Mémoire longue et effet de levier dans la dynamique du marché financier marocain : Modèle ARFIMA (p, d,q)-EGARCH(p,q)

Mourad Maarouf
Professeur en Sciences Economiques
Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales
Université Caddi Ayyad, Marrakech. Maroc
maarouf_mourad@yahoo.fr

Résumé

Dans un environnement caractérisé par la prédominance de l'incertitude et des imperfections informationnelles, la prise en compte de la volatilité et du phénomène de la mémoire longue revêt une grande importance dans le processus de décision des investisseurs et des spéculateurs sur les marchés financiers. L'objectif consiste ainsi à mettre en évidence la non-linéarité qui gouverne la détermination du prix des actions en essayant de capturer les effets asymétriques des chocs sur la dynamique de l'incertitude, traduisant l'existence d'un effet de levier et la persistance des chocs, ce qui justifie l'inefficacité du marché financier. Pour répondre à cette problématique, nous adopterons un modèle économétrique ARFIMA-EGARCH permettant de déterminer les dynamiques non linéaires au niveau de la moyenne et de la variance conditionnelle du rendement boursier.
Mots clés : Non linéarité, effet de levier, mémoire longue, volatilité, marché financier marocain.

Abstract

In an environment characterized by the predominance of uncertainty and informational imperfections, taking into account volatility and the phenomenon of long memory is of great importance in the decision-making process of investors and speculators on the financial markets. The objective thus consists in making prevail the nonlinearity governing the determination of the price of the actions by trying to capture the asymmetrical effects of the shocks on the dynamics of the uncertainty translating the existence of a leverage effect, and the persistence of the shocks justifying the inefficiency of the financial market. In order to be able to answer this problem, we will adopt an econometric model ARFIMA-EGARCH making it possible to determine the nonlinear dynamics at the level of the mean and the conditional variance of the stock market return.
Key words: Nonlinearity, Leverage effect, long memory, Volatility, Moroccan financial market.

1. Introduction

Les marchés financiers sont caractérisés par une complexité intrinsèque qui va de pair avec la prédominance de l'incertitude et des imperfections informationnelles où les cours des actions sont influencés par des facteurs économiques, sociaux et politiques. Devant cette complexité, la compréhension et la modélisation de la dynamique des prix des actifs financiers revêtent une importance crucialedans la gestion des risques, l'évaluation des actifs, l'élaboration des stratégies financières et la planification des politiques. Parmi les principaux aspects de la dynamique des prix, la volatilité asymétrique et la propriété de la

mémoire longue se révèlent des faits stylisés très importants pour la théorie financière moderne et l'économétrie des séries temporelles. La reconnaissance de la présence de la persistance des chocs et de l'effet de levier à des implications importantes pour de nombreux paradigmes assurant le fonctionnement de l'économie financière moderne. Ainsi, l'existence d'un effet de levier dans la dynamique des rendement contredit systématiquement les prédictions théoriques du modèle d'évaluation des actifs soutenant l'existence d'une relation positive entre le rendement et la volatilité(Sharpe, 1964 ; Merton, 1973, 1980). En outre, la présence d'un comportement de mémoire longue contre balance la théorie de l'efficience du marché (Fama, 1970) qui stipule que le prix est doté de la capacité de synthétiser toute l'information disponible immédiatement. Au niveau de la finance empirique, l'économétrie classique se révèle incapable de prendre en compte ces deux caractéristiques dont l'ignorance agit dans le sens de mettre en doute la validité des estimations et l'inférence statistique, ce qui diminue la rigueur de l'interprétation économique et la prévision. L'intérêt de l'étude de la volatilité asymétrique puise son fondement de base dans le fait qu'il ne s'agit pas uniquement de quantifier la volatilité, mais de déterminer son profit en permettant une meilleure diversification et allocation des ressources à travers une bonne évaluation du potentiel des gains et des pertes pour les investisseurs. Ceci se fait par l'entremise de l'amélioration d'une stratégie de timing du marché permettant aux investisseurs une gestion active de leur portefeuille, en optimisant leurs positions d'achat et de vente en fonction de l'anticipation des périodes de baisses et de hausses des rendements. En outre, la compréhension de la fonction de réaction du marché aux chocs négatifs améliore le système de régulation par anticipation des institutions financières, ce qui renforce leur résilience financière face aux crises financières.

S'agissant de la mémoire longue, en contredisant l'hypothèse de l'efficience du marché, elle fournit aux différents intervenants sur le marché financier la capacité de faire des prévisions et construire des stratégies de spéculation, permettant l'exploitation des opportunités de profits excédentaires. Comprendre et modéliser la persistance des chocs devient alors un enjeu majeur, notamment lors de l'élaboration des politiques monétaires et financières. Ainsi, prendre connaissance de la présence de la mémoire longue permet aux autorités de régulation d'identifier les vulnérabilités systémiques et instaurer les politiques préventives nécessaires pour garantir la stabilité financière. Lorsque le rendement est caractérisé par la

présence d'un comportement de mémoire longue stationnaire, en cas de choc positif, le bon sens milite en faveur d'une intervention efficace pour augmenter la probabilité de rester dans ce régime, en maintenant la tendance occasionnée par le choc positif. Au contraire, en cas de choc négatif, les pouvoirs trouvent nécessaire d'intervenir pour diminuer le poids de l'impact ou pour favoriser la transition vers la tendance inverse, en modifiant les anticipations des agents économiques concernés via une stratégie de communication efficace.

Contrairement à ce qu'il est tentant de croire dans les modèles classiques d'évaluation des actifs, une large littérature empirique a fourni des preuves à l'appui de l'existence d'une relation négative et asymétrique entre le rendement actuel et la volatilité future. Il existe principalement trois approches que nous allons développer avec plus de détails dans les prochaines sections. La première se fonde sur l'effet de levier financier. La deuxième, l'effet de rétroaction de la volatilité, se fonde sur la prime de risque variable dans le temps. Enfin l'explication comportementale portant sur l'attention asymétrique comme étant médiateur de la propriété de l'asymétrie des chocs de rendement vers la volatilité.

De même pour le processus de mémoire longue, la littérature financière empirique a accordé une attention particulière en développant des méthodes économétriques pour montrer sa présence et mesurer son degré en relation avec le niveau d'efficience du marché financier et du niveau de développement de l'économie.

Notre objectif dans cette étude est double. D'un côté, nous fournissons un cadre théorique capable d'apporter les éléments explicatifs aux deux faits stylisés l'effet de levier déterminant le profil de la volatilité et le processus de mémoire longue dans le rendement. Il s'agit de la présentation des théories fondamentalistes et comportementales à mobiliser pour expliquer ces deux propriétés sans pour autant chercher à les expliciter individuellement au niveau empirique. D'un autre côté, notre ambition est d'élaborer un modèle économétrique capable de capturer l'ensemble des faits stylisés et le comportement non linéaire caractérisant la moyenne et la variance conditionnelles. Pour modéliser la mémoire longue, nous utilisons une modélisation ARFIMA (p,d,q) (Auto Regressive Fractionally Integred Moving Averge) pour prendre en compte en même temps les relations de court terme et les relations de long terme, et un modèle EGARCH (p,q) (Exponential Generalized Auto regressive Conditional) pour prouver l'existence d'une relation négative

et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Un tel résultat potentiel est synonyme de la présence d'un effet de levier ce qui justifie l'existence d'un effet de levier stipulant qu'un choc négatif sur le rendement à un impact plus important que celui d'un choc positif de même ampleur.

Dans un premier temps, nous allons nous concentrer sur la présentation des différentes théories à mobiliser pour expliquer d'une part la présence d'un comportement de mémoire longue dans la dynamique du rendement, et d'autre part, l'existence d'un effet de levier dans le comportement de la volatilité de ce rendement. Dans un deuxième temps, nous élaborons un modèle ARFIMA (p, d, q)-EGARCH (p, q) pour capturer les propriétés de la mémoire longue et l'effet de levier avec d'autres faits stylisés caractérisant le rendement et la volatilité. Dans un troisième temps, nous présentons les résultats de l'estimation et les interprétations pour finir par une conclusion.

2. Revue de littérature

Dans cette section nous proposons de présenter le cadre théorique capable d'expliquer le processus de mémoire longue et de l'effet de levier comme principaux déterminants de la dynamique du marché financier. Nous allons nous intéresser aux théories fondamentalistes et celles de la finance comportementale, en montrant que ces théories ne s'excluent pas, mais peuvent coexister simultanément et s'interagir pour expliquer ces deux faits stylisés.

2.1 Volatilité asymétrique

La relation entre le rendement et le risque sur le marché financier est considéré comme le fait stylisé qui a reçu le plus d'attention d'un point de vue théorique et empirique. Dans les modèles classiques d'évaluation des actifs, on assiste à un soutien de l'existence d'une relation positive entre le risque et le rendement attendu (Sharpe 1963, Merton 1973, 1980). Ainsi, la volatilité conditionnelle impacte positivement le rendement excédentaire attendu sur le portefeuille du marché. Cependant, des études empiriques (Glosten, Jagannathan and Runkle (1993), Bekaert et Wu, 2000 ; Bollerslev et al., 2007 ; Lien et Yang, 2008, Ang, A.et al. X. (2006). Fu, F. (2009) ont mis en évidence une relation négative et asymétrique entre les rendements et la volatilité. En particulier, une baisse du rendement (mauvaise nouvelle) provoque une augmentation de la volatilité plus importante en comparaison avec une hausse du rendement (bonne nouvelle) de même ampleur. Cette régularité empirique, souvent qualifiée comme une volatilité asymétrique ou effet de levier, a suscité un grand débat dans la théorie financière pour apporter des

explications théoriques convaincantes. Dans la littérature financière, on assiste à l'existence de deux approches pour expliquer le comportement asymétrique entre le rendement et le risque sur le marché financier. Une approche fondamentale mettant en avant l'effet de levier financier et l'effet de rétroaction de la volatilité, et une approche de la finance comportementale se basant principalement sur des biais cognitifs mettant en avant un ensemble d'anomalie (aversion aux pertes, effet de dotation, effet de disposition et attention).

2.1.1 Volatilité asymétrique

Avant d'apporter l'explication du fondement théorique de l'hypothèse de l'effet de levier1 présentée pour la première fois par Black (1976), il est de préambule de commencer par une définition de l'effet de levier. Dzielinski et al. (2018) avance deux types de d'effet de levier. Au niveau de l'entreprise, l'effet de levier est déterminé par la structure du capital, et représenté par le ratio reliant le montant de la dette au montant combiné de la dette de l'entreprise et ses fonds propres. Il s'agit d'un effet de levier idiosyncrasique. L'autre approche se base sur le risque systémique de la beta du marché s'interprétant comme l'effet de levier du rendement d'une action par rapport au rendement du marché. L'évolution des cours des actions permet un changement de l'effet de levier financier d'une manière passive, alors qu'une gestion dynamique de la structure du capital est nécessaire pour le faire varier activement.

L'hypothèse de l'effet de levier financier (Black 1076, Christie 1982a), comme explication de la relation négative et asymétrique entre le rendement boursier et la volatilité, stipule que toute baisse du rendement pour une entreprise entraine une diminution de la valeur de ses fonds propres par rapport à la valeur totale de l'entreprise. Comme les fonds propres constituent le support principal de l'intégralité du risque de l'entreprise, une telle situation révèle que tout investissement dans les actions d'une telle entreprise est synonyme d'une prise de risque élevé (Bekaert et Wu, 2000; Wang et Mykland, 2014). Le résultat immédiat est alors une hausse de la volatilité future qui va de pair avec une réduction des cours boursiers, ce qui renforce par la suite la baisse initiale. Toutefois, une augmentation du rendement associée à l'arrivée de bonnes nouvelles entraine une diminution du poids relatif de la dette par rapport aux fonds propres. Dans un environnement caractérisé par la

[1]Pour avoir plus de détails sur les origines économiques de l'effet de levier, voir Black (1976), Christie (1982), French et al. (1987), Campbell et Hentschel (1992), Bekaert et Wu (2000), Bollerslev et al. (2006).

prédominance des imperfections informationnelles, une telle situation envoie au marché un signal que le taux de garanties au niveau de cette entreprise est élevé, ce qui réduit potentiellement le poids du phénomène de la sélection adverse, et par suite le risque de cette entreprise (diminution de la volatilité). En conséquence, l'augmentation de la volatilité initiée par l'augmentation du rendement se trouve compensée par la réduction du risque lié à la valorisation de l'entreprise. Il en résulte ainsi un faible impact par rapport à celui occasionné par une baisse du rendement boursier, ce qui confirme l'existence d'une relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Black(1976) soutient en plus que la relation négative entre le rendement et la volatilité peut continuer à se prévaloir même si la firme fonctionne en plein désarmement de dette. Ceci s'explique par l'existence d'un effet de levier opérationnel stipulant qu'en raison des coûts fixes, les revenus, en cas de baisse, ont tendance à diminuer avec un rythme moins élevé que la baisse des dépenses. Il en découle que la valeur du marché des fonds propres diminue et sa volatilité augmente.

