

La volatilité du marché boursier marocain pendant la crise sanitaire COVID-19

The volatility of the moroccan stock market during the COVID-19 health crisis

Hajar BENBACHIR

Docteur en Sciences de Gestion, Faculté des Sciences Juridiques, Economique et Sociale Agdal, Université Mohammed 5 de Rabat, Rabat, Maroc

Mohammed EL MASSAADI

Doctorant, Laboratoire de l'Économie et Management des Organisations, Faculté d'Économie et de Gestion, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

Ouiame BENZIZOUN

Docteur en Sciences de Gestion, Faculté des Sciences Juridiques, Economique et Sociale Agdal, Université Mohammed 5 de Rabat

Résumé : Les différentes mesures adoptées par les Organismes internationaux et nationaux dans le Monde entier en vue de contrecarrer les effets majeurs de l'épidémie de Covid-19 ont provoqué dans une grande échelle au déclenchement d'une crise économique et financière au niveau international ainsi qu'au niveau national. Ce papier visant l'étude et l'analyse de l'impact de cette fameuse crise pandémique (Crise sanitaire) sur le marché boursier marocain et montrer à quel point les décisions de confinement ont impacté négativement le rendement du marché boursier. Nous avons proposé une approche qui introduit le modèle GARCH pour estimer la volatilité de l'indice du marché boursier marocain MASI causée par l'incertitude de la situation financière à la suite de la pandémie. Les résultats obtenus montrent qu'au cours de la période étudiée, la valeur de l'indice boursier a signalé un choc important durant la période de confinement et une forte volatilité de sa rentabilité, ce choc est suivi par une période de reprise partielle après le déconfinement.

Mots clés : Crise sanitaire, Covid-19, Volatilité, GARCH, MASI, Choc financier.

Abstract: The various measures adopted by international and national bodies worldwide to counteract the major effects of the Covid-19 epidemic have triggered a large-scale economic and financial crisis at both international and national level. This paper aims to study and analyze the impact of this famous pandemic crisis (health crisis) on the Moroccan stock market, and to show the extent to which containment decisions had a negative impact on stock market performance. We proposed an approach that introduces the GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) model to estimate the volatility of the Moroccan All Shares Index (MASI) caused by the uncertainty of the financial situation following the pandemic. The results obtained show that over the period studied, the value of the stock market index reported a significant shock during the containment period and high volatility in its profitability, followed by a period of partial recovery after de-containment.

Keywords: Sanitary crisis, Covid-19, Volatility, GARCH, MASI, Financial shock.

1. Introduction

La pandémie Covid-19 constitue un choc économique, qui aurait des répercussions majeures sur l'équilibre macroéconomique en 2020, en attendant une reprise graduelle et progressive à partir de 2021. Au niveau international tous les pays cherchent à quantifier les effets de la crise sanitaire actuelle Covid-19 sur leurs économies et en proposer les solutions. Dans ce sens, les recherches scientifiques et académiques se sont développées aujourd'hui dans tous les domaines et surtout en économie en vue de déceler, grâce à une étude analytique approfondie, l'impact de cette crise. Aussi

l'objectif de ces recherches les prévisions qu'on doit effectuer pour prendre des mesures d'optimalité nécessaires.

Au Maroc, deux facteurs majeurs ont fragilisé la situation économique pendant l'année 2020 (année d'enregistrement de premier cas de Covid-19), en premier lieu l'arrêt définitif de l'activité économique dans la majorité des secteurs avec l'adoption des mesures de confinement pour contrecarrer la pandémie, en second lieu la sécheresse hydrique qu'a connue le pays pendant la même année. Parmi les différentes mesures adoptées par le Gouvernement Marocain pendant le confinement est la minimisation des heures du travail dans la majorité des emplois, cette dernière à baisse d'une manière automatique le volume de production ainsi que les interactions économiques qui créent la richesse et permettent la circulation de la monnaie. Le confinement exacerbe la récession d'une part, mais augmente le bien-être de la population d'autre part grâce à une réduction du nombre de contaminations et de décès.

La crise épidémiologique a impacté tous les secteurs d'activité, à l'instar du marché financier national qui a connu une récession d'activité pendant la période de confinement, accompagnée d'une volatilité élevée et une volumétrie importante, suivi d'une reprise progressive. Le Comité de Coordination et de Surveillance des Risques Systémiques de la banque centrale marocaine a tenu des réunions hebdomadaires au siège de Bank Al-Maghrib (BAM) à Rabat pour le suivi et l'analyse de l'impact de la crise du Covid-19 sur le secteur financier national.

L'idée ici est d'utiliser le modèle GARCH développé par Bollerslev [1986] pour modéliser la volatilité de l'indice boursier MASI. L'hypothèse de base de ce travail est de montrer que les décisions de confinement sont susceptibles de réduire la performance de l'indice boursier et d'augmenter la volatilité de son rendement. En utilisant des données quotidiennes sur la période de 01/01/2017 au 24/05/2024, nous montrons comment les décisions prises pour la gestion de la crise sanitaire ont affecté la volatilité du marché boursier Marocain et ont impacté négativement la liquidité du marché en causant une dépréciation des actifs financiers, les investisseurs ont donc perdu confiance dans le marché boursier ce qui influe alors sur la volatilité du marché des actions.

