pourrait avoir des répercussions systémiques sur l'ensemble de l'écosystème des crypto-actifs.

¹⁹ The Guardian. (2026, March 18). SEC cryptocurrencies securities rules.

4. Étude empirique

4.1 Données et variables

L'analyse empirique repose sur un ensemble de données à haute fréquence couvrant la période 2019-2025, intégrant des variables représentatives des crypto-actifs, des marchés financiers et des conditions macro-financières afin d'examiner les mécanismes de transmission de la volatilité. Les données relatives au Bitcoin et à l'Ethereum sont issues de la plateforme CoinGecko, garantissant une représentation agrégée et robuste du marché des crypto-actifs. Pour capter les interactions avec les marchés financiers traditionnels, l'étude mobilise les principaux indices boursiers américains (S&P 500 et Nasdaq Composite), ainsi que l'indice MSCI Emerging Markets afin d'introduire une dimension internationale et inclure les économies émergentes. L'indice de volatilité VIX est également intégré comme proxy du sentiment des investisseurs et de l'incertitude sur les marchés financiers, tandis que le rendement des obligations du Trésor américain à 10 ans est retenu comme indicateur clé des conditions monétaires et financières globales. Par ailleurs, les marchés des matières premières sont représentés principalement par l'or (XAU/USD), ce dernier étant considéré comme une valeur refuge, permettant d'analyser les comportements d'arbitrage entre actifs risqués et sûrs. Enfin, afin de garantir la robustesse des estimations économétriques dans le cadre du modèle TVP-VAR, les séries de prix sont transformées en rendements logarithmiques, tandis que les variables exprimées en niveaux sont différenciées, et un processus rigoureux de nettoyage des données est appliqué pour assurer la cohérence et la qualité des séries temporelles.

4.2. Cadre méthodologique

Le choix de l'approche méthodologique retenue dans cette étude se justifie par la complexité des interactions et des effets de transmission de la volatilité entre les crypto-actifs et les actifs des marchés financiers traditionnels. Ces relations de transmission de la volatilité ne sont pas statiques et évoluent continuellement en fonction du contexte économique, des innovations financières, du cadre réglementaire, mais aussi de la nature même de ces actifs financiers. Dans ce contexte, l'analyse des interactions entre les crypto-actifs et les actifs des marchés financiers traditionnels nécessite le recours à une approche capable de prendre en compte le caractère dynamique et évolutif de ces relations.

D'un point de vue épistémologique, cette étude s'inscrit dans une démarche positiviste fondée sur l'observation de la volatilité des actifs financiers, y compris les crypto-actifs, et sur l'analyse quantitative. À cet égard, le recours au modèle TVP-VAR apparaît particulièrement pertinent, car il permet de prendre en compte l'évolution temporelle des relations entre les variables

étudiées et de capter les changements structurels susceptibles d'affecter les mécanismes de Spillovers financiers entre les différentes classes d'actifs. Elle repose également sur une approche hypothético-déductive dans la mesure où elle consiste à confronter les différentes théories avancées par les économistes ayant étudié les effets de transmission de la volatilité des crypto-actifs aux résultats empiriques obtenus.

4.2.1 Modèle empirique

L'utilisation du modèle TVP-VAR revêt une importance primordiale dans l'analyse de la connectivité financière. Contrairement au modèle VAR standard, qui repose sur des paramètres constants et ne permet pas de saisir les évolutions structurelles du système, l'approche fondée sur les décompositions de variance des erreurs de prévision offre un cadre plus riche et cohérent. Les travaux de Diebold et Yilmaz²⁰ introduisent ainsi un indice de connectivité permettant de mesurer l'intensité des interactions entre marchés financiers, notamment en termes de risque systémique, d'effet de contagion et d'interdépendance. Cette méthodologie repose sur l'identification de la part de la variance d'un marché expliquée par les chocs provenant des autres marchés, ce qui permet de construire une mesure unifiée de la connectivité à différents niveaux (bilatéral, directionnel et global). En outre, la connectivité directionnelle permet de distinguer les rôles des variables, en identifiant celles qui agissent comme émetteurs nets de chocs, celles qui en sont réceptrices, ainsi que celles ayant un rôle plus neutre.

Par ailleurs, l'une des principales limites du modèle VAR classique réside dans la corrélation des chocs et la dépendance des résultats à l'ordre des variables dans la décomposition de Cholesky. Pour surmonter cette contrainte, le modèle TVP-VAR recourt à la décomposition généralisée de la variance (GVD), qui est invariante à l'ordre des variables et permet d'obtenir des résultats plus robustes. Dans une perspective dynamique, l'extension vers des modèles à paramètres variables dans le temps, tels que le TVP-VAR, permet de capter l'évolution temporelle des relations entre variables en tenant compte des changements structurels et des périodes de crise. La connectivité reste généralement faible en période normale, mais augmente significativement lors des épisodes de turbulences, traduisant une intensification des phénomènes de contagion. Ce cadre permet également d'analyser la dynamique des Spillovers de volatilité entre différents marchés (actions, obligations, change, matières premières),

