

Analyse multifractale de la relation prix-volume des indices boursiers : une revue de la littérature empirique

AMIRI Nouredine

Doctorant

Laboratoire de l'économie et management des Organisation (LEMO)

Faculté d'économie et de gestion Kenitra

UNIVERSITE IBN TOFAIL – KINETRA - MAROC

KHARBOUCHE Omar

Enseignant- chercheur

Laboratoire de l'économie et management des Organisation (LEMO)

Faculté d'économie et de gestion Kenitra

UNIVERSITE IBN TOFAIL – KINETRA - MAROC

Résumé : A travers ce travail, nous avons essayé de mener une réflexion sur les travaux de recherches empiriques, traitant la relation prix-volume dans les marchés financiers, qui utilisent les méthodes multifractales. Tout en discutant les méthodologies utilisées, les résultats obtenus, et les implications pour la compréhension des dynamiques des marchés boursiers.

Afin d'identifier les documents les plus pertinents, une revue de la portée de la littérature (*Scoping review*) a été réalisée sur la base d'un échantillon de 17 articles académiques sélectionnés à partir des recherches par mots clés dans plusieurs bases de données, et analysés à l'aide du logiciel *Nvivo QSR 12*.

Cette revue mettra en lumière la manière dont l'analyse multifractale contribue à une meilleure compréhension des mécanismes du marché et des opportunités d'arbitrage, tout en soulignant les défis et les Théories et concepts clés.

Mots-clés : Méthodes multifractales, MF-DFA, MF-DCCA, la relation prix-volume, Théorie AMH, Théorie EMH.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.12594308>



1. Introduction

Les marchés boursiers présentent des dynamiques complexes qui nécessitent des outils d'analyse sophistiqués pour comprendre les comportements sous-jacents des prix et des volumes de transactions. Parmi ces outils, l'analyse multifractale se distingue par sa capacité à capturer les fluctuations à différentes échelles, offrant ainsi une perspective approfondie pour étudier ces dynamiques.

L'analyse des marchés financiers a toujours été un domaine d'intérêt majeur pour les chercheurs et les praticiens, cherchant à comprendre les dynamiques complexes qui sous-tendent les mouvements de prix et de volumes. Parmi les nombreuses approches disponibles, l'analyse multifractale a émergé comme un outil puissant pour étudier les comportements non linéaires et les dépendances à long terme dans les séries temporelles financières. Cet article se propose de réaliser une revue de la littérature empirique sur l'analyse multifractale de la relation prix-volume des indices boursiers. En examinant les recherches antérieures, nous visons à synthétiser les principales conclusions, les méthodes utilisées, et les implications de ces études pour la théorie et la pratique des marchés financiers. Cette revue mettra en lumière la manière dont l'analyse multifractale contribue à une meilleure compréhension des mécanismes du marché et des opportunités d'arbitrage, tout en soulignant les défis et les Théories et concepts clés.

1.1 La relation prix - volume des transactions : quel soubassement théorique

La relation entre prix et volume des transactions est essentielle pour comprendre la dynamique des marchés. Des recherches antérieures ont montré que le volume peut agir comme un indicateur précurseur des mouvements de prix et qu'il existe des corrélations complexes entre ces deux variables.

La relation prix-volume est l'une des questions les plus importantes sur le plan pratique, mais qui reste inexploitée dans le domaine de l'économie financière (Tauchen et Pitts, 1983). Crouch (1970) a constaté que les variations de prix et de volume des actifs financiers sont généralement induites par l'information et que les prix et les volumes des marchés financiers devraient être liés de manière dynamique. Étant donné que ces deux variables sont le produit d'activités transactionnelles motivées par la même information et un mécanisme de marché similaire, ignorer une variable tout en discutant de l'autre ne permettrait pas une compréhension complètement pertinente (He et Chen, 2011).

Le sens de transmission de la fluctuation du prix et du volume de transaction des actifs financiers peut également être utilisé pour caractériser ce sens de l'information sur le marché (Ross, 1989). En outre, l'étude de la relation prix-volume du marché peut être utile pour explorer le mécanisme de transmission de l'information sur le marché et clarifier la structure du marché. Par rapport à la recherche sur le seul prix, la recherche conjointe en termes de prix et de volume de transaction (deux variables équivalentes) peut fournir davantage d'informations sur le marché financier (Gallant et al., 1992). Par conséquent, l'étude de la relation prix-volume peut révéler le taux d'arrivée du flux d'informations sur le marché, la diffusion des informations, et la mesure dans laquelle le prix du marché reflète les informations du marché.