L'article est organisé comme suit : La section suivante présente une revue de littérature de notre modèle d'estimation de la volatilité, dans une deuxième section nous allons présenter les données du marché financier marocain utilisées dans notre étude. La troisième section décrit le modèle utilisé pour estimer la volatilité et les résultats sont ensuite détaillés dans la quatrième section. La dernière section conclut l'article.

2. Revue de littérature

La volatilité d'un actif financier est une mesure de la variabilité de la distribution de la rentabilité d'un actif financier pour une période donnée. Ainsi, elle présente une mesure de risque d'un actif financier. Plus la volatilité est grande, plus la variation de la valeur du titre est grande, par conséquent le risque lié à l'investissement dans cet actif est important. Sans signalement de la négativité ou de la positivité de la variation, la mesure de la volatilité prend en considération la variation des cours de l'actif étudié. Selon Daly (1999), la volatilité peut être définie comme la variabilité de la variable sous considération. Plus la variable fluctue durant une période, plus elle est censée être volatile.

On peut citer généralement deux types de volatilité : La volatilité historique, et la volatilité implicite. La volatilité historique peut être mesurée de manière simple avec l'écart type à partir de la distribution des rendements du passé d'un titre. On peut aussi calculer la volatilité implicite, qui est définie comme étant la prévision de la volatilité du marché du titre financier, sous l'hypothèse d'efficacité des marchés. De même, Il existe plusieurs méthodes et modèles d'estimation de la volatilité d'un titre sur une période passée donnée dans la littérature financière. Le modèle d'évaluation d'option de Black et Scholes (1976), a accordé un rôle central à la volatilité de rentabilité de l'actif sous-jacent dans la détermination de la valeur d'une option. Nous pouvons calculer les variations du rendement du sous-jacent pendant une période donnée et obtenir une estimation de sa volatilité réalisée.

Les modèles ARCH introduits en (1982) par l'économiste de Prix Noble (2003) Robert Fry Engle (1982) reposent sur une para-métrisation endogène de la variance conditionnelle et permettent la prise en compte de ce type de propriétés. Le modèle ARCH a été proposé par Robert Fry Engle (1982), reposent sur une para-métrisation endogène de la variance conditionnelle et prend en considération que

la volatilité évolue d'une manière stochastique. Bollerslev (1986) a développé le modèle d'Engle pour proposer le modèle « G.A.R.C.H » qui a été très intégré dans les revues de littérature des différentes recherches scientifiques en finance surtout en vue d'estimer, dans le temps, la fameuse « volatilité » des séries temporelles des actions, des obligations ou autres. Tim Bollerslev, Chou et Kroner (1992) ont publié dans leurs travaux de recherche une gamme très large et variées de la littérature, dans lesquelles sont intégrés le fameux modèle « GARCH », ce-ci pour fournir des modélisations de la volatilité des actifs financiers ou toute autre variable, taux d'inflation, d'intérêt, de change...etc.

Les tenants de la théorie traditionnelle ont souligné que la volatilité excessive des indices boursiers par rapport aux dividendes peut s'expliquer par la volatilité du taux d'actualisation (Fama, 1991 ; Cochrane, 2011), être effectué uniquement avec des modèles adjacents les uns aux autres. S'il s'avère que la volatilité des indices boursiers est excessive par rapport aux prévisions de dividendes ou à l'évolution de la consommation, il est possible que les modèles utilisés pour déterminer les prévisions de dividendes ou pour déterminer le prix des actifs financiers liés à la consommation soient défectueux. La question de savoir si la volatilité des marchés financiers est excessive pour pouvoir être attribuée aux fondamentaux est toujours débattue aujourd'hui. Récemment, des chercheurs ont découvert une influence significative du cycle des affaires sur la composante de basse fréquence de la volatilité, tandis que les augmentations abruptes de la volatilité tiendraient en partie à des revirements du sentiment de marché (Adrian et Rosenberg, 2008 ; Engle et Rangel, 2008; Engle et al., 2013; Corradi et al., 2013; Chiu et al., 2018).

Dans notre étude, nous utiliserons un modèle GARCH lorsque nous observerons des clusters de volatilité, c'est-à-dire des périodes durant lesquelles la volatilité reste faible et des périodes de forte volatilité.

3. Données

Dans ce papier on va étudier l'effet de la crise sanitaire « Covid-19 » sur une série journalière des cours de l'indice principal du marché boursier marocain « MASI », afin de clarifier l'impact de la Covid-19 sur l'économie et surtout sur le marché boursier, on travaille sur la période allant de 01/01/2017 au 24/05/2024, soit 1845 observations. Les données de notre étude sont issues du site officiel de la Bourse des Valeurs de Casablanca. Pourquoi a-t-on choisi cette période ? En s'inspirant de l'expérience internationale de lutte contre le virus Covid-19, les autorités marocaines ont décidé de mettre en œuvre un confinement général dans tout le pays à partir du 16 mars 2020 pour réduire le nombre de contaminations tout au long du confinement, cette décision avait un impact indésirable sur la performance du marché boursier marocain. Notre base de données porte sur trois sous-périodes remarquables : Avant le confinement, En période de confinement et post-confinement

4. Méthodologie

Cette partie est consacrée à la présentation du modèle ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) et GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity). Ces modèles n'imposent pas la constance de la volatilité d'un actif particulier qui peut en effet être tantôt faible sur certaines périodes et tantôt élevées sur d'autres. Ces modèles constituent autant de tentatives de mesure de ces variations temporelles de la volatilité. Les processus du modèle ARCH visent également à rendre compte du fait que la variance conditionnelle n'est pas constante et proposent une façon de l'estimer basée sur le carré des rendements. D'après ce qui vient d'être dit, on traitera cette classe de modèle avec méfiance : il est possible que la volatilité soit non constante au cours du temps, mais qu'un modèle ARCH ou leur généralisation GARCH ne captent pas cet effet, voire concluent dans certains cas à l'absence de dépendance temporelle dans les rendements. On présente dans ce qui suit les modèles ARCH et GARCH ainsi que leurs principales propriétés.