Ericsson, Huang et Mazzotta (2016) ont construit un modèle dynamique permettant d'une part, d'endogéneiser l'effet de levier financier et la volatilité des actions de l'entreprise, et d'autre part de capturer l'effet de levier cumulatif. Les auteurs se démarquent ainsi de la littérature sur l'effet de levier par l'intégration des effets cumulatifs des changements de la structure financière dans la détermination de la dynamique de la volatilité. Les résultats de leur modèle montrent l'effet de levier financier se révèle avoir un pouvoir explicatif important de la volatilité des actions, et que son effet s'accumule au fil du temps.

Certes, l'hypothèse de l'effet de levier financier a occupé une place importante dans la théorie financière moderne, mais un ensemble de limites d'ordre théorique et méthodologiques se sont adressées à cette approche, ce qui a réduit son degré de rigueur et sa portée pour expliquer le comportement asymétrique de la volatilité.

Aydemir et al. (2006), Daouk et Ng(2011) et S. Fosu et al. (2016), en étudiant la corrélation négative entre le rendement et la volatilité au niveau de l'entreprise et au niveau du portefeuille du marché, ont montré que l'impact de l'effet de levier financier dans l'explication de la volatilité asymétrique est différent entre les deux situations. Le substrat de base de ces travaux consiste à adopter une approche sans effet de levier (désendettement)[2]

[2] Pour prendre en compte l'effet de levier financier, Daoud et Ng(2011) ont adopté une méthodologie à trois étapes.

pour arriver à un résultat stipulant que même avec le retrait de l'effet de levier, la volatilité des indices reste fortement asymétrique. En effet, avant la suppression de l'effet de levier des rendements quotidiens de chaque action et du rendement et de la volatilité du marché, les auteurs ont abouti au résultat que le comportement asymétrique de la volatilité au niveau de l'indice du marché est plus important par rapport à l'asymétrie au niveau de l'entreprise. En outre, après le retrait de l'effet de levier, il a été constaté que la réponse asymétrique de la volatilité à l'arrivée de nouvelles (bonnes ou mauvaises) au niveau du Marché demeure très importante, alors qu'au niveau de l'entreprise, cette réponse se trouve réduite à un niveau insignifiant. Il en découle ainsi que la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité est importante pour qu'elle soit expliquée uniquement par l'effet de levier. En plus, les auteurs ont conclu que si l'effet de levier a un pouvoir explicatif de la volatilité asymétrique au niveau de l'entreprise, il se révèle incapable de l'expliquer au niveau du portefeuille du marché. Dans le même ordre d'idées, Aydemir et al. (2006), dans le cadre d'un modèle avec agent représentatif qui a une fonction de préférence de type Campbell et Cochrane(1999), arrivent aux mêmes conclusions de Daouk et Ng (2011) en constatant que l'effet de levier financier à un impact substantiel sur la volatilité asymétrique au niveau de l'entreprise, et non au niveau du marché3.

Figlewski et Wang (2000) utilisent à la fois les rendements et l'effet de levier directement évalué pour expliquer l'impact de l'effet de levier financier au niveau des entreprises individuelles et du marché. Ils ont fourni des preuves solides en faveur d'une forte asymétrie de l'impact du rendement sur la volatilité. En cas de tendance baissière du cours des actions, l'impact sur la volatilité est très fort, alors que l'effet d'une tendance baissière est très faible, voire inexistante.

Par ailleurs, les auteurs ont avancé certaines anomalies concernant la présentation du levier financier comme déterminant principal de l'effet de levier (relation négative et asymétrique

- Comparer la volatilité asymétrique pour les entreprises ayant des niveaux différents de dette.
- Adopter l'approche de Merton(1974) et mis en œuvre par KMV.
- Supprimer l'effet de levier par l'utilisation de la formule de Schwert(1989).

[3]Les auteurs modélisent explicitement l'effet de levier et détermine la volatilité d'une manière endogène comme la prime du risquetout en permettant leur variabilité dans le temps. Au niveau du marché, l'effet de levier est tributaire du risque global, et en contrôlant la prime du risque global, l'effet de levier n'a pas d'effet sur la volatilité. Au niveau de l'entreprise, l'effet de levier est influencé par le risque idiosyncratique qui a un effet sur la valeur des fonds propres et non sur la dette de l'entreprise. En conséquence, l'évolution de l'effet de levier financier est indépendante du risque du marché global

entre le rendement et la volatilité). Ils soutiennent que l'endettement d'une entreprise a tendance de rester généralement proche d'un certain niveau au lieu de changer constamment. Lorsqu'on a une co-évolution simultanée du cours de l'action et son levier financier, il devrait y avoir un changement permanent de la volatilité. Toutefois, les résultats des études Figlewski et Wang (2000) montrent que les changements de la volatilité ne sont pas permanents, mais se dissipent rapidement. Ils avancent qu'il serait ainsi approprié de parler d'un effet de marché baissier au lieu d'un effet de levier.

Hasanhodzic et Lo (2011 ; 2019) entre autres considèrent des entreprises entièrement financées par des fonds propres pour éviter complètement le levier financier. Ils constatent que l'hypothèse de l'effet de levier de Black est confirmée pour ces entreprises dont la structure financière est dépourvue de tout financement par endettement. En outre, ils constatent que le levier opérationnel n'a pas de pouvoir explicatif de la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Ainsi, pour les entreprises totalement financées par des fonds propres (sans effet de levier financier), cette relation semble être très importante pour les entreprises ayant un faible levier opérationnel par rapport à celle ayant un levier opérationnel élevé. Hasanhodzic et Lo (2019), dans leur étude empirique ont montré un fait intéressant que les entreprises entièrement financées par des fonds propres du quintile le plus bas de levier financier sont caractérisées par une asymétrie de volatilité supérieure à celle des entreprises financées en totalité par endettement. La conclusion sous-jacente de cette littérature est que la relation asymétrique entre le rendement et la volatilité est trop importante pour etre expliquée uniquement par l'effet de levier financier.

L'hypothèse de l'effet de levier financier a suscité un débat théorique et empirique sans pour autant assurer un consensus unanime concernant la possibilité ou l'ampleur de son pouvoir explicatif de la relation négative et asymétrique entre le rendement et le risque au niveau du marché ou de l'entreprise. Les résultats des études empiriques sont non concluants et mitigés, attestant qu'il y a d'autres déterminants de l'apparition du phénomène de l'effet de levier dans la dynamique des marchés financiers.

2.1.2. Effet de rétroaction (volatility feedback effect)

Il est communément admis dans la théorie financière que la relation inverse et asymétrique entre le risque et le rendement puise son fondement de base dans une deuxième explication mettant en avant la prime de risque variant dans le temps(Bekaert et Wu (2000) ;

Campbell.J.Y et Hentschel.L (1992) ;Li et al. (2005) ; Bollerslev et al. (2006) entre autres). Il s'agit d'une théorie nommée théorie de la rétroaction de la volatilité (volatility feedback theory) dont la différence empirique fondamentale avec l'hypothèse de l'effet de levier réside dans le sens de la causalité. Si l'effet de levier s'intéresse à expliquer comment le rendement détermine la volatilité ultérieure, l'hypothèse de la rétroactivité se concentre sur la justification du comment une augmentation de la volatilité peut influencer négativement les rendements. Cette théorie soutient que la réaction asymétrique de la volatilité aux changements des rendements traduit l'existence d'une prime de risque variant dans le temps comme lien entre les deux.

L'explication de cette théorie repose sur trois conditions. Elle suppose que la dynamique de la volatilité est caractérisée par une persistance[4] stipulant que tout choc sur la volatilité reste actif pendant longtemps avant de se dissiper complétement. Elle suppose en plus que le modèle CAPM conditionnel et multi périodique est applicable. L'évaluation des actifs dans ce modèle se réfère à la prime du risque et au montant du risque non diversifiable[5]. Enfin il est supposé qu'il existe une relation inter temporelle positive entre le rendement attendu et la variance conditionnelle. Campbell et Hentschel (1992) montrent que si la volatilité augmente, les rendements futurs attendus des actions augmentent aussi, ce qui agit dans le sens de faire baisser les prix actuels pour s'ajuster aux changements des anticipations formulées par les investisseurs. Dès lors, une hausse de volatilité impacte négativement les rendements, et on assiste à une amplification du changement de la volatilité. Si le marché connait un choc positif, la volatilité anticipée augmente engendrant une baisse du prix qui compense le choc positif initial. Il en résulte que la volatilité augmente, mais faiblement par rapport à l'augmentation occasionnée par un choc négatif.

Bien que la grande partie de la littérature traite les deux explications théoriques comme deux alternatives pour expliquer la relation négative asymétrique entre la moyenne et la variance conditionnelles, il est à noter que ces deux approches peuvent s'interagir pour renforcer la

[4] Le phénomène de persistance (mémoire longue) au niveau de la volatilité contrebalance l'hypothèse de l'efficience du marché de Fama(), et peut être déterminé par le recours aux modèles GARCH fractionnellement intégrés(FIGARCH ; FIEGARCH ; FIAPARCH)

[5] La prime du risque est un facteur déterminé par les préférences des investisseurs et il est positif pour tous les actifs, alors que le risque non diversifiable est lié aux caractéristiques stochastiques de l'actif et, en particulier, à son montant de risque de marché représenté par la covariance du rendement de l'actif avec le rendement du portefeuille de marché.

capacité d'expliquer certaines irrégularités entachant le marché financier, et qui risquent de faire converger les marchés financiers vers une instabilité à travers la volatilité excessive et la mémoire longue dans la dynamique de la volatilité. Bekaert et Wu (2000) ; Daouk et Ng(2011) et Aydemir et al. (2006) avancent que même si la causalité est inverse, les deux effets de levier et de rétroaction de la volatilité peuvent coexister et se compléter mutuellement pour expliquer la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité.

Bekaert et Wu (2000) ont montré que l'effet de levier financier est testé au niveau de l'entreprise, alors que l'effet de rétroaction de la volatilité est testé au niveau du marché.

Bien que la causalité soit inversée, Pour prendre en compte l'interaction entre le risque idiosyncratique au niveau de l'entreprise et le risque systémique du marché, comme élément déclencheur de la volatilité, ils ont mis en évidence l'asymétrie des covariances comme base pour expliquer l'asymétrie de la volatilité.

L'idée consiste à prendre en considération d'une manière simultanée, l'effet de levier et l'effet de rétroaction de la volatilité, et la possibilité de leur interaction dans le processus d'apparition de l'asymétrie au niveau du marché et de l'entreprise.

Considérons l'arrivée un choc négatif au niveau du marché qui, s'interprétant comme un mauvais signal aura deux effets. Primo, le choc affectant le marché provoque une augmentation de la volatilité actuelle sur le marché, ce qui provoquera une augmentation de la covariance entre les rendements des actions et les rendements du marché. Dans un environnement caractérisé par des imperfections informationnelles, et en ayant à l'esprit la persistance de la volatilité et de la covariance, les investisseurs réagissent en révisant à la hausse la covariance conditionnelle future. Il en découle ainsi la nécessité d'une augmentation du rendement attendu, ce qui va de pair avec une baisse de la valeur actuelle du marché et des prix. Le processus de la baisse du prix continuera jusqu'à ce que le rendement attendu s'ajuste avec les attentes et les préférences des investisseurs. Dès lors, une diminution du rendement entraine l'anticipation d'une augmentation de la volatilité conditionnelle, ce qui provoquera à nouveau une baisse du prix conformément aux prédictions de l'effet de rétroaction de la volatilité. Secondo, la diminution du prix au niveau du marché provoque l'activation d'un effet de levier financier, puisque la valeur marchande des capitaux propres se dégrade par rapport à la valeur de la dette, ce qui pousse le rendement

attendu à la hausse. Le résultat immédiat de cette situation est l'augmentation de la covariance entre le rendement des actifs et le rendement du marché, amplifiant ainsi la baisse des prix et permettant une volatilité supplémentaire sur le marché. Ce cadre permet de constater que l'effet de levier renforce l'effet de rétroaction de la volatilité et que ces deux effets s'interagissent simultanément et mutuellement souvent l'un avec l'autre.