²⁰ Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms

constituant ainsi un outil pertinent à la fois pour le suivi de la contagion financière et comme instrument d'alerte précoce des crises.²¹

Le modèle retenu dans cette étude repose sur un vecteur de variables regroupant les principales classes d'actifs du système financier global, incluant les crypto-actifs, les marchés actions, les actifs refuges ainsi que les variables macro-financières. Les variables de prix sont exprimées en rendements logarithmiques, tandis que les variables de taux d'intérêt et de volatilité sont transformées en premières différences, conformément aux pratiques économétriques standards visant à assurer la stationnarité des séries. L'ensemble de ces variables peut être défini comme suit :

$y_t =$

$(dlog_btc_t; dlog_eth_t; dlog_NASDAQ_t; dlog_SP500_t; dlog_MSCI_t; dlog_DXY_t; dlog_GOLD_t; dU$
 $; dVIX_t)$

En s'appuyant sur la décomposition des erreurs de prévision utilisée dans l'indice de spillover de Diebold et Yilmaz, ce modèle peut être reformulé sous la forme d'une représentation moyenne mobile (MA) infinie :

$$Y_t = \sum_{h=0}^{\infty} \Phi_{h,t} \varepsilon_{t-h}$$

Où :

- $\Phi_{h,t}$: représente les matrices de propagation des chocs à l'horizon h , obtenues récursivement à partir des coefficients du VAR

Cette représentation est fondamentale dans la mesure où elle permet d'analyser la dynamique des marchés financiers à travers les réponses aux chocs ainsi que les décompositions de variance. Plus précisément, la décomposition de la variance des erreurs de prévision à l'horizon h permet d'identifier la contribution de chaque variable à la variabilité d'une autre au sein du système. Toutefois, les innovations ε étant généralement corrélées, il devient nécessaire de recourir à une méthode de décomposition appropriée. À cet égard, plutôt que d'utiliser la décomposition de Cholesky, sensible à l'ordre des variables, l'approche de Diebold et Yilmaz s'appuie sur la décomposition généralisée de la variance des erreurs de prévision (*Generalized Forecast Error Variance Decomposition*). Cette méthode permet de surmonter les limites de la

²¹ Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2010). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*.

décomposition classique et offre un cadre robuste pour mesurer la contribution relative des chocs d'une variable à la variance des erreurs de prévision des autres variables au sein du système, la formule se présente la façon suivante :

$$\theta_{ij}^q(H) = \frac{\sigma_{ij}^{-1} \sum_{h=1}^{H-1} (e_i' \phi_{h,t} \sum_t e_j)^2}{\sum_{h=1}^{H-1} (e_i' \phi_{h,t} \sum_t \phi_{h,t}' e_j)}$$

Où :

- $\theta_{ij}^q(H)$: contribution des chocs de j à la variance de i
- Σ : matrice de variance-covariance
- e_i' : vecteur de selection

À partir de la décomposition généralisée de la variance des erreurs de prévision, il est possible de construire les différents indices de connectivité, constituant ainsi une approche de type *Connectedness Approach*. Cette méthodologie permet de dépasser les analyses traditionnelles fondées sur la corrélation, en fournissant une mesure dynamique, directionnelle et temporellement variable des interactions entre les marchés. Elle s'avère particulièrement adaptée à l'étude des crypto-actifs, dont les relations avec les marchés financiers traditionnels sont instables et fortement dépendantes des conditions macroéconomiques. Ce cadre analytique permet ainsi d'identifier les canaux de transmission des chocs, d'évaluer le degré d'intégration des crypto-actifs au sein du système financier, et d'analyser leur contribution potentielle au risque systémique. Les expressions formelles des différents indices de connectivité sont présentées comme suit :

(1) **L'indice de connectivité totale** : $TCI = \frac{\sum_{i \neq j} \theta_{ij,t}}{\sum_{ij} \theta_{ij,t}} \times 100$

$$c_{i,t}^{to} = \sum_{j \neq i} \theta_{ji,t}$$

(2) **Connectivité directionnelle** :

$$c_{i,t}^{from} = \sum_{j \neq i} \theta_{ji,t}$$

(3) **Réception des chocs** :