Les modèles furent initialement proposés par Engle (1982) et Bollerslev (1986), Tim Bollerslev étant le thésard de Robert Engle. Le premier modèle fut celui d'Engle, et visait à obtenir une modélisation de la variance conditionnelle de l'inflation (en glissement mensuel) de la Grande Bretagne. Un modèle ARCH(1) est de la forme :

$$\begin{cases} x_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t \\ h_t = \omega_0 + \omega_1 x_{t-1}^2 \end{cases}$$

- avec $\varepsilon_t \sim N(0,1)$; h_t représente la variance conditionnelle du processus x_t ;
- ω_0 et ω_1 sont les paramètres du modèle.

Pour de nombreuses applications, l'introduction d'un grand nombre de retards p dans l'équation de la variance conditionnelle du modèle ARCH (p) est nécessaire pour tenir compte de la longue mémoire de la volatilité qui caractérise certaines séries monétaires et financières. Ce nombre important de paramètres peut conduire à la violation de la contrainte de non-négativité de la variance et poser des problèmes d'estimations. Dans cette perspective, une extension importante, le modèle autorégressif conditionnellement hétéroscédastique généralisé (GARCH), est suggérée par Bollerslev [1986]. Le processus GARCH(p,q) est une forme de modèle ARMA sur la variance conditionnelle. Cette approche exige moins de paramètres à estimer que la formulation ARCH (p) pour modéliser les phénomènes de persistance des chocs. La variance conditionnelle de la variable étudiée est déterminée par le carré des p termes d'erreur passés et des q variances conditionnelles retardées.

La persistance de la volatilité est plus grande dans le modèle GARCH à cause de l'ajout d'une relation de récurrence entre la variance conditionnelle actuelle à celles des q périodes précédentes. La comparaison entre les modèles GARCH (1,1) et ARCH (8) montre que le processus GARCH (1,1) donne une meilleure valeur ajustée de la régression. En effet un modèle GARCH avec très peu de paramètres s'ajuste aussi bien qu'un modèle ARCH ayant de nombreux paramètres à estimer puisqu'un modèle GARCH (1,1) implique un modèle ARCH car il a l'avantage d'être plus parcimonieux.

D'ailleurs, Bollerslev (1986) démontre que le processus GARCH est par construction, capable de capturer les queues de distribution épaisses même si la distribution conditionnelle des innovations standardisées suit une loi normale. Tous les modèles de la famille ARCH partagent cette caractéristique. Néanmoins, il arrive fréquemment que les innovations sont parfois plus leptokurtiques que ce que peut le permettre un modèle GARCH (p,q) avec une distribution normale des rendements. Bollerslev (1987) note que l'utilisation d'une distribution Student-t ayant des queues de distribution plus épaisses que la distribution gaussienne peut résoudre potentiellement ce problème. Sachant que les paramètres d'un modèle GARCH doivent être positifs pour assurer que la variance conditionnelle soit toujours positive. De plus, le processus GARCH est stationnaire si et seulement si la somme des coefficients est inférieure à 1. En pratique, il est difficile de respecter ces conditions quand le nombre de retards des résidus au carré précédents et des variances conditionnelles passées est élevé. Par ailleurs. En conséquence, les représentations GARCH(1,1), GARCH(1,2) et GARCH (2,1) sont les plus fréquemment utilisées.

Un processus GARCH (p,q) se note de la façon suivante :

$$x_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t$$

$$h_t = \omega_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i x_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}$$

- avec $\varepsilon_t \sim N(0,1)$; h_t représente la variance conditionnelle du processus x_t ;
- ω_0, α_i et β_j sont les paramètres du modèle.

Un processus GARCH(1,1) se note de la façon suivante :

$$x_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t$$

$$h_t = \omega_0 + \alpha_1 x_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

Un processus GARCH (1,2) se note de la façon suivante :

$$x_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t$$

$$h_t = \omega_0 + \alpha_1 x_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 h_{t-2}$$

Un processus GARCH (2,1) se note de la façon suivante :

$$x_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t$$
$$h_t = \omega_0 + \alpha_1 x_{t-1}^2 + \alpha_2 x_{t-2}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

avec $\varepsilon_t \sim N(0,1)$

5. Résultats et discussions

a. Analyse graphique

La fameuse loi gaussienne (loi normale) est la base des multitudes travaux de recherches antérieures et récentes, parlant ici, sur Les études sur la loi de probabilité des prix boursiers. Les variations ayant des liens avec les rendements des indices boursiers, cours des actions ou obligations, taux de change ou d'intérêt..., sont modélisés de mieux par la loi gaussienne. Les moments d'ordre 3 et 4, à savoir le Skewness et la Kurtosis, ont montré leur efficacité et leur capacité dans les tests de l'hypothèse de normalité. Les résultats empiriques de cet article doivent se rapprocher, en principe, des hypothèses couramment émises dans la théorie financière.