L'hypothèse de l'efficacité des marchés (EMH) part du principe que les marchés disposent d'un mécanisme parfait pour rassembler et diffuser l'information immédiatement et simultanément à tous les participants. Cependant, il est important de noter que cet ensemble d'informations peut être constitué de toute autre variable pouvant avoir un impact sur le modèle d'équilibre, telle que le nombre de transactions ou le volume. En conséquence, une relation positive/négative ou changeante au cours de la période entre le volume et le rendement indique une inefficacité du marché.

Si les rendements boursiers ont fait l'objet d'études empiriques approfondies, le rôle du volume est tout aussi intéressant d'un point de vue économique. La fluctuation du volume des échanges pendant la période de crise a soulevé des doutes quant à la validité de l'efficacité du marché. Dawson (1984) a démontré que le volume affecte l'efficacité d'un marché. Campbell, Grossman et Wang (1993) démontrent l'existence d'informations prédictives dans le volume des transactions en constatant une relation décroissante du rendement avec le volume. En outre, de nombreuses études empiriques confirment la relation positive entre le prix (rendements, volatilité) et le volume de transactions d'un actif négociable (Assogbavi, Khoury, & Yourougou, 1995 ; Chen, Firth, & Rui, 2001 ; Crouch, 1970b ; Epps, 1975 ; Epps & Epps, 1976). Blume et al. (1994) et Suominen (2001) affirment que le volume agit comme un vecteur d'information sur les marchés financiers. Ils considèrent que les prix ne véhiculent pas toute l'information, car les négociants tirent des enseignements du volume. Les traders utilisent les informations sur les volumes passés et les informations sur les fluctuations des volumes pour ajuster leurs décisions de négociation. Acharya et Pedersen (2005) ont étudié l'illiquidité, un concept basé sur le volume des transactions, afin de découvrir son rôle dans le processus d'équilibre des prix.

1.2 Méthodes multifractales : vers une compréhension approfondie du comportement de la relation prix-volume

L'analyse multifractale est un domaine de recherche en pleine expansion, qui trouve ses applications dans diverses disciplines telles que la finance, la physique, la climatologie et la biologie. Cette approche permet de comprendre et de caractériser des phénomènes complexes qui ne peuvent être décrits par des modèles linéaires ou monofractals traditionnels. En effet, les systèmes multifractals présentent des dynamiques qui varient sur plusieurs échelles de temps ou d'espace, offrant ainsi une vision plus riche et détaillée de leur comportement sous-jacent.

Depuis son introduction, l'analyse multifractale a été largement adoptée dans l'étude des séries temporelles financières. Elle permet de capturer des caractéristiques de long terme, telles que la persistance et l'anti-persistante des fluctuations de prix et de volume. Les travaux pionniers de Mandelbrot et ses collègues ont posé les bases théoriques de cette approche, en démontrant que les marchés financiers exhibent des comportements multifractals, où des variations importantes peuvent coexister avec des fluctuations plus petites de manière cohérente sur différentes échelles.

L'une des méthodes les plus couramment utilisées pour analyser les propriétés multifractales des séries temporelles est l'Analyse Multifractale des Fluctuations Détrendées (MFDFA). Introduite par Kantelhardt et al., cette technique permet de détecter et de quantifier les corrélations de longue portée présentes dans les données, en éliminant les tendances locales pour révéler les structures sous-jacentes. En finance, la MFDFA a été utilisée pour analyser

les mouvements de prix des actions, les indices boursiers, et les volumes de transactions, offrant des informations précieuses sur la dynamique des marchés et leur efficacité.

Parallèlement, l'Analyse Multifractale des Corrélations Croisées Détrendées (MFDCCA) a été développée pour étudier les relations entre deux séries temporelles. Cette méthode permet de comprendre comment les interactions entre différentes variables, telles que le prix et le volume des transactions, évoluent à travers le temps et sur différentes échelles.

L'analyse multifractale permet de capturer les irrégularités et les variations de différentes échelles présentes dans les séries temporelles, révélant ainsi des propriétés de long terme telles que la persistance ou l'anti-persistante. Cette approche est particulièrement utile pour étudier la relation entre le prix et le volume, car elle permet de détecter des corrélations et des schémas qui ne sont pas visibles avec des méthodes traditionnelles d'analyse.