4.3 Les résultats

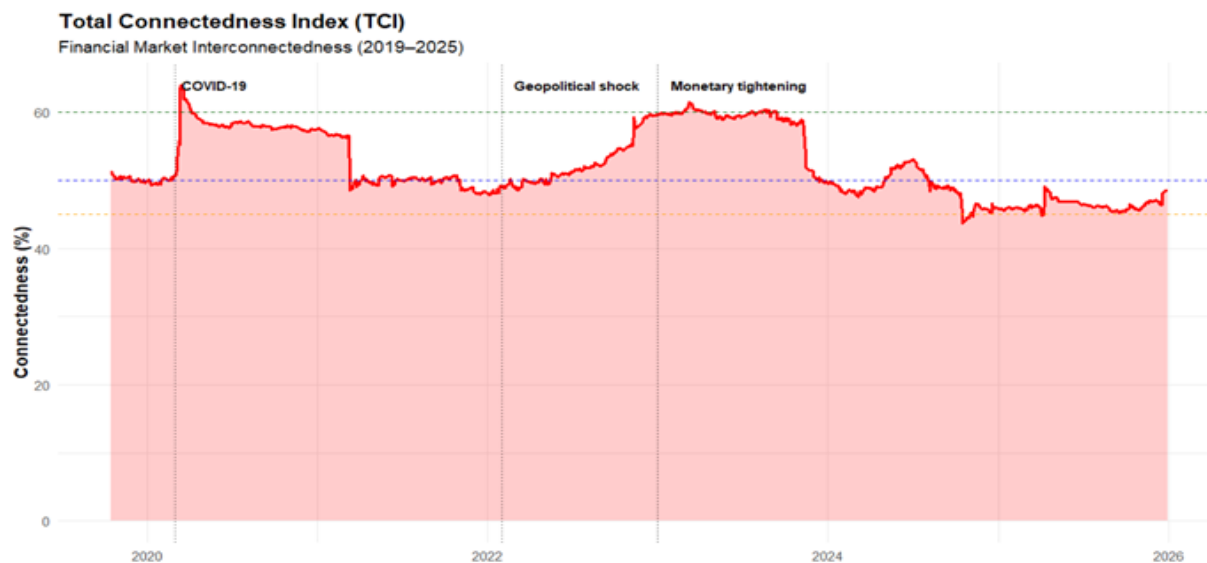
Préalablement à l'estimation du modèle TVP-VAR, la stationnarité des séries a été examinée à l'aide du test de Dickey-Fuller augmenté (ADF). Les résultats obtenus révèlent que toutes les variables transformées sont stationnaires, comme l'indiquent, le tableau 1 ci-dessous, les statistiques de test significativement négatives et des p-values inférieures à 1 %. Ces résultats confirment la conformité des séries aux exigences économétriques du modèle et justifient leur utilisation dans l'analyse empirique.

Tableau 1 : Résultats du test de stationnarité (ADF) des séries

Variable	Statistique ADF	p-value	Conclusion
dlog_btc	-9.73	<0.01	Stationnaire
dlog_eth	-10.02	<0.01	Stationnaire
dlog_NASDAQ	-10.93	<0.01	Stationnaire
dlog_sp500	-11.23	<0.01	Stationnaire
dlog_MSCI	-11.36	<0.01	Stationnaire
dlog_DXY	-10.92	<0.01	Stationnaire
dlog_gold	-11.66	<0.01	Stationnaire
d_US10Y	-10.25	<0.01	Stationnaire
d_vix	-12.18	<0.01	Stationnaire

4.3.1 La connectivité totale (Total Connectedness Index, TCI)

Figure 1 : l'évolution de l'indice de connectivité (Total Connectedness Index ,TCI)



L'évolution du Total Connectedness Index (TCI) sur la période 2019–2025 met en évidence un degré élevé et variable d'interconnexion entre les crypto-actifs et les marchés financiers traditionnels. L'indice oscille globalement entre 45 % et 65 %, traduisant une transmission significative des chocs entre les différentes classes d'actifs. Un premier pic est observé en 2020, en lien avec la crise du COVID-19, durant laquelle le TCI atteint des niveaux proches de 65 %, reflétant une intensification des Spillovers financiers et une forte synchronisation des marchés. Cette dynamique s'explique par une hausse généralisée de l'incertitude et une augmentation des corrélations entre actifs, confirmant le caractère systémique de ce choc. Par la suite, une phase de normalisation s'amorce en 2021, caractérisée par un recul progressif de l'indice vers sa moyenne de long terme, traduisant une atténuation des tensions financières et une réduction des effets de contagion.

Une nouvelle phase de hausse est observée entre 2022 et 2023, durant laquelle le TCI remonte vers des niveaux compris entre 60 % et 62 %, indiquant un renforcement des interconnexions financières. Cette évolution coïncide avec les tensions géopolitiques liées à la guerre entre la Russie et l'Ukraine, ainsi qu'avec le resserrement des politiques monétaires de la Réserve fédérale des États-Unis (Federal Reserve), qui ont contribué à amplifier les Spillovers entre les marchés. Enfin, à partir de 2024, une phase de détente progressive est observée, caractérisée par une baisse du TCI vers des niveaux inférieurs à sa moyenne de long terme. Cette évolution suggère une stabilisation des conditions financières et une diminution de la connectivité entre