La figure 1 représente les cours de fermeture quotidienne de l'indice boursier MASI, de la période allant du 01/01/2017 au 24/05/2024, soit **1845 Cours**.

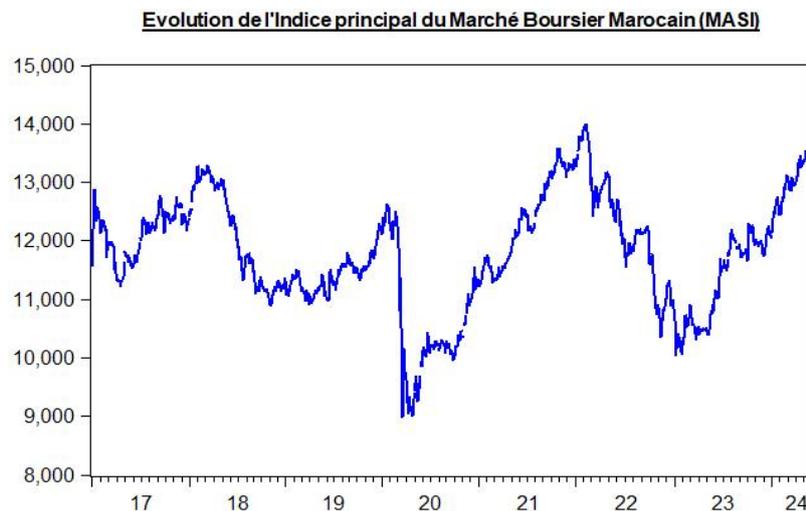


Figure 1 : Evolution du prix de clôture de l'indice MASI, de la période allant du 01/01/2017 au 24/05/2024

L'allure de ce graphe met en évidence la non-stationnarité puisqu'elle semble présenter :

- Une rupture de tendance.
- Une volatilité qui varie au cours du temps.

La figure 1 présente la variation de la valeur de l'indice marché sur la période étudiée. On constate qu'il est caractérisé par une tendance croissante, au cours du dernier trimestre de 2019 (***avant confinement***), suivie d'une forte baisse au milieu de la période à la fin du mois de Mars 2020 et au début du mois d'avril 2020 à partir du mois de mars 2020 (début de confinement) pour atteindre un pic afin de varier une autre fois jusqu'à la fin de la période étudiée en enregistrant une reprise progressive partielle à partir du mois de mai.

Ces données (les prix de fermeture journalier) ont été transformées, ce qui nous permet d'étudier la série des rendements réalisables.

Sous l'hypothèse de non-stationnarité du processus, nous différencions une première fois en passant par le calcul des rendements, ensuite nous examinons le Corrélogramme de la série différenciée.

Sont nombreux les mesures du rendement d'un indice, le plus utilisé dans la finance surtout dans l'étude des séries temporelles est le fameux rendement géométrique *ou le log-rendement*, qui consiste à calculer le logarithme du différentiel des valeurs en t et $t - 1$:

Le Log-rendement :

Prenant P_t le cours ou le prix d'un actif financier à l'instant t , le rendement géométrique est donc défini comme suit : on définit donc le rendement de ce titre à l'instant t par :

$$R_t = \log_a \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) , t = 1, 2, \dots$$

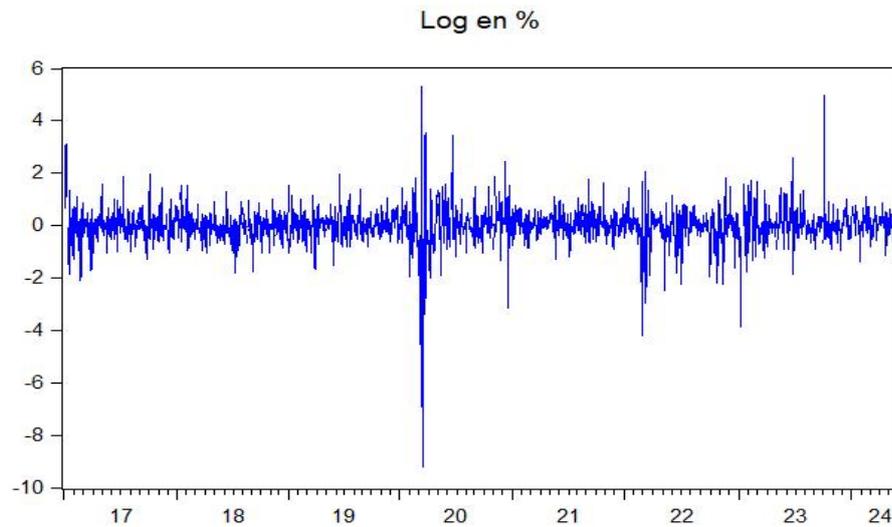


Figure 2 : Série des rendements de l'indice MASI en pourcentage, de la période allant du 01/01/2017 au 26/05/2024

La figure 2 expose la série des rendements de l'indice MASI au fil du temps, du 1^{er} janvier 2017 au 26 avril 2024 au 24/05/2024, les observations des rendements géométriques de l'indice journalier du MASI, sont présentées dans l'axe des abscisses. Comme première observation ou constatation, la série des rendements géométriques est une série stationnaire, d'après la figure ci-dessous, une deuxième constatation est l'existence de quelques valeurs extrêmes.