Considérons maintenant une augmentation du rendement du marché qui engendre deux effets. Premièrement, ce choc positif favorise l'augmentation de la volatilité du marché pour la période actuelle ce qui modifie la fonction de préférence des investisseurs qui réviseront à la hausse l'estimation de la covariance future. L'augmentation de la prime du risque, comme rémunération incitative à la prise de risque, suite à l'augmentation de la volatilité pousse le prix et le rendement du marché vers la baisse, compensant l'augmentation initiale du rendement.

Deuxièment, l'augmentation du rendement (choc positif) assure la valorisation marchande des fonds propres par rapport au montant de la dette, ce qui diminue l'effet de levier. Une telle situation, signalant un taux de garantie élevé pour le marché qui est signe de l'existence d'un fort potentiel de situation, occasionne une baisse de la volatilité conditionnelle au niveau du marché, favorisant ainsi la diminution de la prime du risque exigée par les investisseurs pour continuer à acheter ou détenir les actions.

Comme a été développé dans Bekaert et Wu(2000), Ang et al. (2006) et Daouk et Ng(2011), l'étude de la dynamique de l'impact d'un choc initial est fondamentalement la même qu'au niveau du marché ou de l'entreprise avec certaines différences concernant l'effet de rétroaction de la volatilité. L'existence de cet effet est conditionnée par une augmentation de la covariance entre les titres financiers et le rendement du marché comme réaction aux chocs du marché. L'activation ainsi que l'interaction entre l'effet de levier et l'effet de rétraction dépendent de la nature du risque prévalu et de son ampleur (Bekaert et Wu(2000)). Si le choc est purement idiosyncratique, l'asymétrie s'explique principalement par l'effet de levier, puisque la covariance et la prime du risque attendu ne changent pas. Si maintenant le risque systémique de l'entreprise connait une hausse, la covariance des actions de cette entreprise est censée connaitre aussi une augmentation suite au choc du marché. Il en résulte une augmentation de la prime du risque favorisant ainsi l'effet de la rétroaction de la volatilité qui sera renforcé par l'activation de l'effet de levier.

D'après la littérature, se basant sur les facteurs fondamentaux dont les principales explications sont l'effet de levier et l'effet de rétroaction de la volatilité, on assiste à une absence de consensus pour expliquer la relation entre le rendement et la volatilité[6].

Devant l'absence d'un tel consensus sur l'explication de cette relation, l'explication comportementale se basant principalement sur la théorie de l'inattention rationnelle (attention optimale) en conjonction avec la théorie des perspectives est susceptible de fournir un fondement solide pour l'explication de la relation négative asymétrique entre le rendement et la volatilité.

La prise en compte de la théorie de l'attention dans l'analyse de la relation risque et rendement est capable de permettre de dépasser le déficit des explications se fondant principalement sur des variables fondamentales. Ainsi l'intégration de l'attention limitée et/ou de l'inattention rationnelle est de répondre à l'absence de consensus théorique et empirique entachant le signe de la relation (positive, négative) entre la moyenne conditionnelle et la variance conditionnelle d'une part. D'autre part, la théorie de l'attention est capable de renforcer le pouvoir explicatif des approches en termes de l'effet de levier financier et de la rétroaction de la volatilité qui ont ignoré complètements les irrégularités comportementales liées aux différents biais cognitifs.

2.1.3. Explication comportementale : attention asymétrique

Selon la théorie financière traditionnelle d'évaluation des actifs, toute l'information qui circule sur le marché est instantanément incorporée et synthétisée dans le prix (Fama 1970). Ainsi, les investisseurs sont supposés être dotés de capacités cognitives illimitées, et sont à tous moments pleinement actifs pour la prise en compte de l'information dans le processus de décision. Cependant, un corpus théorique et empirique (Barber et Odean, 2008 Shefrin, 2002, Kahneman et Tversky (1979) sur la finance comportementale s'est développé en mettant en avant des facteurs psychologiques pour améliorer la compréhension de l'évaluation des actifs, et expliquer un ensemble d'anomalies caractérisant les comportements des investisseurs sur le marché financier.

[6]Plusieurs explications sont avancées pour expliquer l'absence du consensus concernant la relation rendement-volatilité. Insuffisance de la taille de l'échantillon pourLundblad (2007). Difficultés et différence de mesure utilisées pour quantifier la volatilité de la volatilité pour Ghysels et al. (2005).

Récemment, la finance comportementale offre une explication intéressante de la relation asymétrique entre le rendement et la volatilité, en expliquant le comportement de la dynamique des prix par la mobilisation des biais cognitifs. Il s'agit d'une remise en question de la vision traditionnelle des attentes rationnelles et de l'hypothèse de l'efficience du marché.

Nous allons nous intéresser principalement à l'attention asymétrique pour expliquer l'asymétrie de la volatilité sur les marchés financiers.

Dans la littérature sur la finance comportementale, une hypothèse communément admise est que les investisseurs ont une attention limitée supposée comme une ressource cognitive rare(Andrei et Hasler, 2015, Hirshleifer et Teoh, 2003, Kacperczyk et al., 2016, Peng et Xiong, 2006).

Les évènements qui réussissent à attirer l'attention de l'investisseur sur le marché agissent dans le sens d'augmenter leur attention sur leur portefeuille, ce qui améliore l'activité boursière et impacte le cours des actions. Mais ce qui importe pour nous, c'est d'explique le sens d'impact allant du rendement vers l'attention pour se retrouver enfin au niveau de la volatilité. En d'autres termes, l'attention joue le rôle d'un porteur d'information ou médiateur entre le rendement et la volatilité.

Dans un cadre théorique, Andrei et Hasler (2015) montrent, que la volatilité du rendement augmente de façon quadratique avec l'attention et l'incertitude, et que les primes de risque sont déterminées par l'attention et l'incertitude. Ils construisent un modèle d'équilibre général dynamique dans lequel un investisseur rationnel opérant dans un environnement avec information incomplète. Le modèle permet à l'investisseur l'opportunité d'un apprentissage active sur la prévision des rendements en observant un ensemble de signaux sur les fondamentaux. En contrôlant la précision du signal agrégé que Andrei et Hasler (2019) appellent le coefficient prédictif [7], l'investisseur estime la quantité optimale d'attention d'une manière endogène, ce qui augmente sa capacité de contrôler l'ampleur du bruit dans les signaux.

[7] Selon Xia(2001), l'investisseur utilise toutes les données historiques disponibles et collecte d'autres en supportant un coût pour estimer un coefficient prédictif. Il permet de déterminer la quantité optimale d'attention aux nouvelles. Pour plus de détails, voir Andrei et Hasler (2019).

il s'agit de s'inscrire dans le cadre d'une théorie de l'inattention rationnelle (Kacperczyk et al., (2016), Peng et Xiong, 2006,Sims(2003) , jakubsteiner et al .(2017) et abel et al .(2013), Gabaix, X. (2019)), qui stipule que les investisseurs, conscients de leur attention limitée, se trouvent contraints de procéder à une répartition efficace de leur attention dans le processus d'évaluation des actifs(Barber et Odean (2008) et Da, Engelberg et Gao (2012)). L'investisseur attribue des poids stochastiques aux différents signaux dont la taille du ce poids reste tributaire à la capacité relative d'apporter des informations fiables au niveau de chaque signal.

Si l'investisseur accorde une attention élevée à l'actualité, les signaux deviennent plus informatifs, et l'information est instantanément et immédiatement incorporée dans le cours de l'action, ce qui induit une augmentation de la volatilité des rendements. Au contraire, si cet investisseur est moins attentif vis-à-vis de l'état actuel de l'économie, il y aura un apprentissage lent, dans la mesure où l'information n'est intégrée que progressivement dans le système du prix. Par conséquent, une faible attention induit une faible volatilité.

L'attention est déterminée par l'actualité, et elle est liée à l'aversion au risque variable dans le temps. En période de baisse du marché, il y aura une augmentation de l'inquiétude des investisseurs concernant leurs investissements, et réagiront alors en augmentant leur attention pour avoir plus d'informations sur les fondamentaux. En période de tendance haussière du marché, les investisseurs, en interprétant cette tendance comme un signal d'une faible probabilité d'un retournement de tendance futur, ils manifestent une faible attention sur les fondamentaux. Ainsi, dans le cadre d'un processus d'apprentissage bayésien endogène, la volatilité est élevée lorsque le rapport signal/bruit sur les fondamentaux est élevé. En conséquence, l'attention des investisseurs alimente la volatilité des rendements sur le marché financier par l'exercice d'un effet médiateur véhiculant l'information de la dynamique des prix à celle de la volatilité (Dzieliński et al. (2017), Andrei et Hasler(2019), Chen et al(2020), Kohlhas et Walther(2021), Ballinari et al(2022)).

Intéressons-nous maintenant à expliquer le caractère asymétrique de l'attention et comment une attention asymétrique est susceptible de générer une asymétrie dans la réponse de la volatilité aux chocs du marché de signes opposés.

Une littérature s'est développée pour montrer le caractère asymétrique de l'attention des investisseurs dans l'objectif d'apporter un cadre logique comportemental pour la relation

rendement-volatilité. Kaustia et Knupfer (2012), dans un modèle d'interactions sociales, où l'influence des pairs est déterminant du comportement d'entrée ou de participation au marché, communique d'une manière sélective et s'abstiennent à partager les mauvaises nouvelles avec les pairs. Cependant, ce comportement ne va pas à l'encontre de prêter plus d'attention aux mauvaises nouvelles. Dans le même ordre d'idées, Engelberg et Parsons (2016) démontrent que la décision des investisseurs est lourdement influencée par la tendance baissière du marché, au point que les admissions à l'hôpital coïncident avec le jour où le marché connait des baisses. Yuan (2015) soutient également qu'un rendement décroissant ou négatif, interprété comme un mauvais signal, agit dans le sens d'augmenter l'attention des investisseurs.

Da et al. (2011a), Baber et Odean(2008) et Cziraki et al.(2020) se fondent sur l'argument selon lequel les investisseurs individuels sont susceptibles d'acheter, plutôt de vendre des actions qui attirent leur attention. L'argument initié par Baber et Odean (2008) et développé par les autres auteurs, stipule que lorsque les investisseurs individuels veulent acheter, ils sont principalement préoccupés par les rendements futurs des actifs financiers, et se trouvent contraints d'accorder plus d'attention à repartir entre plusieurs actions sur le marché. Au contraire, lorsqu'ils liquident leurs positions (vendre), les investisseurs se basent principalement sur les rendements passés, et leur attention sera faible puisqu'ils se concentrent particulièrement sur les quelques actions constituant leur portefeuille.

Cette littérature se fonde sur le caractère contracyclique de l'attention, ce qui laisse présager que l'attention est élevée en période de turbulence financière par rapport aux périodes calmes.

En contraste avec la littérature stipulant une relation inverse entre l'attention et le rendement, un autre courant soutient la prévalence de certains biais cognitifs contredisant cette tendance. Karlsson et al. (2009), en construisant un modèle combinant l'acquisition de l'information et l'utilité hédonique de l'information, constatent que les investisseurs manifestent une attention importante (recherche rapidement des informations définitives) en cas de bonnes nouvelles et évitent les informations, non seulement à des fins de prise de décision instrumentale, mais également pour des raisons psychologiques, en cas de mauvaises nouvelles. Il s'agit d'un effet d'autruche stipulant que les investisseurs ont tendance à se connecter à leur compte lorsque les rendements passés laissent penser que l'attention est

susceptible de révéler de bonnes nouvelles plutôt que de mauvaises nouvelles. Dans le même ordre d'idées, et contrairement à Karlsson et al. (2009), Sicherman et al. (2013) dans un modèle avec une relation non linéaire entre les rendements et l'attention, trouvent des résultats en faveur de l'existence d'un effet d'autruche et d'une attention sélective aux informations de portefeuille personnel. Gherzi et al. (2014) soutiennent que les individus semblent prêter plus d'attention, et non moins, en réponses aux récents rendements négatifs ainsi qu'aux rendements positifs. En d'autres termes, l'activité de connexion augmente en fonction de l'ampleur des rendements négatifs et positifs : effet suricate (MeerkatEffect).

Dans le cadre de la littérature présentée ci-dessus, le caractère asymétrique de l'attention est expliqué principalement sur la base des interprétations intuitives sans pour autant se baser sur un fondement théorique. Le bon sens plaide en faveur de l'adoption de la théorie de l'attention en interactions avec certaines anomalies du marché en mettant en avant l'apport de la théorie des perspectives et ses prolongements (Kahneman et Tversky (1979) ; Low (2004) et Hibbert et al. (2008),Barberis, et Thaler (2003). Selon cette théorie, au lieu de se fonder sur un niveau de richesse donné pour évaluer les actifs, les investisseurs se basent sur leur perception des gains et des pertes par rapport à un point de référence. Ces investisseurs manifestent une forte sensibilité aux pertes qu'aux gains de même ampleur.