les marchés, résultant d'un ajustement progressif aux nouvelles conditions macroéconomiques et d'un recul de la volatilité globale.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que l'indice de connectivité TCI s'accroît en période de crise économique, notamment lors de la pandémie de COVID-19 ou en présence de tensions géopolitiques et diminue durant les phases de stabilisation et d'amélioration des conditions financières. Ils mettent également en évidence l'intégration croissante des crypto-actifs dans le système financier mondial, tout en soulignant leur sensibilité aux conditions macroéconomiques internationales. Ces conclusions s'inscrivent dans la littérature sur la transmission des chocs entre marchés financiers avancée dans les travaux de Sihua Tian et al.²² qui confirment l'existence d'effets de contagion du risque systémique à l'échelle mondiale, aussi bien dans les économies avancées que dans les économies émergentes, en particulier durant la pandémie de COVID-19, tandis que l'analyse d'Abhishek Poddar et al.²³, consacrée à la connectivité des rendements et de la volatilité entre les crypto-actifs et les marchés financiers, met en évidence le rôle des indices d'incertitude des crypto-actifs comme vecteurs majeurs de transmission des chocs vers les autres classes d'actifs. Cette interdépendance s'intensifie significativement en période de crise, se traduisant par un niveau élevé de connectivité globale, particulièrement marqué durant la pandémie, ce qui renforce la pertinence du cadre empirique mobilisé dans cette étude, fondé sur l'analyse de données à haute fréquence et couvrant une période récente.

Par ailleurs, le tableau de connectivité présente la décomposition de la variance des erreurs de prévision et permet d'identifier les relations de transmission des chocs entre les différents actifs. Les éléments hors diagonale mesurent les Spillovers entre variables, tandis que la diagonale reflète la part de variance expliquée par les chocs propres (effets internes). Les indicateurs « FROM » et « TO » mesurent respectivement les chocs reçus et transmis, alors que la mesure « NET » permet d'identifier le rôle net de chaque actif.

²² Tian, S., Li, S., & Chen, N. (2024). Systemic risk contagion across global financial markets during the COVID-19 pandemic: Evidence from temporal network and higher-order network. Southeast University

²³ Asiri, A., Alnemer, M., & Bhatti, M. I. (2023). Interconnectedness between cryptocurrency uncertainty indices, financial asset returns, and volatility during the COVID-19 pandemic.

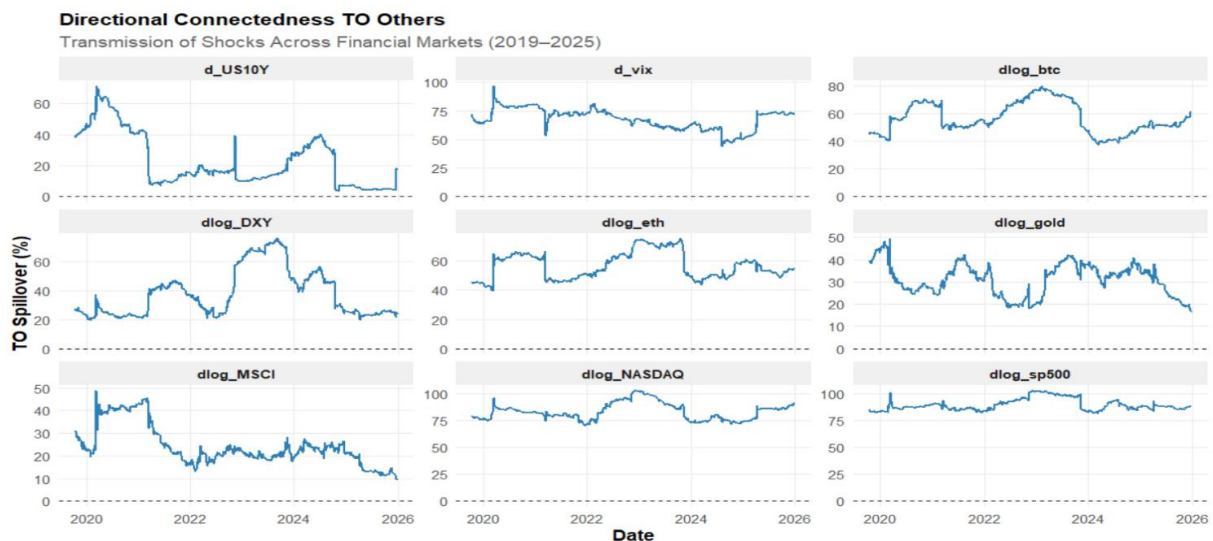
Table 2 : Table de connectivité totale basée sur le modèle TVP-VAR

	dlog_BTC	dlog_ETH	dlog_NASDAQ	dlog_SP500	dlog_MSCI	dlog_DXY	dlog_GOLD
BTC	44,77	31,75	6,23	6,37	1,28	1,76	1,36
ETH	31,56	44,54	6,27	6,44	1,52	1,77	1,28
NASDAQ	5,02	4,95	32,93	29,09	4,02	2,48	1,34
SP500	4,96	4,9	27,99	31,37	4,03	2,85	1,38
MSCI	3,75	3,62	10,94	11,31	48,62	6,29	3,46
DXY	2,21	2,17	4,47	5,32	4,97	58,33	13,84
GOLD	2,13	2,26	2,57	2,78	2,99	15,03	62,55
US10Y	1,66	1,65	4,79	5,02	1,79	5,72	7,36
VIX	5,51	5,5	20,24	23,52	3,64	2,26	1,01
TO	56,8	56,79	83,5	89,85	24,23	38,16	31,03
NET	1,56	1,33	16,43	21,21	-27,14	-3,51	-6,41

4.3.2 la connectivité directionnelle et la connectivité nette

La connectivité directionnelle est analysée afin d’identifier les variables émettrices de chocs financiers et celles qui en sont réceptrices, ce qui permet de déterminer le rôle de chaque variable au sein du système. La figure 2 présente la connectivité directionnelle globale sur la période allant de 2019 à 2025.