En analysant la figure 2 on remarque que la rentabilité de l'indice marché a enregistré une faible volatilité du début de la période étudiée jusqu'au début de l'année 2020 suivie d'une période de forte volatilité à la fin premier trimestre 2020 qui correspond à la période du début de confinement, le post-confinement à nous jours les volatilités sont de même faibles.

A partir du mois de juin, on remarque que le niveau de fluctuation du rendement du marché a commencé à diminuer après le déconfinement progressif et la reprise de l'activité économique.

b. Analyse descriptive

L'une des propriétés importantes de la distribution d'une série du rendement est qu'elle est à queue lourde.

| Moments | Valeurs |
|--------------------|-----------|
| Mean | 0.007373 |
| Median | 0.019544 |
| Maximum | 5.305362 |
| Minimum | -9.231677 |
| Standard Deviation | 0.733132 |
| Skewness | -1.643955 |
| Kurtosis | 28.62559 |
| Jarque-Bera | 51062.33 |
| Probability | 0.000000 |

Tableau 1 : Moments empiriques de la série des rendements

Dans le tableau 1 sont représentées les différentes caractéristiques statistiques de la série des rendements de l'indice MASI, sur la période étudiée. Le premier constat dans ce tableau, est que la série des rendements de l'indice MASI a une distribution leptokurtique : le coefficient d'aplatissement (Kurtosis $k= 28.62559$) est plus grand que 3, celle de la distribution normale et le coefficient d'asymétrie (Skewness $s = -1.643955$) est différent de zéro.

L'analyse du Kurtosis et du Skewness conduit aux conclusions usuelles dans les études des cours boursiers. Elles sont respectivement supérieur de 3 et différente de 0, ce qui signifie que la distribution n'est pas normale mais plutôt asymétrique avec des queues épaisses caractérisant une distribution leptokurtique. Ce qui nous conduit au rejet de l'hypothèse de normalité.

De plus, on peut résumer ces propriétés dans la figure 3 qui représente l'histogramme de la série des rendements, et cela en partageant les rendements journaliers de l'indice MASI. On remarque bien que la distribution empirique des rendements n'est pas normalement aplatie. Elle a en particulier des queues de distribution trop épaisses (Kurtosis supérieure à 3).

En outre, le test de Jarque Bera donne un résultat de 51062.33 et une p-value égale à 0,000000 (La p-value est la probabilité, sous H_0 , d'obtenir une statistique aussi extrême (pour ne pas dire aussi grande) que la valeur observée sur l'échantillon. La p-value à un seuil préalablement défini (traditionnellement 5 %). Si la valeur-p est inférieure à ce seuil, on rejette l'hypothèse nulle (H_0) en faveur de l'hypothèse alternative. Dans notre cas p-value < 5% et donc on rejette H_0 : les données suivent une loi normale) pratiquement nulle. Ce qui nous conduit à confirmer le rejet de la normalité.

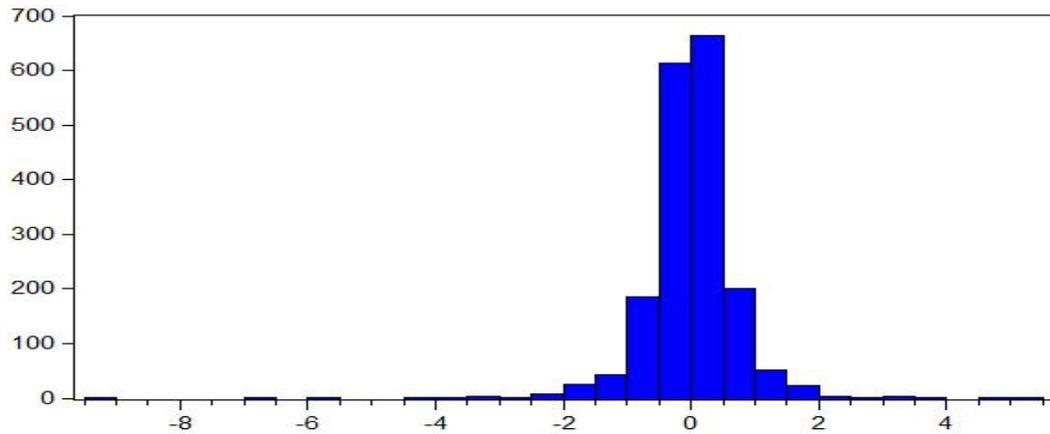


Figure 3 : Histogramme de la série des rendements de l'indice MASI, du 01/1/2017 au 24/05/2024

c. Analyse économétrique

La variance de la série du rendement change avec le temps, pour démontrer ce caractère important des séries des rendements, il est intéressant de subdiviser la série des données et de comparer ensuite l'écart type (i.e. $S = \sqrt{\text{var}(X)}$) de chacune des sous-séries obtenues.

| Sous-période | Écart-type |
|--|------------|
| du 01/01/2017 au 15/03/2020 (avant le confinement) | 0.69 |
| du 16/03/2020 au 10/06/2020 (phase de confinement général) | 0.97 |
| du 11/06/2020 au 24/05/2024 (Post-confinement) | 0,66 |

Tableau 2 : Ecarts types en (%) des différentes sous-périodes du rendement.