Les travaux pionniers de Mandelbrot sur la fractalité et les séries financières ont jeté les bases de l'analyse multifractale. En démontrant que les marchés financiers peuvent être décrits par des modèles fractals, Mandelbrot a ouvert la voie à une compréhension plus profonde des fluctuations des prix et des volumes. Par la suite, l'Analyse Multifractale des Fluctuations Détrendées (MFDFA), développée par Kantelhardt et al., a été largement adoptée pour étudier les propriétés multifractales des séries temporelles de prix et de volume. Cette méthode permet d'éliminer les tendances locales pour révéler les corrélations de longue échelle et les structures cachées dans les données.

En parallèle, l'Analyse Multifractale des Corrélations Croisées Détrendées (MFDCCA) a été introduite pour analyser les relations entre deux séries temporelles, telles que le prix et le volume des transactions. Cette technique offre une perspective enrichissante pour comprendre comment les fluctuations des prix sont liées aux variations des volumes, et vice versa. En examinant ces relations, les chercheurs peuvent obtenir des informations cruciales sur le rôle du volume comme véhicule d'information et son impact sur les dynamiques des prix.

Les études empiriques qui ont utilisées ces méthodes ont révélé des comportements intéressants sur les marchés financiers. En effet, certaines recherches ont montré que les séries de prix présentent souvent des caractéristiques de persistance, suggérant que les prix suivent des tendances de long terme. En revanche, les séries de volume peuvent montrer des propriétés d'anti-persistante, indiquant des fluctuations alternées entre haute et basse activité de *Trading*. De plus, l'analyse des corrélations croisées prix-volume a mis en évidence des schémas complexes où les augmentations de prix avec des volumes élevés sont souvent suivies de corrections, suggérant un mécanisme de régulation intrinsèque.

2 Analyse multifractale de la relation prix-volume des indices boursiers : une revue de la portée de la littérature empirique

2.1 Protocole méthodologique

A travers ce travail, nous allons essayer de mener une réflexion sur les travaux de recherches empiriques, traitant la relation prix-volume dans les marchés financiers, qui utilisent les méthodes multifractales.

Pour ce faire nous allons essayer d'explorer les tendances des publications traitant le sujet en question. Afin d'identifier les documents les plus pertinents, une revue de la portée de la littérature (Scoping review) a été réalisée sur la base d'un échantillon de 18 articles académiques sélectionnés à partir des recherches par mots clés dans plusieurs bases de données, et analysés à l'aide du logiciel Nvivo QSR 12.

Nous avons mené notre recherche par mots clés, ce qui nous a permis d'identifier des articles dans plusieurs bases de données électroniques comme le montre le tableau suivant :

Tableau 1 : Les bases de données et les mots clés utilisés.

Base de données	Mots clés
<ul style="list-style-type: none"> • Web of Science (WoS) • Scopus • Google Scholar • Cairn et autres. 	<ul style="list-style-type: none"> • La relation prix-volume dans les marchés financiers, • Les Methodes multifractales MF-DFA, MF-DCCA • Les fluctuations à différentes échelles • Mémoire longue • Persistance, antipersistence

Les articles retenus dans le cadre de cette étude sont publiés dans des journaux reconnus à l'échelle internationale. L'échantillon comprend au total 18 articles issus de 6 revues internationales publiés entre 2000 et 2024, parmi les 18 articles sélectionnés, 94 % sont anglo-saxonnes (soit 17 articles) et seulement 6 % des articles sont francophones (soit 1 article).

Par conséquent, nous allons nous concentrer principalement sur ces six articles pour résumer les idées des articles de notre échantillon de départ de manière adéquate. En effet ces articles fournissent une perspective approfondie ce qui nous permettra de présenter dans le paragraphe suivant une synthèse pertinente des informations essentielles pour notre analyse.

2.2 Revue de la portée de la littérature empirique sur l'analyse multifractale de la relation prix-volume des indices boursiers

Les études antérieures sur la relation prix-volume utilisant des approches multifractales ont permis de découvrir des structures complexes et non linéaires sous-jacentes à cette dynamique dans les marchés financiers. Les chercheurs ont utilisé des techniques sophistiquées telles que la MF-DFA et la MF-DCCA pour examiner en détail les fluctuations des prix et des volumes d'échanges à différentes échelles temporelles.