Figure 2 : Évolution dynamique de la connectivité directionnelle « TO » par actif (2019–2025)

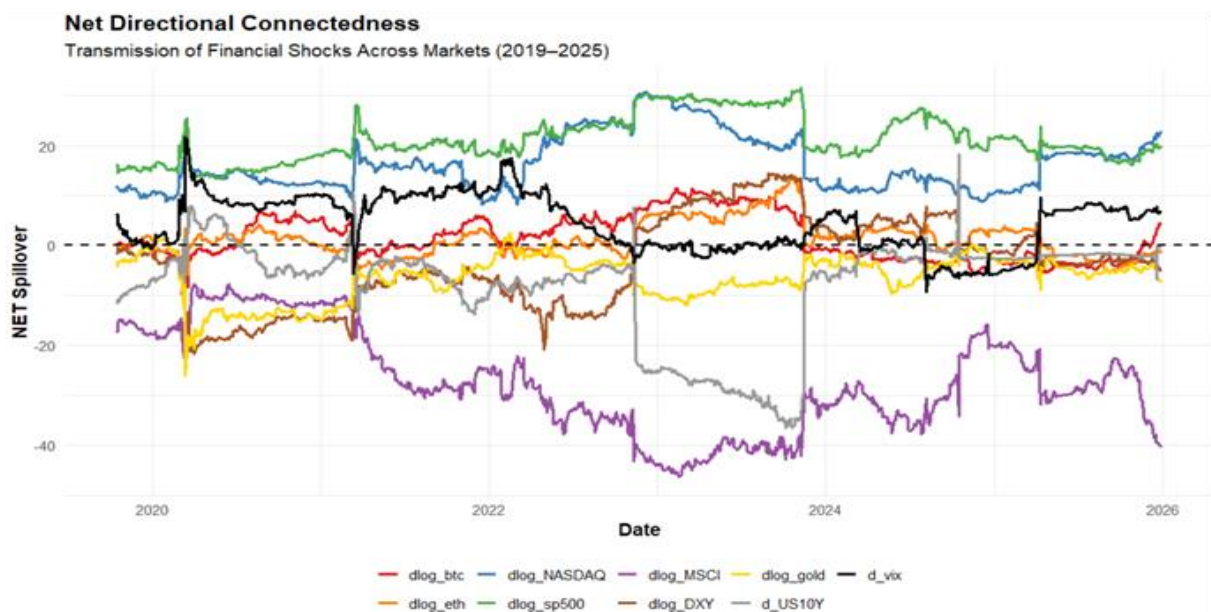


Afin d’approfondir l’analyse de la transmission des chocs, la (Figure 2) présente l’évolution dynamique de la connectivité directionnelle « TO » pour l’ensemble des actifs étudiés. Les résultats montrent que les principaux indices boursiers du marché financier américain

enregistrent des niveaux élevés de transmission, oscillant globalement entre 75 % et 100 %, avec une dominance marquée du S&P500. Cela confirme leur rôle central dans la propagation des chocs financiers à l'échelle globale. Par ailleurs, l'indice MSCI enregistre un pic significatif après 2020, traduisant l'ampleur de la crise économique liée à la pandémie de COVID-19 et sa forte sensibilité aux chocs provenant des marchés développés.

En ce qui concerne les crypto-actifs, le Bitcoin et l'Ethereum présentent des dynamiques différenciées, caractérisées par des niveaux de transmission globalement modérés, mais qui s'intensifient nettement en période de crise. Le Bitcoin affiche des niveaux de transmission plus élevés, oscillant entre 40 % et 80 %, comparativement à l'Ethereum dont les niveaux de transmissions des chocs financiers ne dépassent pas la barre des 70%, ce qui confirme sa position dominante au sein du marché des crypto-actifs. Par ailleurs, ces actifs se distinguent par une forte variabilité au cours du temps, traduisant un comportement instable et sensible aux conditions de marché. Cette dynamique reflète une instabilité structurelle ainsi qu'une intégration encore partielle dans le système financier global. À l'inverse, les variables macro-financières telles que l'indice du dollar (DXY), l'or et les rendements des obligations du Trésor américain présentent des niveaux de transmission relativement faibles, estimés respectivement à 38,16 %, 31,03 % et 22,96 % en moyenne. Ces résultats suggèrent que ces actifs jouent un rôle limité dans la propagation des chocs, en cohérence avec leur fonction d'actifs refuge ou d'ajustement dans les périodes de tensions financières.