Comme a été démontré auparavant, une corrélation positive entre l'attention et la volatilité est communément admise dans la littérature. Le modèle de l'attention asymétrique se présente comme explication de la volatilité asymétrique. En se basant sur le modèle théorique de Andrei et Hasler (2015), Dimpfl et Jank (2016), en faisant prévaloir un apprentissage dynamique du prix, fournissent un soutien empirique que l'attention des investisseurs particuliers peut prévoir la volatilité du marché. Dans ce processus d'apprentissage, l'attention joue le rôle d'un canal de transmission de l'information au prix du marché, et par suite, il est raisonnable de considérer que la réaction de l'attention aux bonnes et mauvaises nouvelles détermine la volatilité symétrique. Dzieliński et al. (2018) utilisent la couverture des analystes et la dispersion des prévisions des analystes pour approximer respectivement le niveau d'attention général accordé à une action et le désaccord d'opinion. Les auteurs soutiennent l'existence d'une corrélation positive entre l'attention asymétrique et la volatilité asymétrique, notamment pour les actions à faible propriété institutionnelle et en périodes difficiles. En plus, l'hétérogénéité des investisseurs

particuliers en termes d'opinion se révèle un déterminant important de la volatilité asymétrique. Chen et al. (2020) construisent un modèle puisant son fondement de base dans le cadre théorique de Andrei et Hasler (2015), et de la théorie des perspectives(Kahneman et Tversky (1979). Partant de l'intuition que les mauvaises nouvelles induisent une forte volatilité par l'entremise d'une attention asymétrique, ils construisent une approximation de l'attention asymétrique avec des messages publiés sur un forum de discussion en ligne à une fréquence quotidienne. Les auteurs soutiennent que l'attention asymétrique est un déterminant important de la volatilité asymétrique à travers une corrélation positive entre les deux. Ils fournissent également un soutien en faveur d'un effet de médiation de l'attention asymétrique sur les informations négatives (volume des ventes) en montrant l'importance de l'impact d'un volume de vente sur l'attention asymétrique. Ce test de médiation permet de constater que les flux d'informations latentes négatives et positives impactent la volatilité par l'intermédiaire de l'attention asymétrique avec une transmission assez importante des informations négatives. Ce résultat montre alors que la théorie de l'attention asymétriquene se présente pas comme alternative aux explications par l'effet de levier financier et la rétroaction de la volatilité pour explique la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Elle offre au contraire une compréhension comportementale des décisions des investisseurs depuis l'arrivée des informations, leurs interprétations et la production de l'information via l'anticipation des tendances du marché. De l'autre côté, l'effet de levier et la prime du risque peuvent intervenir comme déterminant dans la relation entre l'attention asymétrique et la volatilité asymétrique. Contrairement à Dzielinski et al. (2018), Chen et al. (2020) constatent que la relation entre l'attention asymétrique et l'asymétrie de la volatilité est influencée par l'effet de levier du marché et non de l'effet de levier financier.

Il en résulte alors que les trois approches présentées sont à appeler en interaction entre elles, et non comme des alternatives qui s'excluent pour expliquer la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité.

2.2. Processus de mémoire longue

Dans un environnement caractérisé par la prédominance de l'incertitude et des imperfections informationnelles, la compréhension et la modélisation de la dynamique des marchés financiers est d'une importance primordiale pour l'allocation des ressources, la gestion et la

couverture contre les risques et l'évaluation des actifs. Un des aspects de cette dynamique, le processus de mémoire longue a suscité un intérêt grandissant dans la théorie et l'économétrie financière moderne. Dans la littérature, il existe diverses définitions de la persistance (mémoire longue), mais ce concept dans le domaine économique s'accorde avec la notion d'inertie en science physique. Selon Fuhrer (2010), l'inertie se définit comme la résistance d'un corps à changer de vitesse à moins qu'une force extérieure intervienne pour changer sa direction et/ou sa vitesse. Pour le marché financier, on stipule qu'on a présence d'une mémoire longue dans une série financière lorsque tout choc (positif ou négatif) restera sur le marché longtemps avant de disparaitre complètement. Se pose alors la nécessité de donner une explication économique dans un cadre mettant en avant l'étude du comportement d'un investisseur doté d'un postulat de rationalité limité et se trouvant devant un flux d'informations. Contrairement à la théorie traditionnelle se basant les hypothèses d'un agent représentatif et des anticipations rationnelles (Muth (1961), Lucas(1972)), dans un monde caractérisé par la règne de l'incertitude et de l'imperfection informationnelle, l'hétérogénéité des intervenants sur le marché financier semble apporter une explication à la présence du mémoire longue dans la dynamique du rendement boursier (Barberis et Thaler (2003) ; Di Matteo et Dacorogna (2005) ; Beber et al. (2010)). Par ailleurs, la reconnaissance d'un comportement de mémoire longue change profondément le paradigme se basant principalement sur l'hypothèse de l'efficience du marché au sens de Fama (1970)[8].

L'hétérogénéité des investisseurs sur le marché financier peut avoir plusieurs sources. (Barberis et Thaler (2003). Les investisseurs sont caractérisés par une différence au niveau de la taille (ressources financières engagées), la quantité et le type d'informations, la stratégie financière et les croyances subjectives[9] qui découlent de la manière avec laquelle chaque investisseur interprète l'information dans ce cadre, toute arrivée de nouvelles informations ne peut pas être connue en même temps par tous les intervenants sur le marché. Il y aura un différé de temps au niveau de la prise en compte de ces informations dans la

[8]Selon Fama, un marché est qualifié comme efficient lorsque toutes les informations qui circulent dans ce marché se trouvent instantanément et immédiatement intégrées dans le système prix. Une large littérature empirique s'est concentrée sur la recherche du mémoire longue dans les marchés financiers. Voir par exemple Lo(1991) ; Zebende et al. (2022)

[9] L'hétérogénéité des croyances puisent leur fondement de base dans l'apprentissage hétérogène portant sur certains variables fondamentaux inobservables et incertaines, comme le taux de croissance des dividendes. Pour plus de détails, voir Nguyen et Pham(2020)

décision de ces intervenants. Le résultat est que ces informations vont continuer à impacter le prix des actifs au fur et mesure de leur intégration dans la prise de décision des acteurs du marché, et par suite auront tendance à se dissiper lentement. Ceci contredit complétement la théorie de l'efficience du marché au sens de Fama.

Di Matteo et Dacorogna (2005) a suggéré l'existence d'une relation entre l'hétérogénéité des intervenants sur le marché, le processus de mémoire longue et le degré de maturité de l'économie. Ainsi, selon ces auteurs, plus un marché est développé et efficient, plus le degré d'hétérogénéité entre les investisseurs est faible et plus l'effet de la mémoire longue est petit. Dans le même ordre d'idées, Hull et McGroarty (2013), ont proposé deux proxy pour le développement des marchés financiers qui sont le temps en prenant une période d'étude longue, et une classification des marchés émergent en groupe développé et groupe secondaire non développé sur la base d'un ensemble d'indicateurs. En examinant les mesures statistiques de mémoire longue pour chaque groupe, ils ont conclu qu'en passant d'un marché sous développé à un marché développé, le niveau d'efficience augmente et l'impact de la mémoire longue devient réduit.

Le deuxième type d'explication économique de la persistance des chocs dans le marché financier puise son fondement de base dans les acquis du développement de la finance comportementale. Dans cette perspective, nous allons nous intéresser à la théorie de l'attention, particulièrement l'inattention rationnelle (Kacperczyk et al.(2016), Peng et Xiong, 2006,Sims(2003), huangetliu (2007), jakubsteiner et al .(2017), et Gabaix, X. (2019)) que nous avons développée précédemment pour expliquer la relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Contrairement aux modèles financiers traditionnels qui supposent que les investisseurs sont dotés de ressources cognitives illimitées, l'attention est qualifiée comme une ressource cognitive limitée(Kahneman,1973 ;Andrei et Hasler, 2015, Hirshleifer et Teoh, 2003, Kacperczyk et al. 2016, Peng et Xiong, 2006,). Ce cadre théorique avec l'inattention rationnelle avec information imparfaite est capable de fournir un canal alternatif à la rigidité des prix pour expliquer la persistance des chocs, en particulier les chocs sur le rendement au niveau des marchés financiers.

Comme le marché financier est caractérisé par la prédominance de l'incertitude et des imperfections informationnelles, devant l'abondance d'informations, l'investisseur ayant

une attention limitée, se trouve contraint d'adopter une répartition efficace de son attention sur un ensemble d'actifs. Il s'agit d'une allocation optimale de l'attention dans le cadre d'un modèle sélectif de portefeuille qui joue un rôle primordial dans la détermination de la dynamique du prix des actions. Peng (2005)montre que l'attention limitée des investisseurs conduit à retarder la réaction de ces derniers aux différents signaux. Peng et Xiong (2006) montre que les investisseurs dotés d'une attention limitée ont tendance à se concentrer davantage sur l'information au niveau du marché, plutôt que sur l'information propre à l'entreprise, ce qui laisse présager l'ignorance de certaines informations pertinentes pour la prise de décision. Dans le même ordre d'idées, Kacperczyk et al. (2009) montrent que les investisseurs éprouvent une tendance à se concentrer optimalement sur les informations systémique en période de récession et sur les informations idiosyncratique en période d'expansion. Un tel cadre laisse apparaitre une stratégie de market timing en période de récession et une stratégie sélective en période d'expansion.

Huang et Liu (2007), dans un cadre faisant prévaloir la théorie de l'inattention rationnelle, élabore un modèle de sélection de portefeuille où les investisseurs très averses au risque ou ayant des horizons d'investissement plus long, procèdent moins fréquemment à une mise à jour, même en cas d'arrivée de nouvelles informations. Ce qui laisse apparaitre une négligence de certaines informations pertinentes. Dans le même ordre d'idées, Andrade et Le Bihan(2013) exploitent les séquences de prévision individuelles pour un évènement fourni par une enquête auprès des prévisionnistes et construisent une estimation directe de la fréquence de mise à jour d'une prévision (degré d'attention) pour déboucher sur deux résultats principaux. Le premier est quels prévisionnistes ne mettent pas systématiquement à jour leurs prévisions même lorsque de nouvelles informations sont publiées, ce qui est conforme aux prédictions d'un modèle d'information collante à la Mankiw-Reis[10]. Le deuxième résultat stipule que les prévisionnistes mettant à jour leur ensemble d'informations manifestent un désaccord sur leurs prévisions. Les désaccords ne s'expliquent pas seulement par la différence entre les ensembles d'informations de ceux qui procèdent à la mise à jour et ceux qui ne le font pas, mais par la différence des ensembles d'informations sur lesquels se fait cette mise à jour. Ce résultat fournit un soutien empirique

[10]Pour plus de détails sur les modèles d'information collant, voir Mankiw et Reis (2002) et Reis (2006)

aux modèles d'information bruitée à la Sim[11].Comme dans un modèle d'information collante les agents ne mettent pas systématiquement à jour leurs prévisions, seulement une fraction de la population a accès aux dernières informations. L'erreur de prévision pour une date future des agents qui n'ont pas procédé à la mise à jour de leur ensemble d'informations sera prévisible sur la base des informations disponibles, ce qui rend l'erreur de prévision aussi prévisible. De même pour le modèle d'information bruitée, avec une attention élevé accordée (fréquence élevée de la mise à jour)et une imperfection informationnelle, les agents ne transmettent que partiellement l'information à leurs prévisions. En conséquence, une partie seulement de ces nouvelles informations sont intégrés dans la prévision moyenne, ce qui offre la capacité de prévoir l'erreur de prévision.

Il en découle alors que, dans un cadre se basant sur la théorie de l'inattention rationnelle et l'hypothèse de l'information imparfaite, les nouvelles informations arrivant ne peuvent pas être instantanément et immédiatement intégrés dans les prix, ce qui va de pair avec la présence d'un processus de mémoire longue.