Les travaux de Ferreira (2019), Hasan et Salim (2017), ainsi que Ruan et al. (2016) ont démontré de manière convaincante que la relation prix-volume présente des caractéristiques multifractales. Leurs analyses ont mis en évidence des régimes de comportement complexes et des motifs fractaux dans les variations des prix et des volumes, suggérant une interconnexion non linéaire entre ces deux variables cruciales.

D'autres études menées par Sukpitak et Hengpunya (2016), Wang et al. (2013), He et Chen (2011), ont corroboré ces conclusions en mettant en évidence des preuves supplémentaires de multifractalité dans la relation prix-volume. Leurs recherches ont renforcé l'idée que cette relation est imprégnée de dynamiques complexes et émergentes qui ne peuvent pas être pleinement appréhendées par des modèles traditionnels.

Cependant, les résultats de Podobnik et al. (2009), qui ont noté l'absence de lien significatif entre le prix et le volume dans certains contextes, ont également mis en évidence la diversité et la complexité des mécanismes sous-jacents à la relation prix-volume. Cette diversité souligne la nécessité de prendre en compte les conditions spécifiques du marché ainsi que les techniques d'analyse appropriées pour une compréhension approfondie de cette relation cruciale dans les marchés financiers.

En conclusion, les travaux antérieurs ont apporté une contribution significative à la compréhension de la nature multifractale de la relation prix-volume dans les marchés financiers, soulignant l'importance de la prise en compte de cette complexité dans la modélisation et la prévision des mouvements de marché.

La majorité des auteurs ont abouti à des conclusions significatives sur la relation prix-volume dans les marchés financiers, en utilisant des approches multifractales. Les principales constatations indiquent que cette relation est de nature multifractale, ce qui signifie qu'elle est caractérisée par des structures complexes et non linéaires. Les études ont révélé des modèles de comportement complexes, mettant en évidence des interactions non linéaires entre les variations des prix et des volumes d'échanges. Ces résultats remettent en question les modèles traditionnels de la théorie financière, soulignant la nécessité d'intégrer la complexité dans les modèles théoriques pour une meilleure compréhension des marchés. De plus, l'utilisation de techniques d'analyse avancées telles que la MF-DFA et la MF-DCCA s'est avérée cruciale pour détecter les motifs fractaux et les structures multifractales dans les données financières. Cependant, il convient de noter que certains travaux ont révélé des résultats contrastants, tels que l'absence de lien significatif entre le prix et le volume dans certains contextes. Cela

souligne la diversité des mécanismes sous-jacents à la relation prix-volume et la nécessité d'une analyse contextuelle pour une compréhension approfondie. En somme, ces résultats contribuent à une meilleure compréhension de la dynamique complexe des marchés financiers.

2. Conclusion

En conclusion, cette revue de la portée de la littérature empirique sur l'analyse multifractale de la relation prix-volume des indices boursiers met en évidence la complexité et la diversité des dynamiques de marché. Les études antérieures montrent que les marchés boursiers ne se comportent pas de manière strictement efficiente et présentent des structures multifractales significatives. Ces structures révèlent des régularités et des comportements persistants dans les fluctuations des prix et des volumes, confirmant l'existence de corrélations non linéaires et de dépendances à long terme. Les résultats corroborent les implications de l'Hypothèse des Marchés Adaptatifs (AMH), en indiquant que des possibilités d'arbitrage apparaissent périodiquement. De plus, l'efficience du marché variant au fil du temps, comme mesurée par la relation prix-volume, il devient évident que l'Hypothèse des Marchés Efficients (EMH) ne se vérifie pas sur une période donnée. Ces conclusions sont cruciales pour les investisseurs, les traders et les organismes de régulation, car elles offrent une compréhension de l'évolution temporelle de la relation prix-volume sur les marchés boursiers, influençant ainsi les stratégies de négociation et de régulation.

L'application des techniques d'analyse multifractale, telles que MF-DFA et MF-DCCA, a permis de mieux comprendre ces phénomènes complexes et d'identifier des opportunités potentielles d'arbitrage.