En analysant le tableau 2, il paraît évident que la série des rendements de l'indice MASI de la période avant confinement allant du mois d'octobre jusqu'au la moitié de mars 2020 a enregistré un écart-type faible de 0.69% et donc une faible volatilité. Pour la période suivante et durant le confinement le marché a signalé une volatilité importante en atteignant 0.97 % entre le 16/03 et le 10/06/2020. Après la fin du confinement la valeur de la volatilité du marché a diminué en atteignant des niveaux plus faibles que ceux enregistrés durant le confinement, la volatilité a atteint 0.66% pour la période allant du 11/06/2020 et le 24/05/2024.

Les résultats obtenus dans le tableau 2 affirment l'hypothèse de non-constance de la volatilité (cluster de volatilité).

En effet, notre série ne possède pas une variance (écart type au carré) constante, ce qui démontre donc l'existence d'une certaine Hétéroscédasticité.

Afin de vérifier ce résultat, il est nécessaire de s'intéresser aux fonctions d'autocorrélation (Corrélogramme simple et partiel) pour la série des rendements de l'indice MASI.

Les rendements démontrent la présence d'une autocorrélation (Figure 4), tandis que les carrés des rendements ne sont pas auto-corrélés à un niveau significatif (Figure 4).

Ceci nous conduit au rejet l'hypothèse d'absence d'autocorrélation des cours et met en évidence la présence d'une Hétéroscédasticité.

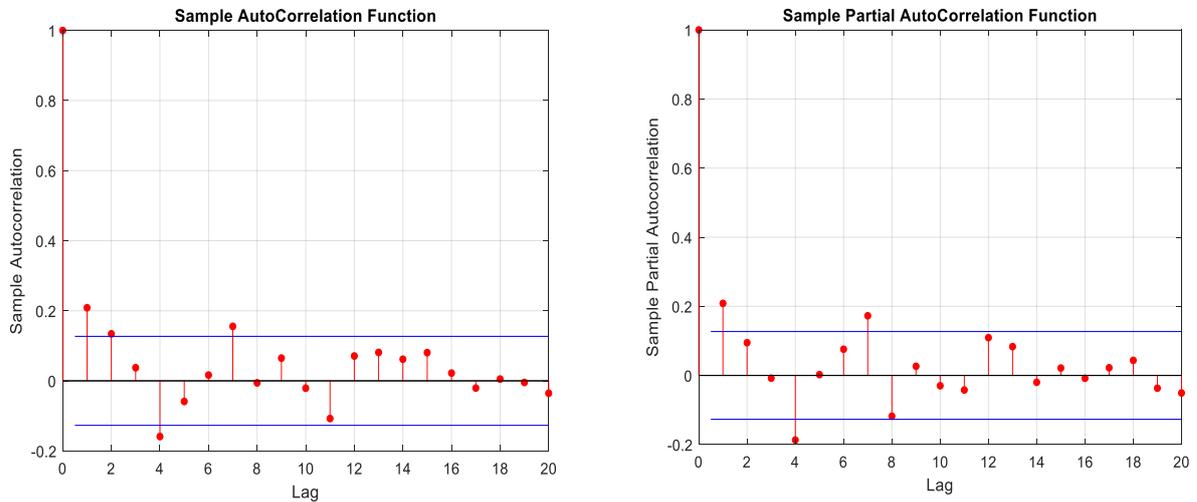


Figure 4 — Autocorrélogrammes de la série du rendement de l'indice MASI

Si une série est bruit blanc strict (i.e. il n'existe aucune autocorrélation significative), alors le sont également les séries déduites du carré celle-ci. Or nous remarquons clairement la présence d'une faible dépendance de ces variables entre elles, traduites par des autocorrélations non significatives durables pour la série des rendements au carré (Figure 5).

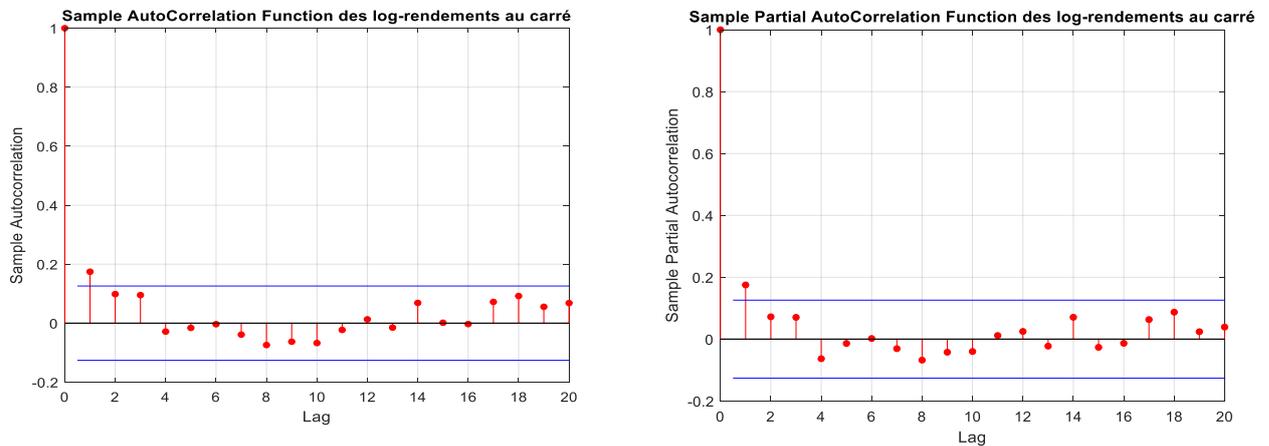


Figure 5 — Autocorrélogrammes de la série des carrés du rendement de l'indice MASI.