En outre, Hou et al. (2009) soutiennent que les investisseurs peuvent être sujets à une situation de sur-réaction ou de sous-réaction liées respectivement à une forte ou faible attention des investisseurs. La contribution de référence dans ce cadre est celle de Grossman et Stiglitz (1980) qui suggère qu'une grande quantité d'informations conduit à des prix plus informatifs menant vers l'efficience du marché. Les auteurs soutiennent qu'une certaines inefficience est nécessaire en provoquant l'incitation des intervenants à négocier des actifs financiers sous ou surévalués, ce qui mène vers le renforcement de l'efficience. En effet, l'augmentation de l'attention (nombre d'analystes) et du volume de transactions, augmente la capacité des intervenants à identifier et éliminer plus tôt les situations d'inefficience traduisant des opportunités de profit pour ces investisseurs. Grossman et Stiglitz (1980) élaborent le substrat de base d'un paradigme remettant en question la capacité du système de prix à incorporer instantanément et immédiatement toute l'information disponible. Par ailleurs, par rapport à la situation d'allocation optimale de l'attention, les investisseurs ayant une capacité cognitive d'attention limitée peuvent ignorer des informations importantes suite à une faible attention, ce qui cause une réaction insuffisante. Au contraire, une attention plus

[11] Pour plus de détails sur les modèles d'information bruitée, voir Sims (2003) et Maćkowiak et Wiederholt (2009 ; 2015),

élevée par rapport à la quantité optimale d'attention peut donner lieu à une réaction excessive, et créer un bruit supplémentaire et une volatilité (Barber et Odean, 2008 ; Da et al. 2011). Dans les deux cas, on assiste à l'émergence d'une situation d'inefficience du marché traduisant la prévisibilité des rendements futurs par les rendements passés, ce qui est synonyme de la présence d'un processus de mémoire longue.

Vozlyublennaia (2014), élabore un modèle mesurant l'attention par la probabilité de recherche à internet, et l'effet de l'attention sur la prévisibilité des rendements par l'inclusion dans son modèle les termes d'interactions entre les rendements passés et l'attention. Les résultats ont mis en évidence que plus l'attention accordée à un indice est élevée, plus la prévisibilité des rendements est plus faible. En d'autres termes, l'attention des investisseurs diminue l'impact de la mémoire longue et conduit à un marché plus efficace.

Tantaopas et al. (2016) partent d'un cadre théorique faisant prévaloir la théorie de l'attention optimale où les investisseurs sont contraints d'être sélectifs dans l'allocation de leur attention aux informations sensibles aux prix. Ils se concentrent sur un échantillon de l'Asie Pacifique en les divisant en deux groupes, dont l'un est constitué des pays développés et l'autre par les pays en développement. Pour mesurer l'attention, ils considèrent Google Search Volume Index (SVI). Plus le SVI est important, plus l'attention des investisseurs est grande. Les résultats de ce travail montrent que l'augmentation de l'attention réduit la prévisibilité du rendement et de la volatilité et améliore l'efficience du marché. Leurs résultats ont mis en évidence que l'amélioration moyenne de l'efficience des marchés développés est supérieure à celle des marchés en développement. Les résultats Tantaopas et al. (2016) et Vozlyublennaia (2014) sont conformes aux prédictions du modèle Grossman et Stiglitz (1980) stipulant que plus un marché est doté d'investisseurs mieux formés, plus le prix est capable de refléter toute l'information disponible. Une attention élevée des agents est susceptible de garantir une collecte efficace de l'information et son incorporation immédiate dans les prix des actifs financiers.

Akarsu, ÖmürSüer(2021), en utilisant l'indice de développement des marchés financiers du fond monétaire international pour avoir deux groupes parmi 31 pays, l'un avec un niveau de développement élevé et l'autre avec un faible niveau de développement. Leurs résultats stipulent que l'indice de l'attention ne prédit pas les rendements anormaux futurs dans les pays à fort développement avec un décalage quelconque, alors dans les pays à faible

développement de leurs marchés financiers, seuls les décalages de deux semaines présentent un pouvoir prédictif significatif et négatif des rendements anormaux. En d'autres termes, une attention élevée réduit largement l'impact de la mémoire longue et améliore nettement l'efficience du marché notamment dans les pays développés. Ce résultat laisse présager que la relation entre l'attention et l'efficience du marché est tributaire au degré de développement du marché financier.

Il en résulte ainsi que le prix se révèle incapable d'intégrer l'ensemble des informations disponibles immédiatement, notamment avec le caractère hétérogène des investisseurs en matière d'attention (Liu, Peng et Tang (2023).Dès lors, toute nouvelle information aura plus de chance de persister longtemps sur le marché avant de s'estomper complétement, ce qui traduit une situation d'inefficience du marché. Toujours dans l'objectif de donner une explication économique au processus de la mémoire longue dans la dynamique du rendement du marché financier, nous pouvons concevoir un cadre théorique où l'attention interagit avec des biais cognitifs.

3. Méthodologie économétrique

Il est communément admis que les séries financières partagent un ensemble de faits stylisés en liaison avec le rendement et sa volatilité, et que la théorie financière traditionnelle et l'économétrie classique se révèlent incapables de les prendre en compte. Il s'agit principalement de la non normalité de la distribution, la présence de mémoire longue dans le rendement, la variabilité de la variance dans le temps, le regroupement des volatilités et l'effet de levier. Le bon sens plaide en faveur de la prise en compte de la dynamique non linéaire qui gouverne le comportement du rendement et de la volatilité. Notre objectif est de construire un modèle qui ne se limite pas à mesurer la volatilité du marché financier marocain, mais de déterminer le profil de cette volatilité en mettant en avant une possible relation négative et asymétrique entre le rendement et cette volatilité conformément aux prédictions de la littérature théorique déjà présentée. En plus de prouver l'existence d'un effet de levier, nous cherchons à démontrer que la dynamique du rendement est caractérisée par la présence d'une mémoire longue contrebalançant ainsi l'hypothèse de l'efficience du marché. Pour répondre à cet objectif, nous avons choisi la modélisation ARFIMA (Auto Regressive Fractionally Integreyed Moving Average) (Granger (1980) ; Granger and

Joyeux. (1980), et Hosking, J. R. M. (1981)) qui permet de prendre en considération la mémoire courte et le mémoire longue au niveau du rendement. D'un autre côté, pour capturer la nature asymétrique des chocs du rendement sur la volatilité, nous avons adhéré à la modélisation EGARCH avec une distribution de probabilité GED (Generalized Erreur Distribution) pour pouvoir tenir compte du regroupement de volatilité et l'excès du kurtosis.

3.1 Modèle ARFIMA

La modélisation ARFIMA offre un cadre empirique flexible pour modéliser simultanément les relations à court et à long terme dans les données des séries temporelles[12].

Le modèle ARMA fractionnellement intégré peut être exprimé comme suit :

$$\emptyset(L)(1-L)^d(r-\omega)=\delta(L)\varepsilon_t \quad (1)$$

Où $E(\varepsilon_t)=0,\ E(\varepsilon_t^2)=\sigma_t^2,\ et\ E(\varepsilon_t\varepsilon_s)=0\ avec\ s\neq t$

$$\varepsilon_t|\mathcal{F}_{t-1}\sim D(0,\sigma_t), z_t\sim N(0,1)$$

$$\emptyset(L)=\emptyset_1L+\emptyset_2L^2+\emptyset_3L^3\ldots\ldots+\emptyset_pL^p\ et\ \delta(L)=\delta_1L+\delta_2L^2+\delta_3L^3\ldots\ldots+\delta_qL^q$$

sont des polynômes retard de degré p et q respectivement. Toutes leurs racines de $\theta(L)=0$ et $\emptyset(L)=0$ sont à l'extérieur du cercle unité du plan complexe, et n'ont aucune racine commune.

d est le degré d'intégration fractionnelle représentant le paramètre de mémoire longue car il indique les caractéristiques de la mémoire longue dans la série chronologique de la variable[13].

$(1-L)^d$ est le filtre de différenciation fractionnaire, et se définit comme une fonction hypergéométrique :

$$(1-L)^d=1-dL+\frac{1}{2!}d(1-L)L^2+\frac{1}{3!}d(d_1-L)(d-3)L^3$$

$$=1-dL+\frac{1}{2!}d(1-1)L^2+\frac{1}{3!}d(d_1-1)(d-2)L^3+$$

$$=\sum_{k=0}^{+\infty}\frac{\Gamma(k-d)}{\Gamma(-d)\Gamma(k+1)}L^k \quad (2)$$

En fonction de l'estimation de la valeur de d, quatre cas sont à distinguer :

[12] Pour une revue de cette littérature, voir Brockwell et Davis (1991), Sowell (1992b) et Baillie (1996)

[13] L'utilisation de la différenciation fractionnaire est utilisé pour éviter la sous ou sur différenciation première dans le cadre des modèles ARFIMA de Box et Jenking, ce qui provoque une perte des informations de la série chronologique.Pour plus de détails voir Mills(1991) et Huang(2010). Pour une discussion sur le paramètre d, voir :Diebold et Rudebusch(1989),Lo, A. W. (1991).

- Si $0 < d < 0.5$, le processus $ARFIMA(p; d; q)$ est un processus stationnaire à mémoire longue.
- Si $-0.5 < d < 0$, le processus est anti-persistent
- Si $d = 0$; le processus se réduit un processus $ARMA(p; q)$ standard.
- Si $d \geq 1$; le processus est non stationnaire et la durée du choc est infinie

En termes spectrale, un processus est une longue mémoire lorsque les fonctions d'autocorrélation satisfont :

$$\lim_{h\to\infty} \rho(h) = ch^{2d-1} \quad (3)$$

Cette condition peut se réécrire autrement par :

$$\lim_{h\to\infty} \frac{\rho(h)}{ch^{2d-1}} = 1 \quad (4)$$

Une série à mémoire longue est caractérisée par une fonction d'autocorrélation qui décroit avec taux hyperboliquement faible lorsque le retard croit, contrairement à celle dans un processus $ARMA$ standard qui décroit à un taux géométrique.

3.2 Dynamique asymétrique de la volatilité

La volatilité des marchés financiers joue un rôle crucial dans la finance appliquée portant sur l'allocation de portefeuille, la gestion et la couverture contre le risque et l'évaluation des actifs financiers. Étant donné son caractère inobservable, son estimation devient une question d'une grande importance dans la littérature économétrique financière pour déterminer l'incertitude qui règne sur le marché financier et mener des prévisions correctes. Depuis Engel(1982) et Bollerslev (1986), les modèles de la famille ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) offrent un cadre cohérent prenant en considération certains faits stylisés et en permettant la variabilité dans le temps de la variance conditionnelle. Cependant, cette version standard présente de sérieuses limites dont la plus importante est son incapacité de capter la dynamique non linéaire tenant à l'asymétrie des chocs de rendements sur la volatilité. D'autres modèles se sont développés et ont qui réussis à modéliser l'effet de levier tels que le modèle Egarch (Exponential GARCH) de Nelson(1991)), le modèle GJR-GARCH de Glosten-Jagannathan-Runkle(1993) et le modèle APARCH (Asymmetric Power ARCH) Ding, et al. (1993).

Dans notre travail, nous avons choisi un modèle EGARCH avec une loi de distribution GED, pour pouvoir prendre en considération, en plus des faits stylisés (regroupement des volatilités, persistance et l'excès de kurtosis), la dynamique asymétrique de la volatilité en

faisant prévaloir un effet signe et un effet amplitude. Un autre avantage réside dans la flexibilité qu'offre la modélisation EGARCH concernant le signe des paramètres estimés. Contrairement aux modèles GARCH standards ; elle évite la contrainte de positivité de ces paramètres pour garantir la positivité de la variance conditionnelle. En effet, par construction, la variance

Modèle GARCH (p ;q)

Le modèle est donné par la méthode à deux étapes suivantes :

$\varepsilon_t = z_t\sigma_t \qquad t = 0, \dots\dots, T$ (5)

z est une variable aléatoire iid de moyenne 0 et de variance 1

Et $\sigma_t^2 = \alpha + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2$(6)

Avec les conditions $\alpha > 0,\ \alpha_i > 0, i = 1, \dots, p$ et $\beta_j > 0, j = 1, \dots, q$ pour garantir la positivité de la variance conditionnelle.

Cette représentation est asymptotiquement stationnaire au second ordre sous la condition

$\sum_{i=1}^{q} \alpha_i + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \leq 1$ (7)

Modèle EGARCH (p,q)

$\sigma_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j h_{t-j}$ (8)

Cette expression peut s'exprimer sous forme logarithmique comme suit :

$\log(\sigma_t) = \alpha + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i g(z_{t-i}) + \sum_{j=1}^{q} \beta_j h_{t-j}$(9)

$\varepsilon_t = \sigma_t . z_t$ (10)

$\varepsilon_t | \mathcal{F}_{t-1} \sim GED(v), z_t \sim N(0,1)$

Avec $g(z_t) = \theta . z_t + \gamma(|z_t| - E|z_t|)$ (11)

$g(z_t)$ est une fonction mesurable tels que $E\big(g(z_t)\big) = 0$ et $0 < E(|g(z_t)|^2) < \infty$

$\sigma_t = V(R_t | \mathcal{F}_{t-1})$ est la variance conditionnelle etant donné l'ensemble des informations passées.