Figure 3 : graphe de la connectivité directionnelle nette (NET)



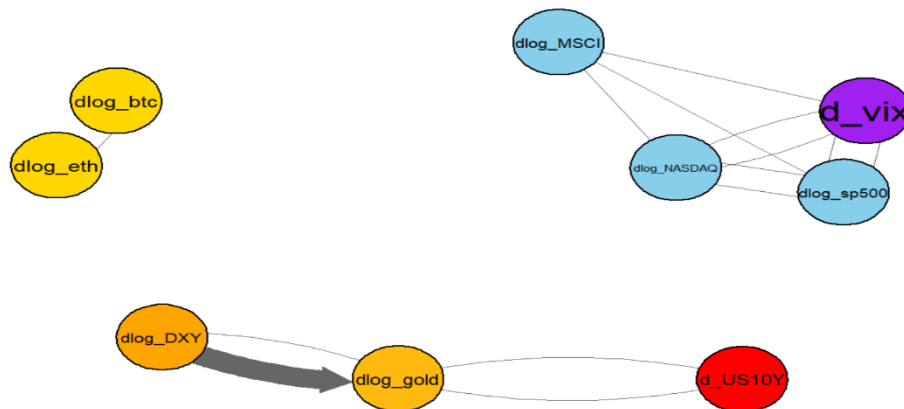
La connectivité directionnelle nette mesure la différence entre les chocs transmis aux autres variables et ceux reçus, permettant d'identifier le rôle de chaque actif en tant qu'émetteur net ou récepteur net de chocs au sein du système financier. Une valeur positive du NET indique un rôle de transmetteur, tandis qu'une valeur négative traduit un rôle de récepteur et une valeur proche de zéro suggère une position neutre. Le graphe associé (Figure 3) permet d'analyser la dynamique temporelle de cette connectivité en mettant en évidence les fluctuations et les changements de rôle des différentes variables au cours du temps. Les résultats empiriques révèlent une asymétrie marquée dans la structure des interdépendances financières, dominée par les marchés actions.

En effet, en se basant sur les résultats du modèle TVP-VAR, les indices NASDAQ et S&P500 affichent des valeurs NET largement positives et se comportent de manière persistante comme des émetteurs nets de chocs, confirmant leur rôle central dans la propagation des dynamiques financières globales. L'indice de volatilité VIX agit également comme un transmetteur net et d'amplificateur du risque et de l'incertitude, notamment durant des crises économiques. À l'inverse, l'indice MSCI des économies émergentes ainsi que les rendements des obligations du Trésor américain à 10 ans apparaissent principalement comme des récepteurs nets de chocs. Les crypto-actifs, tels que le Bitcoin et l'Ethereum, présentent un comportement plus instable, alternant entre des phases de transmission et de réception, traduisant une intégration encore partielle au système financier. Enfin, l'or et l'indice du dollar (DXY) affichent des valeurs NET négatives, confirmant leur rôle d'actifs refuges qui tendent à absorber les chocs, en particulier en période de tensions sur les marchés financiers.

4.3.3 le réseau de connectivité

Le réseau de connectivité entre les différentes variables présenter dans (figure 5) permet de visualiser les interactions dynamiques estimées à partir du modèle TVP-VAR, largement utilisé dans les études empiriques pour analyser les interdépendances financières. Cette représentation offre une lecture synthétique des relations entre les marchés boursiers, les crypto-actifs, les matières premières et les obligations souveraines.

Figure 5 : Réseau de connectivité des marchés financiers et des crypto-actifs basé sur le modèle TVP-VAR



Les résultats mettent en évidence une structuration en clusters distincts. Un premier cluster regroupe les principaux marchés actions, notamment les indices S&P500, NASDAQ et MSCI, fortement interconnectés, avec l'indice de volatilité VIX occupant une position centrale, ce qui traduit son rôle déterminant dans la transmission des chocs et de l'incertitude sur les marchés financiers. Un second cluster concerne les actifs macro-financiers et les matières premières, caractérisé par une forte interdépendance entre l'or, le dollar américain et le marché obligataire, avec une influence marquée de l'indice du dollar (DXY) sur l'or. À l'inverse, les crypto-actifs apparaissent relativement isolés du reste du système financier, bien qu'ils soient étroitement liés entre eux, ce qui suggère une intégration encore partielle dans les marchés financiers globaux.

5. discussion

Les résultats relatifs à l'indice de connectivité globale mettent clairement en évidence une intensification des interactions financières en période de crise, notamment durant la pandémie de COVID-19 à partir de 2020, ainsi que lors des tensions géopolitiques liées au conflit entre la Russie et l'Ukraine 2022-2023 et des phases de resserrement monétaire 2023-2024. Cette dynamique traduit une forte synchronisation des marchés financiers, incluant les marchés d'actions, des matières premières et des crypto-actifs, ces derniers enregistrant des niveaux de volatilité particulièrement élevés en période de turbulences. Ces résultats sont en parfaite cohérence avec les analyses empiriques de Sihua Tian et al, qui montrent que, malgré un degré d'intégration relativement limité du Bitcoin dans le système financier global, sa volatilité s'accroît fortement en période de crise, contribuant à des effets de contagion sur l'ensemble des marchés financiers. Dans ce contexte, les crypto-actifs, en particulier le Bitcoin et

l'Ethereum, ne peuvent être considérés ni comme des instruments de couverture efficaces ni comme des valeurs refuges, en raison de leur forte instabilité lors des épisodes de stress économique.