Ainsi, l'analyse multifractale s'avère être un outil puissant pour l'étude des marchés financiers, offrant des perspectives intéressantes pour la recherche future et pour les stratégies d'investissement basées sur la compréhension approfondie des interactions prix-volume.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Acharya, V. V., & Pedersen, L. H. (2005). Asset pricing with liquidity risk. *Journal of financial Economics*, 77(2), 375-410.
- [2] Aslam, F., Mohti, W., Ali, H., & Ferreira, P. (2023). Interplay of multifractal dynamics between shadow policy rates and stock markets. *Heliyon*, 9(7).
- [3] Assogbavi, T., Khoury, N., & Yourougou, P. (1995). Short interest and the asymmetry of the price-volume relationship in the Canadian Stock market. *Journal of Banking & Finance*, 19(8), 1341-1358.
- [4] Blume, L., Easley, D., & O'hara, M. (1994). Market statistics and technical analysis: The role of volume. *The journal of finance*, 49(1), 153-181.
- [5] Campbell, J. Y., Grossman, S. J., & Wang, J. (1993). Trading volume and serial correlation in stock returns. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(4), 905-939.
- [6] Chen, G. M., Firth, M., & Rui, O. M. (2001). The dynamic relation between stock returns, trading volume, and volatility. *Financial Review*, 36(3), 153-174.
- [7] Crouch, R. L. (1970). The volume of transactions and price changes on the New York Stock Exchange. *Financial Analysts Journal*, 26(4), 104-109.
- [8] El Alaoui, M. (2017). Price-volume multifractal analysis of the Moroccan stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 486, 473-485.
- [9] Epps, T. W. (1975). Security price changes and transaction volumes: Theory and evidence. *American Economic Review*, 65(4).

- [10] Epps, T. W., & Epps, M. L. (1976). The stochastic dependence of security price changes and transaction volumes: Implications for the mixture-of-distributions hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 305-321.
- [11] Ferreira, P. (2019). Assessing the relationship between dependence and volume in stock markets: A dynamic analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 516, 90-97.
- [12] Guo, Y., Yu, Z., Yu, C., Cheng, H., Chen, W., & Zhang, H. (2021). Asymmetric multifractal features of the price–volume correlation in China’s gold futures market based on MF-ADCCA. *Research in International Business and Finance*, 58, 101495.
- [13] Guo, Y., Yu, Z., Yu, C., Cheng, H., Chen, W., & Zhang, H. (2021). Asymmetric multifractal features of the price–volume correlation in China’s gold futures market based on
- [14] Hasan, R., & Salim, M. M. (2017). Power law cross-correlations between price change and volume change of Indian stocks. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 473, 620-631.
- [15] Liu, G., Yu, C. P., Shiu, S. N., & Shih, I. T. (2022). The efficient market hypothesis and the fractal market hypothesis: Interfluves, fusions, and evolutions. *Sage Open*, 12(1), 21582440221082137.
- [16] Patil, A. C., & Rastogi, S. (2019). Time-varying price–volume relationship and adaptive market efficiency: A survey of the empirical literature. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(2), 105.
- [17] Patil, A. C., & Rastogi, S. (2020). Multifractal analysis of market efficiency across structural breaks: Implications for the adaptive market hypothesis. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(10), 248.
- [18] Patil, A. C., & Rastogi, S. (2020). Multifractal analysis of time-varying market efficiency: Implications for adaptive market hypothesis. *Test Engineering and Management*, 83(May-June), 16646-16660.
- [19] Ruan, Q., Jiang, W., & Ma, G. (2016). Cross-correlations between price and volume in Chinese gold markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 451, 10-22.
- [20] Stošić, D., Stošić, D., Stošić, T., & Stanley, H. E. (2015). Multifractal properties of price change and volume change of stock market indices. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 428, 46-51.
- [21] Suominen, M. (2001). Trading volume and information revelation in stock market. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 36(4), 545-565.
- [22] W. J., Zhou, W. X., & Sornette, D. (2019). Multifractal analysis of financial markets: A review. *Reports on Progress in Physics*, 82(12), 125901.
- [23] Wang, J., Jiang, W., Yan, Y., Shao, W., Wu, X., & Hua, Z. (2023). Exploring the Asymmetric Multifractal Characteristics of Price–Volume Cross-Correlation in the Chinese Rebar Futures Market Based on MF-ADCCA. *Fluctuation and Noise Letters*, 22(03), 2350029.
- [24] Yan, Y., Shao, W., & Wang, J. (2022). Comparison of Price-Volume Correlation for Some Cryptocurrencies Based on MF-ADCCA. *Fluctuation and Noise Letters*, 21(03), 2250040.
- [25] Zhang, X., Zhang, G., Qiu, L., Zhang, B., Sun, Y., Gui, Z., & Zhang, Q. (2019). A modified multifractal detrended fluctuation analysis (MFDFA) approach for multifractal analysis of precipitation in dongting lake basin, China. *Water*, 11(5), 891.