La stationnarité en covariance de la spécification Egarch est garantie par la condition $\sum_{j=1}^{q} \beta_j < 1$

La valeur de $g(z_t)$ dépend de plusieurs facteurs. Ainsi pour pouvoir capter la dynamique asymétrique de la volatilité, il faut mettre en avant un effet taille et un effet signe. Dans l'équation (11),$g(z_t)$ est une combinaison linéaire de$z_t \ et \ de \ (|z_t| - E|z_t|)$.

Le terme $(|z_t| - E|z_t|)$ permet de mesurer l'effet de l'ampleur des chocs sur le changement de la volatilité, alors que $\theta.z_t$ désigne l'effet de la nature du signal diffusé sur le marché (mauvaise ou bonne nouvelle). $\{g(z_t)\}_{t=-\infty,+\infty}$ est iid avec moyenne nulle. L'impact asymétrique des chocs est conditionné par le signe de θ. En effet, si $\theta < 0$alors un choc négatif (mauvaise nouvelle) a effet plus important qu'un choc positif (bonne nouvelle) de même ampleur. Dans ce cas, on parle de l'existence d'un effet de levier qui gouverne la dynamique de la volatilité du rendement. Dans le cas contraire on parle d'un effet levier inverse.

Le caractère asymétrique des chocs sur la volatilité peut être bien explicité en réécrivant $g(z_t)$ comme suit :

$$g(z_t) = \begin{cases} (\theta + \gamma)z_t - \gamma.E(|z_t|) \; si \; z_t \geq 0 \\ (\theta - \gamma)z_t - \gamma.E(|z_t|) \; si \; z_t \leq 0 \end{cases} \qquad (12)$$

Lorsque la distribution des erreurs standardisées est GED :

La distribution GED qui sera adoptée a la fonction de densité suivante :

$$f_z(z_t) = \frac{\nu \exp\left(\left[-\left(\frac{1}{2}\right)|z_t/\lambda|^{\nu}\right]\right.}{\lambda 2^{[(\nu+1/\nu)]}\Gamma(1/\nu)} \qquad -\infty < z < +\infty \qquad 0 < \nu < +\infty \qquad (13)$$

Avec λ est une constante définie par :

$$\lambda = \left[2^{-2/\nu}\frac{\Gamma\left(\frac{1}{\nu}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{\nu}\right)}\right]^{1/2} \qquad (14)$$

Où ν est un paramètre déterminant l'épaisseur des queux de distribution. Si $\nu = 2$, alors $\lambda = 1$ et la loi GED converge vers la loi normale $N(0,1)$. Si $\nu < 2$, les queux de la distribution sont plus épaisses que celle de la loi normale. Il s'agit d'une distribution leptokurtique. Si $\nu > 2$, la distribution est platykurtique. Si $\nu = 1$, z suit une distribution exponentielle double.

Nous allons supposer que les résidus suivent une distribution GED pour résoudre complètement (ou presque) le problème de l'excès de kurtosis.

On note en particulier que :

$$E|z_t| = \frac{\Gamma(2/\nu)}{\sqrt{\Gamma(1/\nu)\Gamma(3/\nu)}} \qquad (15)$$

La fonction de vraisemblance est exprimée comme suit :

$$l(r|\theta) = \left[\frac{\nu}{\lambda 2^{[(\nu+1/\nu)]}\Gamma(1/\nu)}\right]^{T+1} \times \prod_{t=1}^{T}\left\{(\sigma_t^2)^{-1/2} exp\left(-\frac{1}{2}\left|\frac{\varepsilon_t}{\sigma_t\lambda}\right|^{\nu}\right)\right\} \qquad (16)$$

$si\ \gamma < 1$, les mauvaises nouvelles génèrent moins de volatilité que les bonnes nouvelles. Dans le cas de bonnes nouvelle, $\varepsilon_{t-1} > 0$, et la contribution totale des innovations est $\alpha(1+\gamma)\varepsilon_{t-j}$. Dans le cas de mauvaises nouvelles, la contribution à la volatilité est $\alpha(1-\gamma)\varepsilon_{t-j}$. Nous ne cherchons pas ici à développer toute la procédure permettant l'estimation par le maximum de vraisemblance le modèle ARFIMA-EGARCH avec la distribution GED[14]. L'intérêt de la méthode de vraisemblance réside dans sa capacité à utiliser toute l'information à court terme et à long terme concernant le comportement des séries chronologique. En plus, par construction, cette méthode permet de prendre en compte l'interaction entre les différents paramètres du modèle. En assurant une grande flexibilité dans la modélisation des distributions et sa capacité à gérer la complexité des modèles, la méthode du maximum de vraisemblance garantit une cohérence dans l'estimation du comportement de mémoire longue(ARFIMA) et la dynamique de la volatilité asymétrique(EARCH), en permettant aux erreurs d'être distribuées selon une loi GED.

4. Résultats empiriques

4.1 Données

Les données utilisées dans cette étude sont constituées du cours de clôture quotidien de l'indice MASI de la bourse de Casablanca du 1/04/2000 à 31/12/2023. Il est courant de convertir les indices en rendements pour des raisons statistiques tenant à la stationnarité de ces derniers. Les rendements correspondent au gain ou à la perte d'un titre au cours d'une période donnée. Le rendement R_t est exprimé comme suit :

$$R_t = 100(\log(\frac{MASI_t}{MASI_{t-1}})$$

Où

$MASI_t$est l'indice quotidien à l'instant t

$MASI_{t-1}$est l'indice quotidien à l'instant T-1

4.2 Statistiques préliminaires

Les statistiques rapportées dans le tableau 1 ci-dessous indiquent la présence d'un excès de kurtosis par rapport à la loi normale, montrant que nos données sont régies par une distribution leptokurtique. Cet excès de kurtosis témoigne d'une forte probabilité

[14]Pour plus de détails sur la méthode du maximum de vraisemblance, voir Dahlhaus. R (1989) et Sowell, F(1992)

d'occurrence des valeurs extrêmes. En plus, le coefficient de skewness est diffèrent de zéro contrairement à celui de la loi normale qui est nul. Ceci prouve la présence d'une asymétrie qui indique que la volatilité est plus élevée après une baisse qu'après une hausse des rendements. En outre le coefficient de skewness est négatif indiquant que la distribution est étalée vers la gauche. Cette situation traduit le fait que la réaction des rendements aux chocs négatifs est plus importante qu'aux chocs positifs, ce qui laisse prévaloir potentiellement la propriété d'asymétrie aux pertes et gains.

Il en résulte que la loi normale est loin de caractériser les données sur le rendement. En outre, le test de Jarque-Bara, dont la valeur est élevé avec une probabilité inférieure à 1% indique que la séquence n'est pas distribuée normalement.

Pour une meilleure comparaison de la distribution des rendements avec la fonction de distribution gaussienne, un graphique quantile-quantile (Q-Q) de la distribution du rendement contre une distribution normale avec la même moyenne et le même écart type est représenté dans la figure 1. Si la distribution des rendements était normale, tous les points devraient être sur la ligne droite. Il en résulte, d'après le garphique Q-Q, que la loi normale est loin de représenter une bonne approximation de la distribution des rendements. Comme avec l'étude statistique préliminaire, il est clair de constater que les queues sont beaucoup plus épaisses que la distribution normale, ce qui affiche un comportement leptokurtique des rendements.

Une autre caractéristique importante concerne la corrélation sérielle à l'intérieur de la dynamique du rendement boursier. L'étude des autocorrélations montre que, jusqu'au retard 36, on assiste au rejet de l'hypothèse nulle d'absence d'une corrélation sérielle. On accepte alors l'hypothèse de l'existence d'une autocorrélation, ce qui traduit une dépendance significative entre les rendements éloignés dans le temps. Une telle dépendance offre la capacité d'anticiper les rendements futurs sur les rendements passés, ce qui contredit l'hypothèse de l'efficience du marché (Fama, 2970). La présence d'une autocorrélation sérielle justifie la présence d'un processus de mémoire longue potentiel dans le rendement sur le marché marocain. Ces caractéristiques peuvent favoriser l'estimation d'un modèle de type ARCH non linéaire

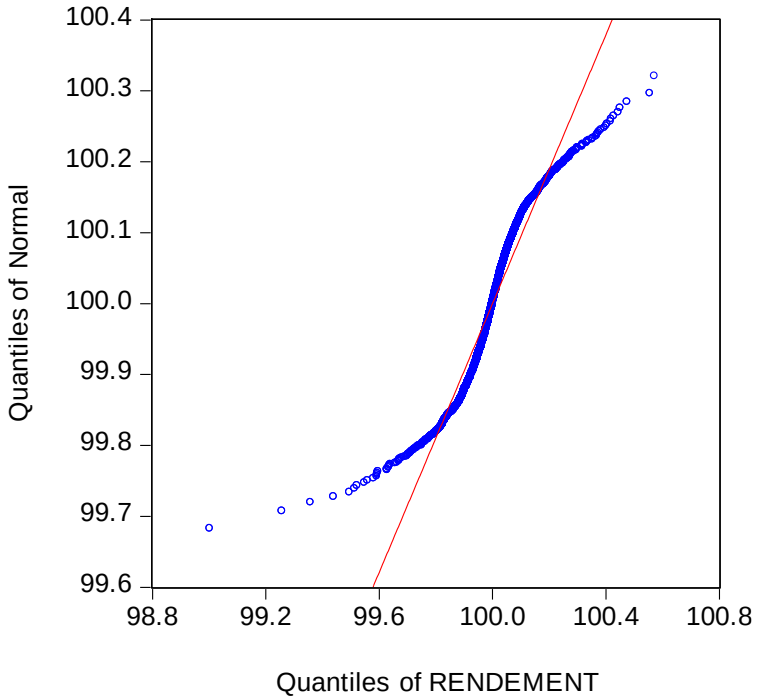
Le tableau 1 présente les résultats du test de l'effet ARCH dans la variable rendement. On remarque une valeur significativement élevée de la statistique F avec une probabilité nulle,

ce qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle de l'absence d'un effet ARCH, et à l'acceptation de l'hypothèse alternative de l'existence d'un effet ARCH dans la variance conditionnelle. Ce résultat permet de passer à l'application des modèles ARCH pour quantifier la volatilité du rendement.

Tableau 1 : statistiques descriptives du rendement

Moyenne	100.0017
Médiane	100.016
Maximum	100.5712
Minimum	99.00321
Std. Dev	0.0865
Skewness	-0.444773
Kurtosis	13.41112
J.B	23251.26
Probabilité(J.B)	0.000000
Q(36)	491.54
Probabilité (Q(36)	0.000000
Effet ARCH	
Probabilité (ARCH)	0.000000

Figure 1 : graphique du quantile-quantile de la distribution du rendement contre la distribution normale

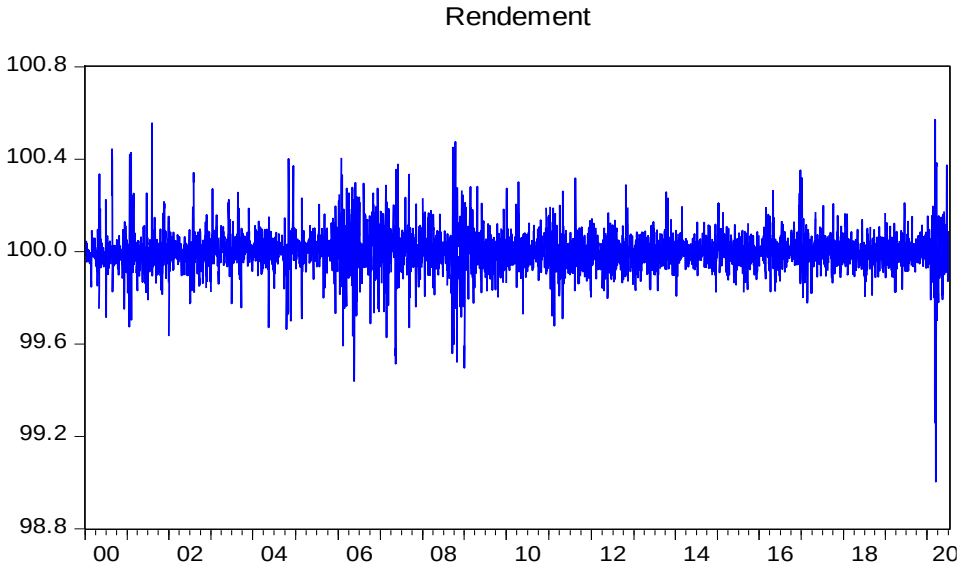


Un autre fait stylisé caractérisant les rendements des actifs financiers est le phénomène de regroupement des volatilités (volatility clustering) (Mandelbrot (1963) qui semble caractériser le rendement du marché marocain. En effet, d'après la figure ci-dessous, on

constate que les mouvements à forte volatilité ont tendance à être suivis de mouvements à forte volatilité, alors que les mouvements à faible volatilité sont suivis de mouvement de faible volatilité.