Globalement, l'hypothèse de bruit blanc est rejetée, et donc il faudra penser à d'autre type de modélisation. Ainsi, les modèles ARMA semblent incapables de modéliser cette série et prendre en considération le phénomène de l'hétéroscédasticité. A cet égard, Engle propose en 1982 les modèles ARCH (Auto Regressive Conditionally Heteroscedastic) qui seront généralisés en 1986 par GARCH (Generalized Auto Regressive Conditionally Heteroscedastic).

Dans cette section nous avons présenté quelques caractéristiques des séries de rendements. Parmi ces caractéristiques, on retrouve l'excès du coefficient d'aplatissement, le coefficient d'asymétrie (skewness) ainsi que l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation dans la série des rendements. Nous avons montré les techniques, soit visuelles ou statistiques, utilisées pour vérifier la présence de l'hétéroscédasticité.

d. Modélisation de la volatilité conditionnelle

La volatilité est un indicateur de mesure de la variabilité du rendement d'un titre financier. Elle est considérée comme un paramètre de quantification du risque lié à la fluctuation du prix d'un actif financier. Lorsque la volatilité est élevée le risque de perte est plus important.

Nous illustrons sur la figure 6 ci-dessous les volatilités conditionnelles des rendements du marché en utilisant le modèle GARCH (1,1).

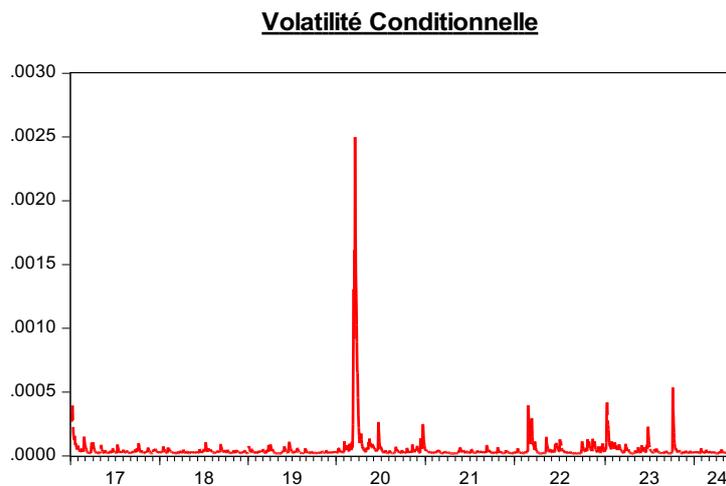


Figure 6 — Volatilité conditionnelle du rendement de l'indice MASI

A partir de la figure 6 qui présente l'évolution de la volatilité conditionnelle modélisée à l'aide d'un GARCH (1,1) on constate que la volatilité a enregistré une augmentation importante au milieu de la période étudiée dans notre article qui correspond à la période de confinement.

Cette tendance haussière de la variabilité des rendements de notre actif financier peut être constatée par une simple analyse visuelle sur la série des rendements présentée dans la figure 2.

Nous pouvons aussi confirmer cette forte fluctuation de la volatilité en analysant la figure 1 qui illustre la baisse de la valeur de l'indice boursier MASI sur la même sous-période de confinement.

Le fait que, la volatilité anticipée connaît une hausse persistante renforce d'avantage ou accentue les exigences et les sensibilités des agents quant aux rendements espérés de leurs investissements futurs.

6. Conclusion

La pandémie de Covid-19 a frappé une large partie du monde, et a fortement impacté l'économie mondiale, ainsi le premier semestre de l'année 2020 a été marqué par une crise sans précédent, aussi bien par sa nature que par l'ampleur de ses conséquences.

Les marchés boursiers internationaux ont connu une importante baisse de leurs cours, ainsi les grands indices boursiers tels que le CAC40, le DAX et le FTSE ont enregistré une chute historique et une fluctuation importante de leurs valeurs.

L'indice MASI s'est replié de 28,14% pendant la période du confinement, ce repli a néanmoins été suivi par une phase de reprise partielle après le confinement, cette reprise a été étayé par l'autorité européenne des marchés financiers, qui a décerné en juin 2020 une notation positive à la place boursière Marocaine, cette évaluation permettra aux entreprises européennes de conclure des transactions à la bourse de Casablanca.

Suite à l'annonce officielle de la crise sanitaire au Royaume et les mesures d'ordre drastiques qui ont été prises par les pouvoirs publics incitant un confinement obligatoire, le marché boursier Marocain a enregistré une baisse importante ramenant à une contreperformance qui a un impact néfaste sur la valorisation des portefeuilles de toutes les catégories d'investisseurs et détériore la liquidité du marché financier.

La volatilité est liée à ce facteur de liquidité. Sur un marché peu liquide, les cotations peuvent rester inchangées sur une certaine durée, du fait de l'absence de transactions. Dans ce cas, la faible volatilité ne doit pas être interprétée comme un risque de marché faible, mais comme un risque de liquidité élevé. Par ailleurs, sur un marché peu liquide, de fortes fluctuations des cours peuvent être nécessaires pour qu'une offre de transactions trouve contrepartie. Dans ce cas, la forte volatilité des cours est due à ce manque de liquidité, et non à une variation de la valeur fondamentale des actifs. En d'autres termes, le facteur liquidité peut être fondamental dans l'interprétation de la volatilité (Banque de France, 2003).