L'analyse de la connectivité directionnelle met également en évidence une asymétrie marquée dans la transmission des chocs entre les différentes classes d'actifs. Les marchés actions, représentés par les indices S&P500 et NASDAQ, apparaissent comme les principaux émetteurs nets de chocs financiers, confirmant leur rôle dominant au sein du système financier international, tandis que l'indice MSCI des marchés émergents se distingue comme un récepteur net de chocs financiers, reflétant sa forte sensibilité aux dynamiques et aux perturbations provenant des marchés financiers internationaux. Cette prédominance des principaux indices boursiers américains s'explique notamment par leur profondeur, leur liquidité et leur forte sensibilité aux conditions macroéconomiques et monétaires globales. Par ailleurs, l'indice de volatilité VIX se distingue comme un vecteur central de transmission des chocs, agissant comme un amplificateur du risque, ce qui reflète l'importance des anticipations et du sentiment des investisseurs dans la dynamique des marchés, en particulier en période d'incertitude.

S'agissant des crypto-actifs, les résultats montrent que le Bitcoin et l'Ethereum adoptent un comportement instable et évolutif, alternant entre des rôles d'émetteurs et de récepteurs de chocs en fonction des conditions de marché. En période de crise, ils peuvent agir comme des transmetteurs de chocs, tandis qu'en phase de stabilisation financière, ils tendent à devenir des récepteurs. Cette dynamique se reflète dans les valeurs de connectivité nette (NET), qui oscillent autour de zéro, indiquant une position globalement neutre et variable dans le temps. Cela confirme le caractère encore émergent des crypto-actifs, leur forte volatilité ainsi que leur intégration partielle au sein du système financier global. Par ailleurs, la structure du réseau de connectivité met en évidence une certaine forme de segmentation, voire d'isolation relative des crypto-actifs, comme le suggèrent les travaux de Corbet et al. (2018). Toutefois, cette isolation tend à diminuer en période de crise, traduisant une sensibilité croissante aux conditions macroéconomiques et financières internationales. Ces observations sont également cohérentes avec les travaux de David Yermack (2014), qui considère le Bitcoin davantage comme un actif spéculatif que comme une véritable monnaie.

En revanche, les actifs traditionnels considérés comme refuges, tels que l'or, l'indice du dollar (DXY) et les obligations du Trésor américain à 10 ans, se comportent principalement comme des récepteurs nets de chocs. Leur faible capacité de transmission, combinée à une forte

réception des chocs, confirme leur rôle d'amortisseur en période d'incertitude. Contrairement aux crypto-actifs, leur connectivité directionnelle évolue généralement de manière inverse, ce qui souligne leur fonction de stabilisation au sein du système financier. Ces résultats confirment que les crypto-actifs restent encore éloignés du statut d'actifs refuges, en particulier lors des épisodes de crise économique et d'instabilité financière.

Afin de compléter l'analyse des résultats, la représentation en réseau de la connectivité met en évidence la structure globale des interactions entre les différentes classes d'actifs. Un premier cluster regroupe les principaux marchés actions, notamment les indices S&P 500, NASDAQ et MSCI, fortement interconnectés, avec l'indice de volatilité VIX occupant une position centrale, ce qui traduit son rôle déterminant dans la transmission des chocs et de l'incertitude sur les marchés financiers. Un second cluster concerne les actifs macro-financiers et les matières premières, caractérisé par une forte interdépendance entre l'or, le dollar américain et le marché obligataire, avec une influence marquée de l'indice du dollar (DXY) sur l'or. À l'inverse, les crypto-actifs apparaissent relativement isolés du reste du système financier, bien qu'ils soient étroitement liés entre eux, ce qui suggère une intégration encore partielle dans les marchés financiers globaux et confirme le phénomène d'isolation des marchés des crypto-actifs vis-à-vis des marchés financiers traditionnels comme l'a été avancée par Shaen Corbet et al.

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que, bien que les crypto-actifs soient partiellement intégrés au système financier global, ils conservent des caractéristiques spécifiques, notamment une forte volatilité et une sensibilité accrue aux chocs idiosyncratiques. Les interactions entre les différentes classes d'actifs apparaissent ainsi dynamiques, asymétriques et fortement dépendantes du contexte macroéconomique, ce qui confirme la pertinence de l'approche TVP-VAR pour l'analyse de la connectivité financière et du risque systémique. Ces constats justifient la mise en place d'un cadre réglementaire adapté visant à limiter les risques financiers associés aux marchés des crypto-actifs. Toutefois, les dispositifs réglementaires existants, tels que MiCA et GENIUS, présentent certaines limites qui entravent leur capacité à répondre efficacement aux risques potentiels, notamment en période de crise, où la volatilité des crypto-actifs s'intensifie fortement. Par ailleurs, l'émergence de groupes multifonctionnels au sein de l'écosystème des crypto-actifs est susceptible de renforcer les interconnexions avec les marchés financiers traditionnels, ce qui pourrait accentuer les mécanismes de transmission des chocs et amplifier les risques de contagion financière.