Engle (2004) explique ce phénomène de regroupement des volatilités en clusters par le regroupement des arrivées de nouvelles informations sur le marché financier. Cette explication pourrait être renforcée en faisant recours à la théorie de l'attention optimale tout en mettant en avant le caractère asymétrique de l'attention des investisseurs déjà développé préalablement. En cas de marché baissier l'attention des investisseurs est plus importante, ce qui augmente l'intensité des flux d'informations qui va de pair avec l'augmentation de la volatilité. Il en découle souvent un regroupement des volatilités élevées que des volatilités faibles qui laisse prévaloir une tendance asymétrique de regroupement de la volatilité. Ce type de phénomène témoigne la prédominance de la persistance de l'impact des chocs (positifs ou négatifs) sur les rendements, et remet en question l'hypothèse de l'homoscedasticité largement adoptée en économétrie linéaire. Il est alors suggéré qu'un processus de type ARCH pourrait être adapté à la modélisation de la série rendement.

Figure 2 : Evolution du rendement de la bourse de Casablanca



4.3 Etude de la stationnarité

Comme le montrent le tableau 2, les tests ADF et P-P montrent que la série du rendement n'a pas de racine unitaire. Ainsi, la série du rendement est un processus stationnaire en

niveau. Les chercheurs utilisent souvent le test de la racine unitaire comme premier test de présence d'une mémoire longue, car si une série temporelle contient une racine unitaire, elle sera caractérisée par une grande persistance des chocs qui pourrait être infinie et ayant une variance illimitée. L'absence de racine unitaire dans la série du rendement montre que tout choc sur ce rendement finira par s'estomper à long terme. Ainsi, les tests ADF et Phillips et Perron peuvent nous renseigner sur le comportement fini d'une persistance sans pour autant parvenir indiquer si les chocs sur le rendement seront absorbés par le marché un rythme hyperbolique ou géométrique. L'étude de la présence d'un processus de mémoire longue nécessite la capacité de déterminer la vitesse à laquelle les informations sont absorbées avec le système du prix. En d'autres termes, quel est le temps nécessaire pour que l'impact d'un choc arrivant au marché puisse s'éteindre. Pour y parvenir, nous avons fait appel au processus d'intégration fractionnelle qui est capable de prendre en compte la dynamique de courte période et celle de longue période. Les résultats des tests de stationnarité nous indiquent la présence d'un comportement de mémoire longue potentiel.

Tableau 2 : tests de stationnarité Augmented Dickey-Fuller et Phillips-Perron du rendement

	Valeurs critiques			**p-value**
Test statistique ADF	**1 %**	**5%**	**10%**	
-53.90818	-3.431448	-2.861910	-2.567010	0.0001
Test statistique PP				
-53.75839	-3.431448	-2.861910	-2.567010	0.0001

4.4 Résultats empiriques

En se basant sur les critères AIC et BIC, nous avons constaté que le modèle ARFIMA (1, d, 0)-EGARCH(2,2)-GED est le plus performant pour représenter la dynamique des rendements sur le marché financier marocain avec une distribution GED. La motivation principale de ce choix réside dans le fait que cette modélisation s'avère capable de prendre compte l'ensemble des faits stylisés caractérisant la série du rendement dont la non prise en compte risque diminuer la rigueur de la spécification, l'estimation et la prévision correctes des rendements et leur volatilité.

D'après le tableau 3, les résultats de l'estimation nous donnent une valeur du paramètre de l'intégration fractionnaire d'égale à 0.072976 $(0 < d < 0.5)$fournissant ainsi des preuves de la présence d'une mémoire longue dans la dynamique du rendement du marché boursier marocain. Ce résultat témoigne le caractère inefficient de la bourse de Casablanca, et qui

s'explique par l'incapacité du marché d'absorber immédiatement et instantanément les informations qui arrivent. Cette situation d'inefficience informationnelle traduit l'échec des canaux de transmission de l'information entre les entreprises cotées à la bourse et les investisseurs. Cet échec, comme nous l'avons montré dans le cadre de la présentation du fondement théorique, puise son fondement de base dans la faible maturité et développement de la bourse de Casablanca qui, conjugué à l'hétérogénéité des intervenants sur le marché, favorisent un comportement de mémoire longue qui va de pair avec l'efficience du marché. Cette persistance tient principalement à la faiblesse de la vitesse à laquelle l'information parvient aux différents intervenants actifs sur le marché. Les causes de ce déficit se trouvent dans la faiblesse du développement institutionnel, le manque de gouvernance des entreprises et les distorsions caractérisant la microstructure du marché. Cette défaillance, conjuguée à l'hypothèse de l'hétérogénéité des intervenants et le manque de culture d'équité, agissent dans le sens d'augmenter le délai de réaction des investisseurs aux différentes informations qui arrivent au marché. Il en résulte une incorporation de ces information dans le système de prix avec un rythme lent étant données les croyances hétérogènes des investisseurs qui se manifestent à plusieurs niveaux (taille, horizons, stratégies d'allocation d'attention et de portefeuilles, façon d'interpréter l'information).

Prendre connaissance de la présence de la mémoire longue laisse présager une situation d'inefficience au niveau du fonctionnement du marché financier. En d'autres termes les informations systémiques et celles idiosyncratiques (spécifiques à l'entreprise) ne peuvent pas être prises en compte le plus rapidement possible par la grande partie des investisseurs. Un tel résultat témoigne l'échec des entreprises et des autorités de régulation une stratégie de communication efficace avec le marché. L'enjeu est alors de bien comprendre les préférences et les attentes des différents intervenant pour pouvoir élaborer les bonnes signaux à véhiculer, et les bons canaux de transmission de ces signaux en tenant en compte de l'hétérogénéité des acteurs du marché. En outre, la présence d'un processus de mémoire longue dans la dynamique de rendement de la bourse de Casablanca fournit aux autorités de régulation une opportunité pour identifier les vulnérabilités systémiques et instaurer les politiques préventives nécessaires pour garantir la stabilité financière. Lorsque le rendement est caractérisé par la présence d'un comportement de mémoire longue stationnaire, en cas de choc positif, le bon sens milite en faveur d'une intervention efficace pour augmenter la

probabilité de rester dans ce régime, en maintenant la tendance occasionné par le choc positif. Au contraire, en cas de choc négatif, les pouvoirs trouvent nécessaire d'intervenir pour diminuer le poids de l'impact ou pour favoriser la transition vers la tendance inverse, en modifiant les anticipations des agents économiques concernés via une stratégie de communication efficace.

Les résultats figurant dans le tableau 3 offrent également une validation de l'hypothèse d'une relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité contrairement à la théorie financière traditionnelle défendant une relation positive entre le risque et le rendement. En effet, le coefficient capturant le caractère asymétrique des chocs des rendements sur la volatilité,

θ=-0.007751est négatif et très significatif, ce qui traduit la présence d'un effet de levier qui gouverne la dynamique du marché financier marocain en termes du rendement et de volatilité ainsi que de l'interaction entre les deux. En d'autres termes, une baisse du rendement est susceptible de provoquer un impact important sur la volatilité par rapport à une baisse du rendement de même ampleur. Ces résultats semblent être conformes aux prédictions théoriques plaidant en faveur de la relation négative et asymétrique entre le rendement et le risque dans les marchés financiers.

Ces résultat à des implications économiques très importants pour les différents intervenants sur le marché financier à commencer des investisseurs jusqu'aux aux autorités de régulation. En effet, la prise en conscience de la présence d'un effet de levier dans la dynamique du rendement de la bourse de Casablanca permet une meilleure diversification et allocation des ressources à travers une bonne évaluation du potentiel des gains et des pertes pour les investisseurs. Ceci se fait par l'entremise de l'amélioration d'une stratégie de timing du marché permettant aux investisseurs une gestion active de leur portefeuille, en optimisant leurs positions d'achat et de vente en fonction de l'anticipation des périodes de baisses et de hausses des rendements. La compréhension de la fonction de réaction du marché aux chocs négatifs améliore le système de régulation par anticipation des institutions financières, et améliore la capacité préventive des régulateurs pour renforcer la résilience financière du système financier.

Tableau 3 : Résultats de l'estimation du modèle ARFIMA (1, d, 0)-EGARCH(2,2)

Paramètres	Coefficient	Std-Error	z-stat	p-value
ω	99.99962	0.001392	71856.99	0.0000
d	0.072976	0.015989	4.564119	0.0000
$\emptyset_1$	0.098368	0.022858	4.303515	0.0000
α_0	-0.088456	0.025155	-3.516383	0.0000
α_1	0.502330	0.033339	15.06738	0.0000
α_2	-0.442001	0.030978	14.26823	0.0000
θ	-0.007751	0.003901	1.986815	0.0000
β_1	1.617850	0.061782	26.18634	0.0000
β_2	-0.626123	0.059715	10.48510	0.0000

5. Conclusion

Comprendre et modéliser la dynamique des prix des actifs financiers revêtent une importance crucialedans la gestion des risques, l'évaluation des actifs, l'élaboration des stratégies financières et la planification des politiques. Cet article se concentre principalement sur deux aspects de cette dynamique, à savoir l'effet de levier et le processus de mémoire longue dont la prise en compte a provoqué de profonds changements dans les différents paradigmes économique et dans l'économétrie financière. Le préambule était de fournir un cadre théorique capable s'inscrivant dans une logique du comportement d'un investisseur doté d'une rationalité limitée et opérant dans un environnement caractérisé par la prédominance de l'incertitude et des imprécations informationnelles. L'ambition était d'expliquer le comportement non linéaire tenant d'une part, à la présence d'une mémoire longue dans le comportement du rendement, et d'autre part, à la prévalence d'une relation négative et asymétrique entre le rendement et la volatilité. Pour y parvenir, nous avons mobilisé des théories puisant leurs fondements de base dans l'économie fondamentale et la finance comportementale. Au niveau empirique, l'adoption d'un modèle ARFIMA(1,d,0)-EGARCH(2,2) avec une fonction de distribution GED, nous a permis de montrer, conformément aux prédictions du cadre théorique présenté, que le marché financier marocain est caractérisé par la présence d'un processus de mémoire longue, ce qui révèle l'inefficience de ce marché. Un autre résultat trouvé est la dynamique de la bourse de Casablanca est régie par une relation négative et asymétrique entre le risque et le rendement stipulant que l'impact d'un choc négatif sur le rendement provoque une augmentation plus importante de la volatilité par rapport à un choc positif de même ampleur.

Bibliographie

- Abel. A and al .(2013) Optimal inattention to the stock market with information costs and transactions costs, Econometrica, Vol. 81, No. 4, 1455–1481. https://doi.org/10.3982/ECTA7624.
- Akarsu. S and Süer. O(2022) How investor attention affects stock returns? Some international evidence. Borsa Istanbul Review, Vol 22, Issue 3, pp. 616-626. https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.09.001
- Andrade.P and Le Bihan.H.L (2013). Inattentive professional forecasters Journal of Monetary Economics, Vol 60, Issue 8, pp. 967-982. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2013.08.005.
- Andrei.D and Hasler.M(2015). Investor Attention and Stock Market Volatility, The Review of Financial Studies, Volume 28, Issue 1, pp. 33–72. https://doi.org/10.1093/rfs/hhu059
- Andrei.D and Hasler.M (2020). Dynamic Attention Behavior Under Return Predictability Management science,Vol 66, Issue 7, pp. 2801-3294.https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3328
- Ang, A., Hodrick, R., Xing, Y., & Zhang, X (2006). The cross-section of volatility and expected returns. Journal of Finance, Vol 61, pp. 259–299. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2006.00836.x
- Beber. A and al. (2010). Differences in beliefs and currency risk premiums.Journal of Financial Economics
- Vol 98, Issue 3, pp. 415-438. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2010.07.001
- Ballinari.D and al. (2022).When does attention matter? The effect of investor attention on stock market volatility around news releases. International Review of Financial AnalysisVol 82, pp. 102-185. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102185
- Barberis, N and Thaler, R (2003). A survey of behavioral finance in G.M. Constantinides, M. Harris and R.M. Stulz (Eds) Handbook of the Economics of Finance, Ch. 18, pp. 1053-1128 (Elsevier: Amsterdam; NL). https://doi.org/10.1016/S1574-0102(03)01027-6
- Bekaert, G and Wu, G (2000). Asymmetric volatility and risk in equity markets. Review of Financial Studies, 13 (1), pp. 1–42. https://doi.org/10.1093/rfs/13.1.1