Nous avons observé empiriquement que de fortes fluctuations des rendements sont suivies de faibles variations et que de faibles variations sont suivies de fortes variations. Nous avons aussi constaté un regroupement des extrêmes en cluster ou paquets de volatilités. Ce type de phénomène remet en cause l'hypothèse d'homoscédasticité (constance de la volatilité). Ce regroupement des volatilités par paquets est dû essentiellement aux corrélations des séries financières. A cause de cette corrélation, un grand mouvement correspondant à une forte volatilité a des chances d'être suivi par un mouvement de même ampleur, de même pour un mouvement de faible amplitude (Engle, 1982). Plusieurs modèles ont été proposés pour modéliser et décrire le processus de la volatilité. Les plus connus sont les modèles GARCH qui font l'objet de notre recherche et qui introduisent les volatilités passées comme variables explicatives des volatilités au moment présent.

Dans notre étude, nous avons modélisé la volatilité du marché boursier marocain à travers son indice MASI pendant la crise covid-19. En recourant à un modèle GARCH (1,1), nous avons montré que les changements dans la volatilité de l'indice boursier marocain sont dus aux mesures de confinement et l'état d'urgence lancés par les autorités marocaines eu 2^{ème} trimestre de 2020, et ce après une quasi-stabilité de cette volatilité à la fin de l'année 2019 et aux premiers mois de 2020. Ces décisions fournissent de mauvaises nouvelles quant aux conditions de liquidité auxquelles font face les institutions financières et le marché boursier marocain ; ceci augmente la volatilité du marché financier suite à la forte incertitude de l'avenir des investissements. Cet effet est enregistré non seulement sur le marché marocain mais pour l'ensemble des marchés internationaux.

La décision du dé-confinement prise progressivement à partir du mois de juin de 2020 avait un impact positif sur le marché et l'indice boursier MASI a enregistré une reprise partielle de sa performance et le degré de variabilité de sa rentabilité mesurée par la volatilité conditionnelle a baissé par rapport à la période du confinement.

7. Bibliographie

- Amzile, K., Beraich, M., Amouri, I., & Malainine, C. (2022). Towards a digital enterprise: the impact of Artificial Intelligence on the hiring process. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 12(3), 18-26.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T., Christoffersen, P. F., & Diebold, F. X. (2006). Volatility and correlation forecasting. *Handbook of economic forecasting*, 1, 777-878.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T., Christoffersen, P., & Diebold, F. X. (2005). Volatility forecasting.
- Barndorff-Nielsen, O. E., Hansen, P. R., Lunde, A., & Shephard, N. (2008). Designing realized kernels to measure the ex post variation of equity prices in the presence of noise. *Econometrica*, 76(6), 1481-1536.
- Bauwens, L., & Giot, P. (2013). *Econometric modelling of stock market intraday activity* (Vol. 38). Springer Science & Business Media.
- Beraich, M., & El Main, S. E. (2022). Volatility Spillover Effects in the Moroccan Interbank Sector before and during the COVID-19 Crisis. *Risks*, 10(6), 125.

- Beraich, M., Amzile, K., Laamire, J., Zirari, O., & Fadali, M. A. (2022). Volatility spillover effects of the US, European and Chinese financial markets in the context of the Russia–Ukraine conflict. *International journal of financial studies*, 10(4), 95.
- Beraich, M., Fadali, M. A., & Bakir, Y. (2021). Impact of the covid-19 crisis on the moroccan stock market. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 2(1), 100-108.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Brownlees, C. T., Cipollini, F., & Gallo, G. M. (2011). Multiplicative error models. *Available at SSRN 1852285*.
- Chou, R. Y. (2005). Forecasting financial volatilities with extreme values: the conditional autoregressive range (CARR) model. *Journal of Money, Credit and Banking*, 561-582.
- Cipollini, F., & Gallo, G. M. (2010). Automated variable selection in vector multiplicative error models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 54(11), 2470-2486.
- Cipollini, F., Engle, R. F., & Gallo, G. M. (2013). Semiparametric vector MEM. *Journal of Applied Econometrics*, 28(7), 1067-1086.
- Colletaz G. (2002) "Condhet.src : Estimation de Modèles ARCH sous RATS", Document de Recherche LEO, -24.
- de Walque, D., Friedman, J., Gatti, R., & Mattoo, A. (2020). How two tests can help contain COVID-19 and revive the economy. *World Bank Research and Policy Briefs*, (147504).
- Engle, R. (2002). New frontiers for ARCH models. *Journal of applied econometrics*, 17(5), 425-446.
- Engle, R. F., & Gallo, G. M. (2006). A multiple indicators model for volatility using intra-daily data. *Journal of econometrics*, 131(1-2), 3-27.
- Engle, R. F., Gallo, G. M., & Velucchi, M. (2005). An MEM–based Investigation of Dominance and Interdependence across Markets. In *3rd World Conference on Computational Statistics and Data Analysis, Limassol, Cyprus*.
- Engle, R. F., Gallo, G. M., & Velucchi, M. (2012). Volatility spillovers in East Asian financial markets: a MEM-based approach. *Review of Economics and Statistics*, 94(1), 222-223.
- Shumway, R. M. et Stoffer, D. S. (2006), *Time Series Analysis and Its Applications, with R Examples*, 2ème édition, Springer : New York.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series*. John wiley & sons.