Conclusion

Cette étude met en évidence le caractère instable des crypto-actifs, qui demeurent relativement intégrés aux marchés financiers traditionnels tout en étant marqués par une volatilité accrue, notamment en période de crise économique. Cela suggère que ces actifs sont encore loin d'être considérés comme des instruments de couverture, et encore moins comme des valeurs refuges. L'analyse fondée sur le modèle TVP-VAR révèle que les interactions entre les crypto-actifs et les autres classes d'actifs sont à la fois dynamiques, asymétriques et fortement dépendantes du contexte macroéconomique, avec une intensification notable des effets de contagion en période de crise. Malgré leur potentiel d'innovation, les crypto-actifs, en particulier le Bitcoin et l'Ethereum, restent caractérisés par une forte volatilité et ne remplissent pas pleinement les fonctions d'actifs refuges, ce qui limite leur capacité à stabiliser les portefeuilles en période de turbulences financières et les relègue principalement à un rôle d'instruments de diversification pour les investisseurs.

Par ailleurs, les résultats issus des indices de connectivité montrent clairement que les marchés d'actions jouent un rôle central en tant que principaux transmetteurs de chocs financiers vers les autres segments des marchés. Ces chocs sont d'autant plus amplifiés par les niveaux élevés d'incertitude et les perceptions du risque par les investisseurs. En revanche, les actifs traditionnellement considérés comme refuges, tels que l'or, le dollar américain et les obligations du Trésor à 10 ans, se comportent principalement comme des récepteurs et des amortisseurs de chocs financiers. Les crypto-actifs, quant à eux, occupent une position globalement neutre, bien que leur volatilité et leur sensibilité aux chocs s'accroissent en période de crise. Dans ce contexte, le renforcement des cadres réglementaires apparaît essentiel afin de contenir les risques systémiques potentiels, notamment face à l'évolution rapide de l'écosystème des crypto-actifs et à l'émergence de nouvelles formes d'intermédiation financière. Ainsi, concilier innovation financière et stabilité du système demeure un enjeu majeur pour les autorités publiques et les acteurs du marché.

Bibliographie

- *Adrian, T., & Mancini-Griffoli, T. (2019). The rise of digital money. IMF Fintech Notes.*
- *Aiello, D., Baker, S. R., et al. (2024). Cryptocurrency wealth and consumption (NBER Working Paper No. 32398).*
- *Alvarez, F., Argente, D., & Van Patten, D. (2022). Are cryptocurrencies currencies? Bitcoin as legal tender in El Salvador (NBER Working Paper No. 2996).*
- *Arner, D. W., Auer, R., & Frost, J. (2020). Stablecoins: Risks, potential and regulation (BIS Working Papers No. 905).*
- *Asiri, A., Alnemer, M., & Bhatti, M. I. (2023). Interconnectedness between cryptocurrency uncertainty indices, financial asset returns, and volatility during the COVID-19 pandemic.*
- *Aït-Kacimi, N. (2018). L'année 2018 marque l'éclatement de la bulle des crypto-actifs. Les Échos.*
- *Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2017). Bitcoin : Medium of exchange or speculative asset? Journal of International Financial Markets, Institutions and Money.*
- *Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin : Is it really more than a diversifier? Finance Research Letters.*
- *Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets.*
- *Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility Spillovers.*
- *Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. Journal of Econometrics, 182(1), 119–134.*
- *Drakopoulos, D., Natalucci, F., & Papageorgiou, E. (2021). The rise of crypto-assets: New challenges for financial stability.*
- *European Systemic Risk Board (2025). Crypto-assets and decentralised finance: Report on stablecoins, crypto-investment products and multifunction groups.*
- *Hayek, F. A. (1976). The denationalisation of money (pp. 11–39). Institute of Economic Affairs.*
- *Hicks, J. R. (1967). Critical essays in monetary theory. Oxford University Press.*

- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.
- *The Guardian* (2026, March 18). *SEC cryptocurrencies securities rules*.
- Ti, A., & Husodo, Z. A. (2024). *Navigating volatility Spillovers amid investor extreme fear in stablecoin and financial markets*.
- Tian, S., Li, S., & Chen, N. (2024). *Systemic risk contagion across global financial markets during the COVID-19 pandemic*.
- *United States Congress* (2025). *Guiding and Establishing National Innovation for U.S. Stablecoins Act (GENIUS Act) (S.1582)*.
- Wang, P., Liu, X., & Wu, S. (2022). *Dynamic linkage between Bitcoin and traditional financial assets : A comparative analysis of different time frequencies*. *Entropy*, 24(11), 1565.
- Yermack, D. (2014). *Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal (NBER Working Paper No. 19747)*. *National Bureau of Economic Research*.