- Black, F (1976). Studies of stock price volatility changes. In: Proceedings of the 1976 Meetings of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association, pp. 177–181.
- Bollerslev. T (1986). Generalised autoregressive conditional heteroscedasticity. Journal of Econometrics 31, pp.307–328. https://www.jstor.org/stable/1392425?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents
- Bollerslev and al. (2006). Leverage and Volatility Feedback Effects in High-Frequency Data. Journal of Financial Econometrics, 4, pp. 353-384.
- Bollerslev. T and Zhou. H (2006). Volatility puzzles: a simple framework for gauging return-volatility regressions, Journal of EconometricsVolume 131, Issues 1–2, pp. 123-150
- https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.01.006
- Barber. B. M and Odean.T(2008). All that glitters: the effect of attention and news on the buying behavior of individual and institutional investors. Review of Financial Studies. Vol 21, Issue 2, pp. 785-818. https://doi.org/10.1093/rfs/hhm079.
- Campbell.J.Y and Hentschel.L (1992). No news is good news: An asymmetric model of changing volatility in stock returns, Journal of Financial Economics, Vol 31, Issue 3, pp. 281-318. https://doi.org/10.1016/0304-405X(92)90037-X
- Campbell.J.Y and Cochrane.J.H (1999). By Force of Habit: A Consumption-Based Explanation of Aggregate Stock Market Behavior Journal of Political Economy,Vol 107, No 2.
- Chen. S and al. (2020). Asymmetry of retail investors' attention and asymmetric volatility: Evidence from China Finance Research Letters, Vol 36, pp. 101334. https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101334
- Cheung, Y.-W. and Diebold. F.X1994). On Maximum Likelihood Estimation of the Differencing Parameter of Fractionally-Integrated Noise with Unknown Mean. Journal of Econometrics, Vol 62, 301-316.
- Christie, A. A (1982). The Stochastic Behavior of Common Stock Variances: Value, Leverage and Interest Rate Effects. Journal of Financial Economics, 10, pp. 407–432. https://doi.org/10.1016/0304-405X(82)90018-6

- Cziraki.P and al. (2021). Asymmetric Attention and Stock Returns Management science, Vol 67, Issue 1, pp. 1-24. ,https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3460
- Da, Z and al. (2011). In search of attention. Journal of Finance 66 (5), 1461–1499. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2011.01679.x
- Daouk, H and Ng, D (2011). Is unlevered firm volatility asymmetric? Journal of Empirical Finance. 18 (4), pp. 634–651. https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.05.003
- Dahlhaus. R (1989). Efficient Parameter Estimation for Self-Similar Processes, The Annals of Statistics, Vol. 17, No. 4, pp. 1749-1766. https://www.jstor.org/stable/2241663
- Di Matteo.T and al. (2005). Long-term memories of developed and emerging markets: Using the scaling analysis to characterize their stage of development Journal of Banking and Finance, Vol 29, Issue 4, pp. 827-851. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.08.004
- Diebold, F. and Rudebusch, G (1989). Long Memory and Persistence in Aggregate Output. Journal of Monetary Economics, 24, pp. 189-209. https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90003-2.
- Dimpfl.T and Jank.S (2016). Can Internet Search Queries Help to Predict Stock Market Volatility?Europeanfinancial management, ,Vol 22, No 2,pp. 171-192. https://doi.org/10.1111/eufm.12058
- Ding, Z., and al.(1993). A long memory property of stock market returns and a new model. Journal of Empirical Finance. 1 (1), pp. 83–106. https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D
- Dzielinski.M and al. (2018). Asymmetric attention and volatility asymmetry. Journal of Empirical Finance 45 (2018) 59–67. https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2017.09.010
- Engle.R.F (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. Econometrica, 50,pp.987–1007. https://doi.org/10.2307/1912773
- Engle. R (2004). Risk and Volatility: Econometric Models and Financial Practice, The American Economic Review, Vol. 94, No. 3, pp. 405- 420.

- Engelberg.G and Parsons.C.A (2016). Worrying about the Stock Market: Evidence from Hospital Admissions. The Journal of Finance, Vol. 71, No. 3, pp. 1227-1250. https://www.jstor.org/stable/43869133
- Fama.E.F (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. The Journal of Finance, Vol. 25, No. 2, pp. 383-417. https://doi.org/10.7208/9780226426983-007.
- Figlewski, S. and X. Wang (2000). Is the "Leverage Effect" a Leverage Effect? Technical report, NYU Stern School of Business and City University of Hong Kong.
- Fosu and al.(2016). Information asymmetry, leverage and firm value: Do crisis and growth matter? International Review of Financial Analysis. Volume 46, pp. 140- 150. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2016.05.002
- French, K. R., Schwert, G. W and Stambaugh, R. F. (1987). Expected Stock Returns and Volatility. Journal of Financial Economics, 19, pp. 3–29. https://doi.org/10.1016/0304-405X(87)90026-2.
- Fu, F. (2009). Idiosyncratic risk and the cross-section of expected stock returns. Journal of Financial Economics, 91, pp. 24–37. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.02.003.
- Fuhrur(2010). Inflation Persistence in Handbook of Monetary Economics, Volume 3, pp. 423-486. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53238-1.00009-0.
- Gabaix, X. (2019).Behavioral inattention in Handbook of Behavioral Economics: Applications and Foundations 1, Volume 2, pp. 261-343. https://doi.org/10.1016/bs.hesbe.2018.11.001
- Gherzi, S and al. (2014). The meerkat effect: Personality and market returns affect investors' portfolio monitoring behaviour. Journal of Economic Behavior & Organization. 107 (PB), pp.512–526. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.07.013
- Ghysels and al. (2005). There is a risk-return trade-off after all, Journal of Financial EconomicsVolume 76, Issue 3, pp. 509-548 https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2004.03.008
- Glosten LR, Jagannathan R andRunkle. D.E(1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. Journal of Finance 48,pp. 1779–1801. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb05128.x

- Granger, C. W. J (1980). Long Memory Relationships and the Aggregation of Dynamic Models. Journal of Econometrics, 14, 227-238. https://doi.org/10.1016/0304-4076(80)90092-5
- Granger, C. W. J., and Joyeux, R. (1980), An Introduction to Long- Memory Time Series Models and Fractional Differencing. Journal of Time Series Analysis, 1, 15-29. https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1980.tb00297.x
- Grossman. S.J and Stiglitz. J.E (1980). On the impossibility of informationally efficient markets American Economic Review, 70, pp. 393-408
- Hasanhodzic. J and Lo.A.W(2019). On Black's Leverage Effect in Firms with No Leverage. Journal of Portfolio Management,Vol46, No 1, pp. 106-122.
- Hasanhodzic, J and Lo, A(2011). Black's leverage effect is not due to leverage. Working paper disponible chez SSRN.
- Daniel Andrei and Michael Hasler (2015). Investor Attention and Stock Market Volatility. The Review of Financial Studies, Vol. 28, No. 1, pp. 33-72. https://www.jstor.org/stable/24466847
- Hirshleifer.D and al. (2011). Limited investor attention and stock market misreactions to accounting information The Review of Asset Pricing Studies, 1 (1) , pp. 35-73
- Hirshleifer.D and Teoh.S.H (2003). Limited attention, information disclosure, and financial reporting Journal of Accounting and Economics, Volume 36, Issues 1–3, pp. 337-386. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2003.10.002
- Hosking, J. R. M. (1981), Fractional Differencing.Biometrika, Vol68, pp. 165-176.
- Hou, K., Xiong, W., and Peng, L (2009). A tale of two anomalies: the implications of investor attention for price and earnings momentum. Working paper, Disponible chez SSRN
- Jakubsteiner and al. (2017). Rational inattention dynamics: inertia and delay in decision-making. Econometrica, Vol. 85, No. 2, pp.521–553. https://doi.org/10.3982/ECTA13636
- Kacperczyk. M and al. 2016A Rational theory of mutual funds' attention allocation Econometrica , , Vol. 84, No. 2, pp. 571-626. https://www.jstor.org/stable/43866444
- Kahneman, D and Tversky, A (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. Econometrica, 47, 263–292.

- Karlsson, N and al. (2009). The ''Ostrich effect'': Selective attention to information about investments. Journal of Risk and Uncertainty. 38, pp.95–115. https://www.jstor.org/stable/41761376
- Kaustia, M andKnüpfer, S (2012). Peer performance and stock market entry. Journal of Financial Economics. 104 (2), pp.321–338. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.01.010
- Kohlhas.A.N and Walther.A (2021), Asymmetric Attention, American economic review, Vol 111, No 9, pp. 2879-2925.
- Li and al. (2005). The relationship between stock returns and volatility in international stock markets Journal of Empirical Finance, 12; pp.650 – 665. https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2005.03.001
- Liu. H and al. (2023). Retail Attention, Institutional Attention, Journal of Financial and Quantitative Analysis , Vol 58 , Issue 3, pp. 1005 – 1038.DOI: https://doi.org/10.1017/S0022109022000734
- Lo.A.W (1991).Long-Term Memory in Stock Market Prices. Econometrica, Vol. 59, No. 5, pp. 1279-1313 https://doi.org/10.2307/2938368
- Low. C(2004). The fear and exuberance from implied volatility of S&P 100 index options. The Journal of Business, Vol 77, No 3, pp. 527-546. https://doi.org/10.1086/386529
- Mackowiak, B. and Wiederholt. M (2009). Optimal sticky prices under rational inattention. American Economic Review 99(3), pp. 769–803.
- Mackowiak, B. and M. Wiederholt (2015). Business cycle dynamics under rational inattention. The Review of Economic Studies 82(4), pp. 1502–1532. https://doi.org/10.1093/restud/rdv027
- Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices, Journal of Business, 36, pp. 394–419.
- Mankiw. N. G and Reis. R (2002). Sticky Information versus Sticky Prices: A Proposal to Replace the New Keynesian Phillips Curve," The Quarterly Journal of Economics, 117, pp.1295–1328. https://doi.org/10.1162/003355302320935034
- Merton. R. C(1973).An Intertemporal Capital Asset Pricing Model, Econometrica , Vol. 41, No. 5, pp. 867-887. https://doi.org/10.2307/1913811

- Merton, R. C (1980). On estimating the expected return on the market: An exploratory investigation, Journal of Financial Economics 8, 323-361. https://doi.org/10.1016/0304-405X(80)90007-0
- Nelson. D (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach." Econometrica 59, pp. 347-370. https://doi.org/10.2307/2938260
- Nguyen.H.T andPham.M.H (2021). Is Investor Attention Important for Market Anomalies? Journal of Behavioral and Experimental Finance, Volume 29, 10045. https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100451
- Peng, L (2005). Learning with Information Capacity Constraints. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 40,pp.307–329. https://doi.org/10.1017/S0022109000002325
- Peng.L andXiong.W(2006). Investor attention, overconfidence and category learning Journal of Financial EconomicsVolume 80, Issue 3, pp. 563-602. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2005.05.003
- Reis, R (2006). Inattentive consumers. Journal of Monetary Economics 53(8), pp.1761–1800. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2006.03.001
- Sharpe, W. F (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk." Journal of Finance, Vol 19, pp. 425-442. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x
- Shefrin, H (2001). Behavioral corporate finance'. Journal of Applied Corporate Finance 14, pp.113–124. https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2001.tb00443.x
- Sicherman. N andal. (2016). Financial attention. Review of Financial Studies. 29 (4), pp. 863–897. https://doi.org/10.1093/rfs/hhv073
- Sims.C.A(2003). Implications of rational inattention, Journal of Monetary Economics.Vol 50, Issue 3, pp. 665-690. https://doi.org/10.1016/S0304-3932(03)00029-1
- Sowell, F (1992). Modeling Long Run Behaviour with the Fractional ARFIMA Model. Journal of Monetary Economics, Vol 29,pp. 227-302. https://doi.org/10.1016/0304-3932(92)90016-U

- Tantaopas and al (2016). Attention effect via internet search intensity in Asia-Pacific stock markets. Pacific-Basin Finance Journal, Vol 38, pp. 107-124. https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2016.03.008
- Vozlyublennaia.N (2014). N Investor attention, index performance, and return predictability Journal of Banking and Finance, 41, pp. 17-35. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.12.010
- Wang. C. D and Mykland. P. A (2014). The Estimation of Leverage Effect With High-Frequency Data. Journal of the American Statistical Association, 109(505), 197–215. doi:10.1080/01621459.2013.864189
- Yuan. Y (2015). Market-wide attention, trading, and stock returns, Journal of Financial Economics, Volume 116, Issue 3, June 2015, pp. 548-564. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.03.006
- Zebende and al (2022).Stock market efficiency: An intraday case of study about the G-20 group. Heliyon, Volume 8, Issue, pp.1-8. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08808